

MANUAL DE
**BOAS PRÁTICAS
DE MANEJO DO
ALGODOEIRO**
EM MATO GROSSO



CUIABÁ (MT) - SAFRA 2019/20

MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS
DE MANEJO DO
ALGODOEIRO
EM MATO GROSSO

JEAN- LOUIS BÉLOT & PATRICIA M. C. A. VILELA
EDITORES TÉCNICOS

4ª EDIÇÃO - 2020



CUIABÁ (MT)
SAFRA 2019/2020

SAFRA 2019/2020

Manual de Boas Práticas de
Manejo do Algodoeiro em
Mato Grosso

EDITOR

IMAmt
www.imamt.com.br
Ampa
www.ampa.com.br

EDITORES TÉCNICOS

Jean-Louis Bélot
Patricia M. C. A. Vilela

PROJETO GRÁFICO

Editora Casa da Árvore
editoracasadaarvore.com.br

PUBLICAÇÃO

4ª edição - Revista e ampliada
2.000 exemplares

ISBN

978-85-66457-06-3

CONTATO

Rua Eng. Edgard Prado Arze,
1777 Ed. Cloves Vettorato -
2º andar, Quadra 03
Setor A - Centro Político
Administrativo
CEP: 78049-015
Cuiabá - MT

PARCERIAS E AGRADECIMENTOS

O presente manual é o resultado de um trabalho coletivo que envolveu técnicos das seguintes instituições:

- IMAmt - Instituto Mato-Grossense do Algodão
- Fundação MT
- Embrapa Algodão
- Embrapa Agropecuária Oeste
- Embrapa Instrumentação
- Embrapa Milho e Sorgo
- Embrapa Cenargem
- Cirad - Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
- IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
- IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná
- SENAI/CETIQT
- Fundação Blumenauense
- **Universidades**
- UFMT
- USP/Esalq Piracicaba
- Unesp - Campus Botucatu
- UNESP - Campus Ilha Solteira
- UFGD
- UNIVAG
- UniRV
- UNOESTE
- **Empresas privadas**
- Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB)
- Dutra Projetos Ltda
- JF Consultoria
- Ceres Consultoria

Participantes dos grupos de trabalho para definição de diretrizes sobre Manejo de Pragas e Doenças e sobre Sistemas de Cultivos:

Jonas Souza Guerra, Cid Ricardo dos Reis, Gustavo D. F. Gianluppi, Elton J. Emanuelli, Guilherme A. Ohl, Luis Faeda, Volnei Viera, Francis Weber, Carlos Paiva, Marcio Souza, Daniel Cassetari e Inácio Modesto Filho.

O Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) informa que todos os depoimentos, informações e opiniões contidas neste Manual são de inteira responsabilidade dos autores que contribuíram para sua elaboração.

Agradecemos por suas valiosas contribuições.

PALAVRA DO PRESIDENTE

Informação e conhecimento para o setor algodoeiro

Cinco anos se passaram desde a segunda edição de 2014 do **“Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso”** e chegou a hora da atualização desta publicação, tarefa que encarregamos à equipe técnica do IMAmt.

Precisamos ficar sempre atentos à evolução dos problemas da cultura algodoeira e aos diversos manejos disponíveis. Algumas práticas evoluíram significativamente, como o manejo do nematoide-das-galhas, com a comercialização de variedades resistentes. Outras, nem tanto, como é o caso do manejo do bicudo-do-algodoeiro, que segue sendo a praga-chave de nosso cultivo. O uso do controle biológico se está difundindo cada vez mais nesses últimos anos e constitui-se em ferramenta complementar ao produtor.

Acreditamos que a publicação dessas velhas e novas informações técnicas permite colocar à disposição de estudantes, técnicos, consultores e demais envolvidos na produção algodoeira um acervo de conhecimento indispensável para a sustentabilidade dessa atividade produtiva.

Muitas pessoas e instituições colaboraram na construção desta reedição, às quais quero manifestar meus agradecimentos em poder tê-los como parceiros e, em especial, à equipe do IMAmt, para que pudéssemos finalizar esta publicação. Esperamos que, em relação a tudo aquilo que não abordamos ou sobre o que não haja concordância com o tipo de abordagem feita, possamos receber a devida crítica a fim de que, cada vez mais, consigamos evoluir nas novas edições.



Paulo Sérgio Aguiar

Presidente
Ampa - IMAmt

MANUAL DIVULGA INFORMAÇÕES TÉCNICAS A PRODUTORES E É RESULTADO DO TRABALHO DE DIVERSAS INSTITUIÇÕES E SUAS EQUIPES DE PESQUISA



QUEM SOMOS

O Instituto Mato-Grossense do Algodão tem o propósito de oferecer total suporte as pesquisas necessárias para o desenvolvimento e fortalecimento da cotonicultura. Além de profissionais altamente capacitados, possui uma ampla infra-estrutura no campo experimental em Primavera do Leste, e nos cinco centros técnicos e difusão tecnológica (CTDT) distribuídos no estado. O IMAmT conta com laboratórios de biologia molecular, fitopatologia, sementes e entomologia, estrutura para beneficiamento, armazenamento de sementes, deslindamento, câmaras frias.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

PARTE A: CONTEXTO EDAFO-CLIMÁTICO E ECONÔMICO PARA O CULTIVO ALGODOEIRO

| | |
|--|----|
| 1. O cultivo algodoeiro em Mato Grosso | 10 |
| 2. Produtividade do cultivo algodoeiro em Mato Grosso - chuva, solo e época de plantio | 20 |
| 3. Gestão operacional e custo de produção de algodão em Mato Grosso | 32 |

PARTE B: SOLOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA O ALGODOEIRO

| | |
|--|----|
| 4. Sistemas de cultivo do algodoeiro | 58 |
| 5. Sistemas alternativos em plantio direto de alta performance | 64 |
| 6. Manejo de solo para o cultivo do algodoeiro | 72 |
| 7. Agricultura de precisão: tecnologias para o algodoeiro | 78 |
| 8. Levantamento da área, amostragem de solo e de folhas | 98 |

PARTE C: A PLANTA DE ALGODÃO

| | |
|---|-----|
| 9. Crescimento do algodoeiro | 104 |
| 10. Distribuição da produção no algodoeiro: conceitos, fatores ecofisiológicos e implicações sobre a produtividade e sobre a qualidade de fibra | 112 |

PARTE D: IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA DE ALGODÃO

| | |
|------------------------------------|-----|
| 11. A qualidade das sementes | 136 |
| 12. Escolha da variedade | 156 |
| 13. Implantação da cultura | 170 |

PARTE E: CONDUÇÃO DA LAVOURA

| | |
|--|-----|
| 14. Correção de solo e adubação da cultura | 182 |
| 15. Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão | 194 |
| 16. Sistemas avançados de tecnologia de aplicação na defesa fitossanitária | 204 |
| 17. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão | 230 |
| 18. Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso | 246 |
| 19. Manejo integrado de pragas no algodoeiro | 262 |
| 20. Manejo de nematoides na cultura do algodão em Mato Grosso | 292 |
| 21. Manejo de reguladores de crescimento em Mato Grosso | 312 |
| 22. Manejo de desfolha | 320 |
| 23. Destruição dos restos culturais do algodoeiro | 326 |

PARTE F: PRODUÇÃO DE UMA FIBRA DE QUALIDADE

| | |
|--|-----|
| 24. Maximizar a rentabilidade do cultivo algodoeiro, produzindo uma fibra de qualidade e valorizando os coprodutos | 340 |
| 25. Uso adequado das colheitadeiras | 352 |
| 26. Preservar a qualidade da fibra no beneficiamento | 366 |
| 27. A fibra de algodão: qualidade e classificação | 382 |
| 28. Valorização dos coprodutos do algodão | 400 |

PARTE G: MANEJO SUSTENTÁVEL DO CULTIVO ALGODOEIRO

| | |
|--|-----|
| 29. Como limitar o impacto do cultivo algodoeiro sobre o meio ambiente | 412 |
| 30. Controle biológico como ferramenta do manejo integrado de doenças e pragas do algodoeiro | 424 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Referências bibliográficas | 444 |
|----------------------------------|-----|

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Informação sobre os autores | 450 |
|-----------------------------------|-----|



**JEAN-LOUIS
BÉLOT**



**PATRICIA M. C.
A. VIELA**

Pesquisadores
do IMAmt
Editores Técnicos
do Manual

INTRODUÇÃO

Atualmente, a cultura algodoeira mato-grossense é toda mecanizada, empregando um manejo da cultura altamente tecnificado. É o resultado de mais de vinte anos de trabalho, associando o próprio produtor, as instituições de pesquisa públicas e privadas, os consultores e as empresas nacionais e internacionais de insumos e de máquinas.

A complexidade do manejo desse cultivo justifica o grande número de suportes de difusão de tecnologia para facilitar a realização de treinamentos e capacitações, tanto para os agrônomos como para todo o quadro técnico das fazendas. O treinamento contínuo dos jovens profissionais é um dos elementos-chave para a continuidade dessa atividade produtiva.

Empenhados nesse esforço de difusão de tecnologia, a Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa) e o Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) conseguiram mobilizar esforços dos mais diversos especialistas em manejo do algodoeiro para publicar este **“Manual de Boas Práticas”** para o manejo do algodoeiro no Estado de Mato Grosso. Todos os autores foram orientados a simplificar ao máximo os conceitos científicos que embasam

as recomendações de manejo, a fim de focar este material nas próprias recomendações, que possam servir no dia a dia dos técnicos das fazendas algodoeiras. Portanto, orientamos os leitores interessados nas referências bibliográficas em contatar diretamente os autores.

As tecnologias evoluem rapidamente, razão pela qual estamos apresentando esta edição 2020 atualizada do **“Manual de Boas Práticas”**, editado pela primeira vez em 2012, com atualização em 2014. Ele apresenta as principais recomendações técnicas para o Estado de Mato Grosso, visando manejar com sucesso essa cultura muito exigente em tecnologia.

Depois de um cenário de aumento significativo de área na safra 2018/2019, o produtor enfrenta agora perspectivas de redução dos preços internacionais, e questionamentos surgem sobre a lucratividade da cultura. Acreditamos que o presente manual seja uma ferramenta importante para o cotonicultor mato-grossense assegurar boa produtividade e a lucratividade de sua lavoura.

Agradecemos mais uma vez o esforço de todos os colegas e amigos envolvidos na realização deste manual.





CONTEXTO

EDAFOCLIMÁTICO E ECONÔMICO PARA O CULTIVO ALGODOEIRO

Onde e por que produzir algodão em Mato Grosso

A decisão de produzir algodão tem de estar embasada em dados objetivos de potencial produtivo da região, média interanual das produtividades realizadas nas fazendas vizinhas, e, sobretudo, na rentabilidade esperada do cultivo ou do sistema utilizado. Em Mato Grosso, o potencial produtivo do cultivo algodoeiro é geralmente elevado. Mas sua expressão fica na dependência da disponibilidade de água e calor, o que envolverá decisões importantes em relação à época de semeadura e sistema de produção.

Apesar de ser mais reduzida que em outros estados, a variabilidade climática pode ser importante em Mato Grosso, em certos períodos, e é de fundamental importância para o produtor avaliar o risco produtivo da sua fazenda e até de cada talhão da fazenda. Por outro lado, o cultivo algodoeiro requer equipamentos específicos e investimentos elevados na lavoura e para as operações de colheita e pós-colheita. O conhecimento do balanço econômico do cultivo em cada fazenda deverá nortear as decisões estratégicas e de planejamento. São apresentadas orientações sobre como organizar a fazenda para levantar todos os dados necessários para a avaliação dos custos de produção e cálculos de rentabilidade do negócio.



Renato Tachinardi
IMAmt

Equipe dos Assessores Técnicos Regionais (ATRs)
IMAmt

O cultivo algodoeiro em Mato Grosso

Uma breve história do cultivo algodoeiro no Estado de Mato Grosso

O cultivo algodoeiro no Estado de Mato Grosso é antigo. Desde os anos 1960, pequenos agricultores da região de Rondópolis, Pedra Preta (e depois na região de Cáceres, Mirassol do Oeste etc.) plantavam ao redor de 10 mil a 20 mil ha de algodão cada ano, no modelo de produção antigo, com colheita manual e uso de

poucos insumos e tecnologia.

O cultivo moderno começou em 1988 (Itamarati Norte), com a proposta do algodão como alternativa de rotação para a cultura da soja. Esse novo modelo produtivo, de algodão mecanizado em áreas de Cerrado, desenvolveu-se nos anos 1990 e não parou de crescer até Mato Grosso tornar-se o primeiro Estado produtor de algodão do Brasil (Figura 1).

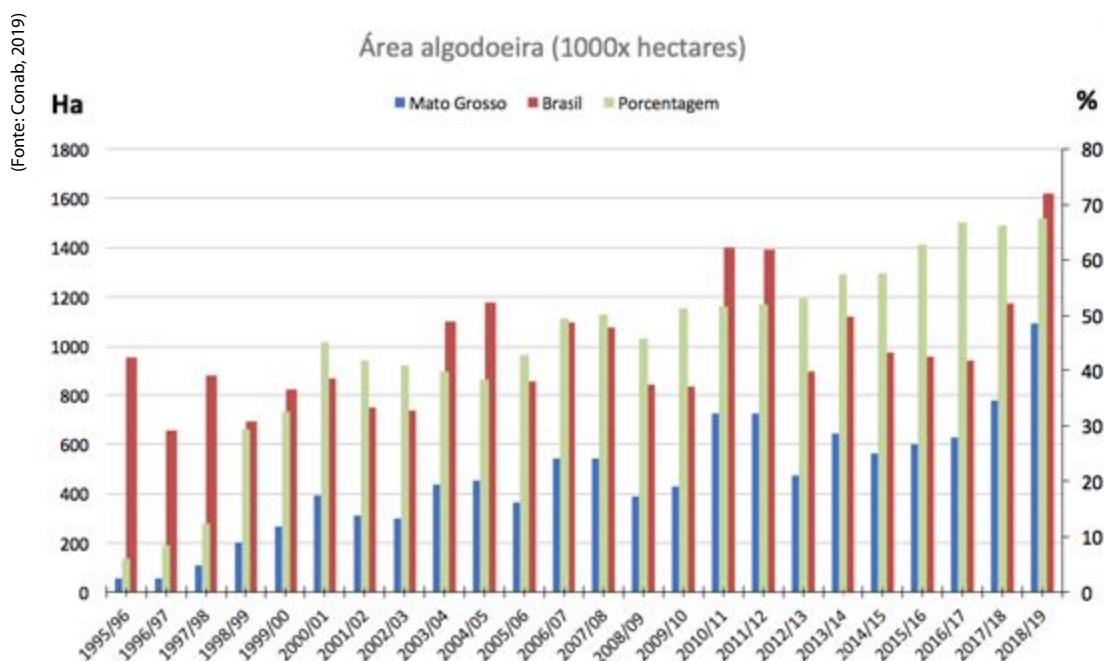


Figura 1. Evolução da área algodoeira de Mato Grosso

A área algodoeira do Brasil, desde 2003/2004, oscila entre 800 mil e 1,4 milhão de hectares, cultivados principalmente no Centro-Oeste do país. Chegou a 1,6 milhão de hectares em 2018/2019.

A partir da safra 2009/2010, Mato Grosso representa mais de 50% dessa área, com média de 66,7% nas últimas três safras. Tudo indica que o Estado manterá esse patamar nos próximos anos.

Evolução do cultivo algodoeiro e do sistema produtivo em Mato Grosso nos últimos anos

Os agrônomos do IMAmT (ATR) encarregados da assistência técnica nos diversos núcleos produtores de algodão da Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa), realizam a cada ano um levantamento detalhado da área plantada, em cada fazenda. Essa base de dados, da Ampa, permite gerar informações muito precisas sobre a

evolução das áreas e do manejo do cultivo.

Na safra 2018/2019, houve um aumento significativo de área, superando 1 milhão de hectares, com incorporação de novos produtores, principalmente nos núcleos de Campo Verde e de Sorriso. Porém, os maiores produtores de algodão em Mato Grosso são os núcleos do norte do Estado (*Figura 2*); Norte e Noroeste são os núcleos de maior produção algodoeira de MT.

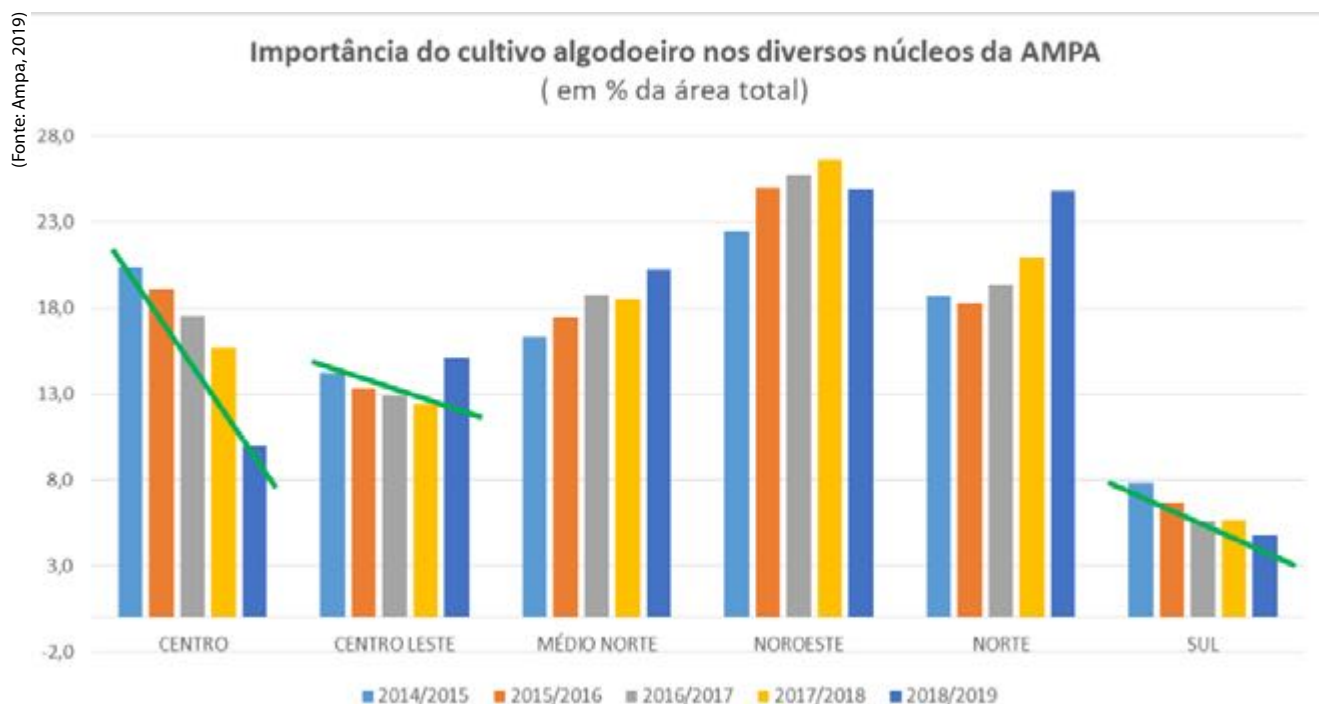


Figura 2. Peso relativo dos diferentes núcleos na produção algodoeira de Mato Grosso

Essa *Figura 2* mostra a perda de peso dos núcleos produtores do Sul do Estado, apesar de uma leve mudança no núcleo Centro-Leste, que se aproveitará no futuro do grande potencial de crescimento do Vale do Araguaia. A perda de peso do núcleo Sul deve-se principalmente ao aumento dos problemas fitossanitários nessa região, em particular dos nematoides.

Depois de aumentar drasticamente, em razão da adoção de um novo modelo de produção intensivo e mecanizado, a produtividade teve tendência em estagnar ou até reduzir-se entre 2007 e

2010 (*Figura 3*), em parte pela conjuntura internacional desfavorável ao cultivo, e provável redução de uso de insumos, além de fatores climáticos.

Desde 2011, essa tendência inverteu-se. Atualmente, a produtividade obtida em Mato Grosso e no Brasil, no geral, é uma das mais elevadas do mundo para um cultivo de sequeiro. Apesar da média de produtividade chegar a 1.675 kg de fibra/ha (Conab, 2019), não é raro encontrar fazendas com talhões produzindo entre 350 @ a 400 @ de algodão em caroço/ha (2.150 kg a 2450 kg de fibra/ha).

(Fonte: Comab, 2019)

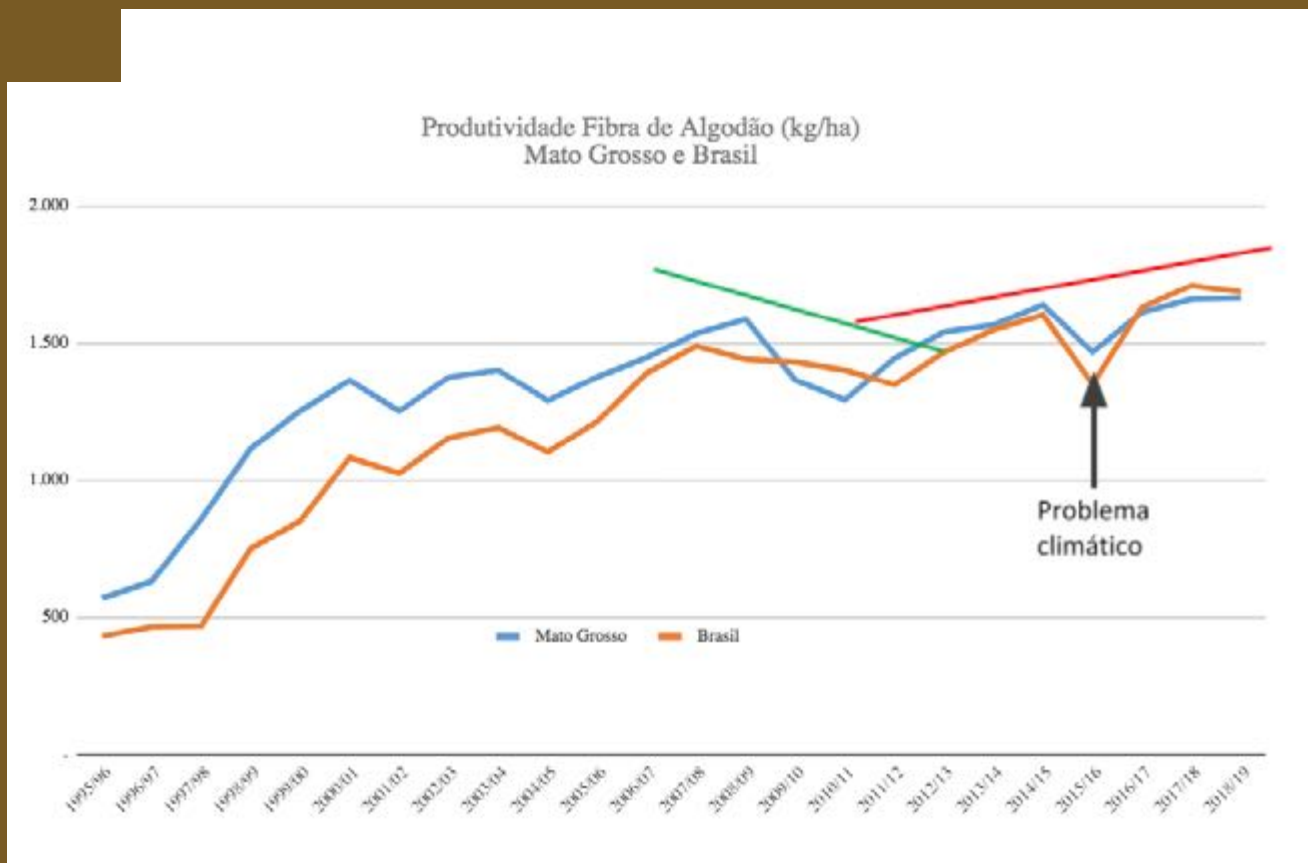


Figura 3. Evolução da produtividade (Fibra/ha) no Brasil e Mato Grosso

Diversos sistemas de cultivo são encontrados em Mato Grosso (Figura 4).

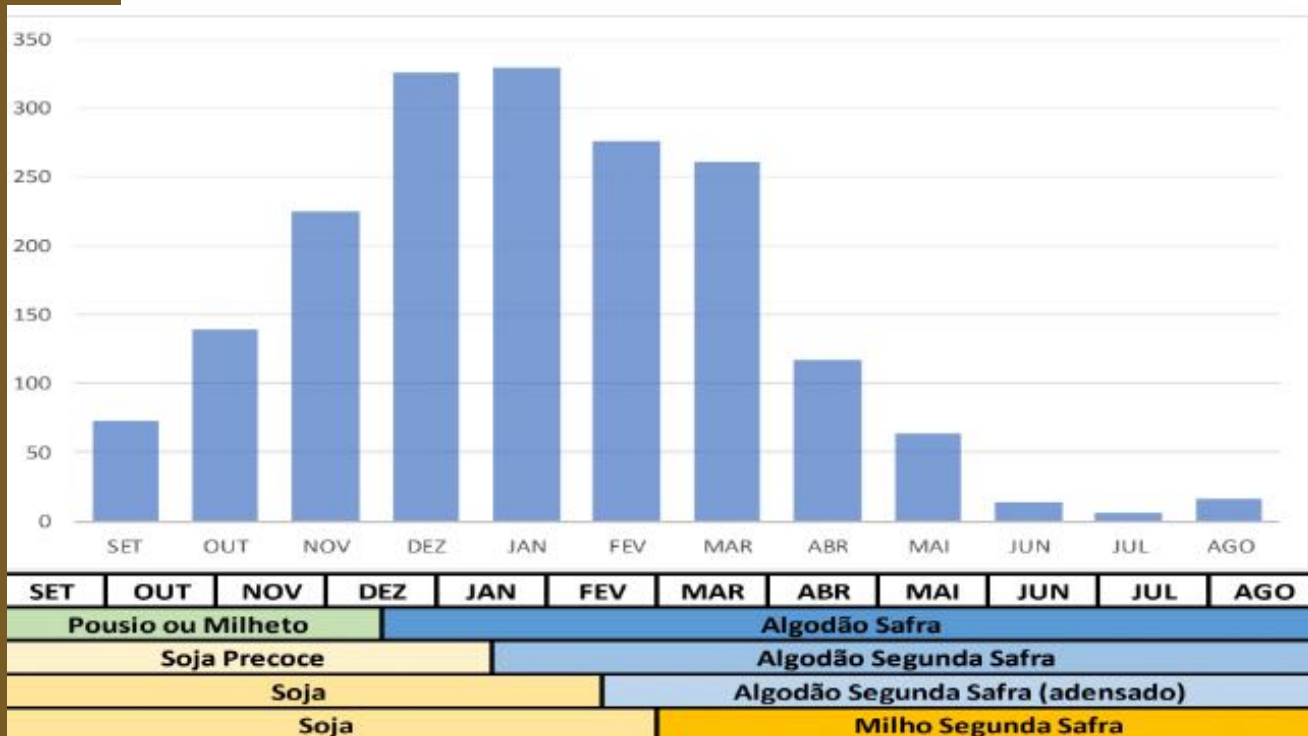


Figura 4. Os principais sistemas de cultivo em Mato Grosso

Nos últimos anos, a proporção do algodão cultivado em segunda safra aumentou muito (*Figura 5*), o que

expõe a preocupação do produtor mato-grossense em intensificar a produção agrícola em suas terras.

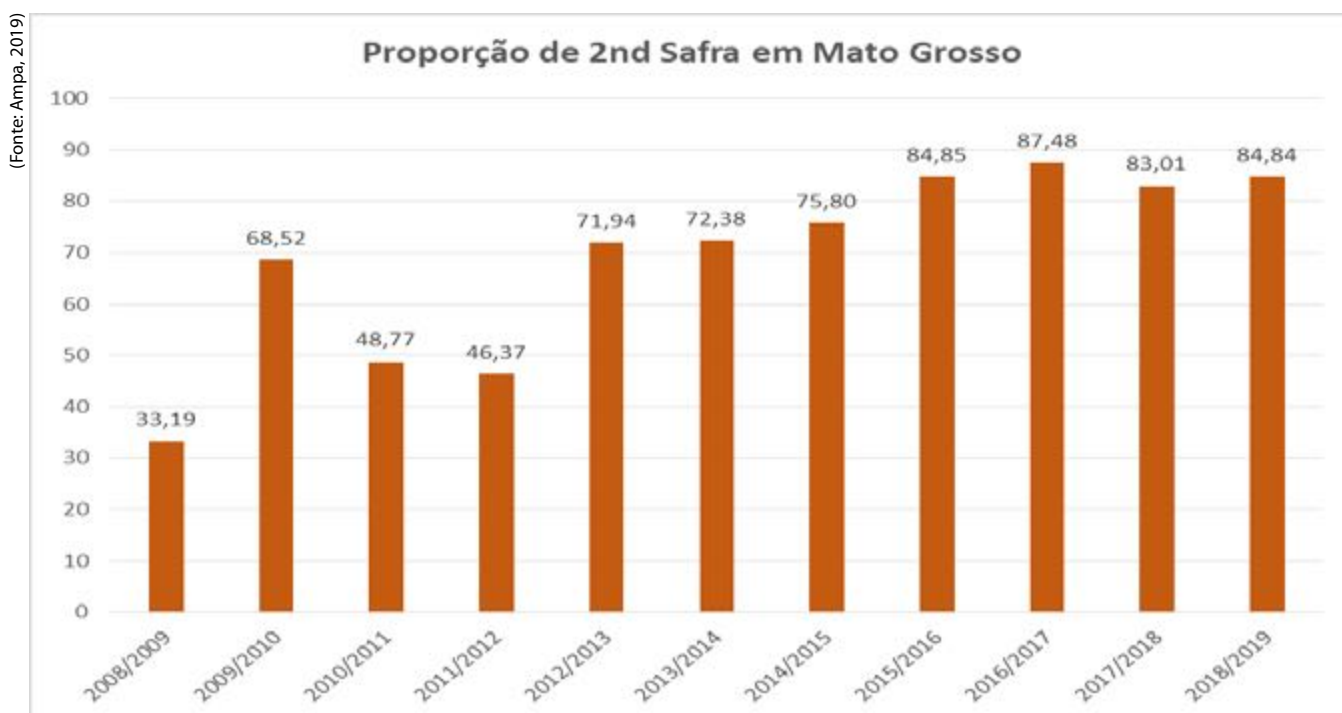


Figura 5. Evolução da área de algodão de segunda safra em Mato Grosso

Essa tendência fica ainda mais nítida quando se observa o atraso do plantio de algodão nos últimos anos (*Figura 6*). Atualmente, a maioria da área de Mato Grosso é plantada em janeiro, enquanto que, alguns anos atrás, o mês de dezembro era geralmente o de maior plantio de algodão. Durante a safra de 2018/2019, as condições climáticas permitiram um plantio precoce da soja, liberando as áreas para implantação

precoce do algodão de segunda safra. Assim, 43,3% das áreas foram plantadas na primeira quinzena de janeiro, e 34,6% na segunda quinzena de janeiro, com pouca coisa semeada em fevereiro. O prolongamento das chuvas em abril-maio de 2019 teve por resultado altíssimas produtividades no núcleo Noroeste, até superiores às produtividades obtidas no Estado da Bahia.

(Fonte: Ampa, 2019)

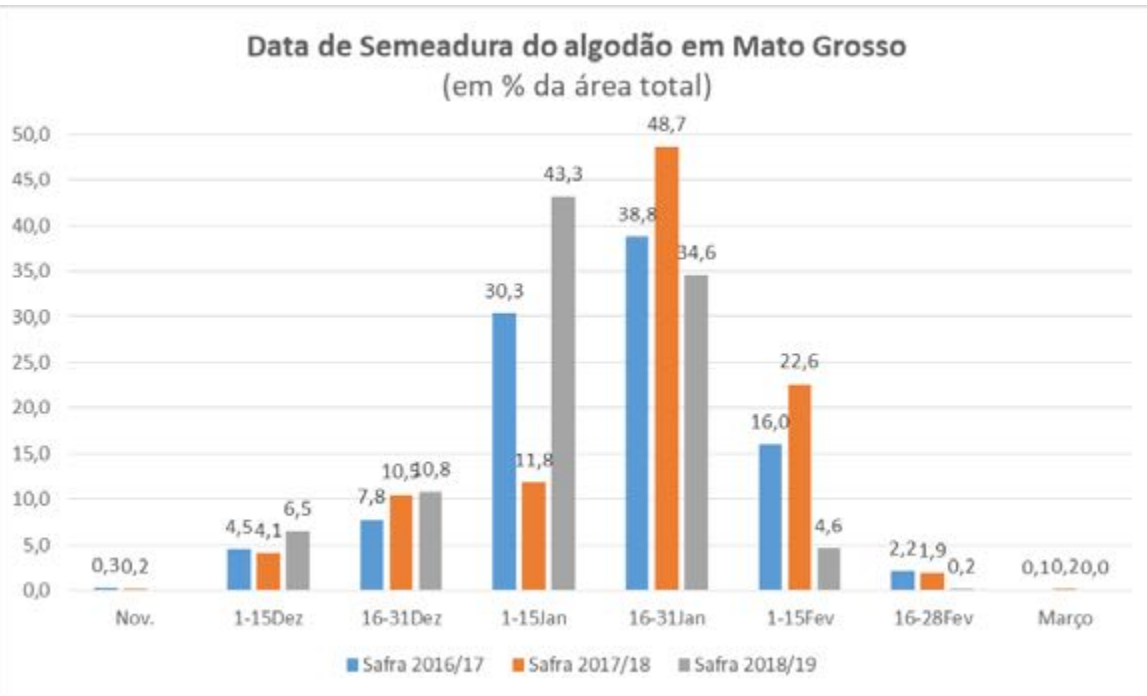


Figura 6. Data de semeadura do algodão em Mato Grosso

Nas quatro últimas safras, o algodão de segunda safra representa ao redor de 85% da produção algodoeira do Estado de Mato Grosso. O aumento de produtividade nas quatro últimas safras apresentado na *Figura 3* refere-se principalmente ao aumento de produtividade desse algodão de segunda safra, com ajustes de manejo para esse sistema de segunda safra.

Os custos de produção do algodão em Mato Grosso são elevados (ao redor de US\$ 2.000-2.400/ha), principalmente

em função dos tipos de solos do Cerrado, que requerem aportes elevados em corretivos e fertilizantes, e das condições de clima tropical úmido, muito favoráveis a pragas e doenças.

Evolução do uso das biotecnologias no cultivo algodoeiro em Mato Grosso

O uso de variedades GM de algodoeiro em Mato Grosso teve início por volta dos anos 2008 (*Figura 7*), com as tecnologias RR (Roundup Ready®) e BG (Bollgard I®) da Monsanto.

(Fonte: Ampa, 2019)



Figura 7. Variedades de algodão GM em Mato Grosso

O grande salto no uso de variedades GM deu-se na safra 2010/2011, com a adoção de variedades com a tecnologia Liberty Link® (LL) (Figura 8) de resistência ao herbicida glufosinato de amônio,

ferramentas importantes para o controle de plantas daninhas resistentes a certos herbicidas usados em sistema convencional (leiteiro, por exemplo).

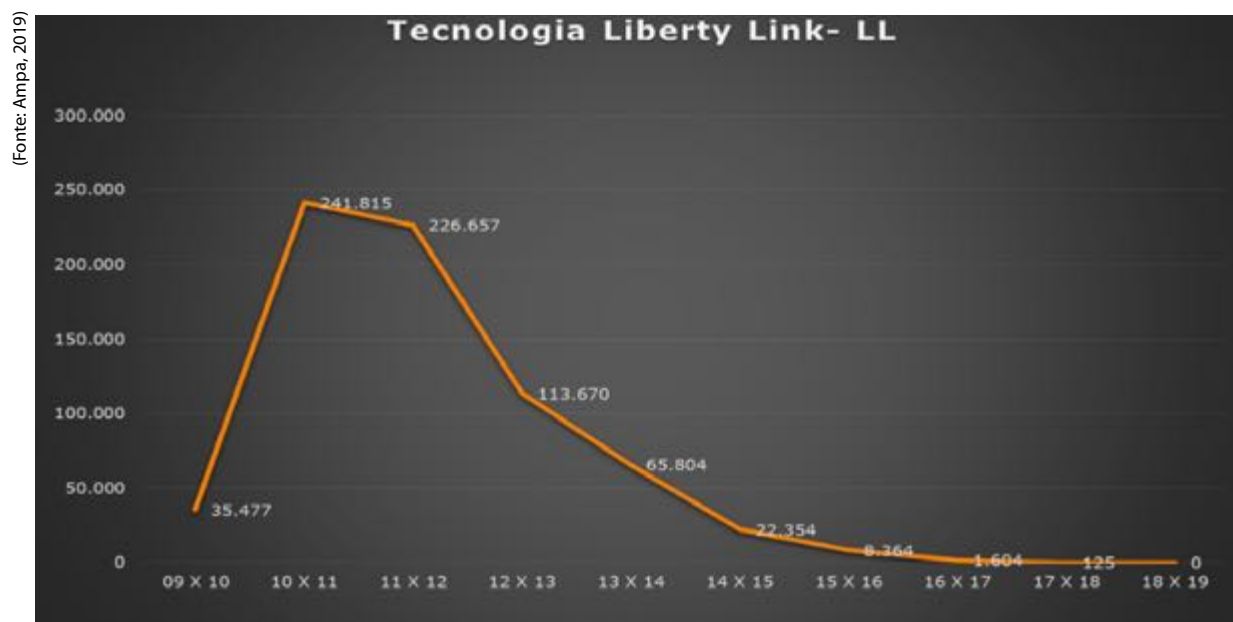


Figura 8. Evolução da tecnologia LL no algodoeiro em Mato Grosso

Essa tecnologia foi substituída rapidamente pelas tecnologias WideStrike® (que permite usar o glufosinato na fase vegetativa de desenvolvimento do algodoeiro) (Figura 9) e, mais

tarde, pelas tecnologias RF (Roundup Ready Flex®) e GL, com maior janela de aplicação em relação à fenologia da planta, associadas à resistência ao glifosato.



Figura 9. Evolução da tecnologia WS no algodoeiro em Mato Grosso

Em termo de tecnologias de resistência aos lepidópteros, a tecnologia WS, carregada por germoplasmas muito produtivos e de ampla adaptação (FM 975WS e TMG 81WS), ocupou muito mercado, mas vem cedendo espaço os últimos anos.

Com a aparição da *Helicoverpa armigera*, o WideStrike® vem cedendo espaço às biotecnologias de segunda geração (Bollgard II® e TwinLink®- GLT), que ocupam mercado significativo nos últimos 3-4 anos (Figura 10).

(Fonte: Ampa, 2019)

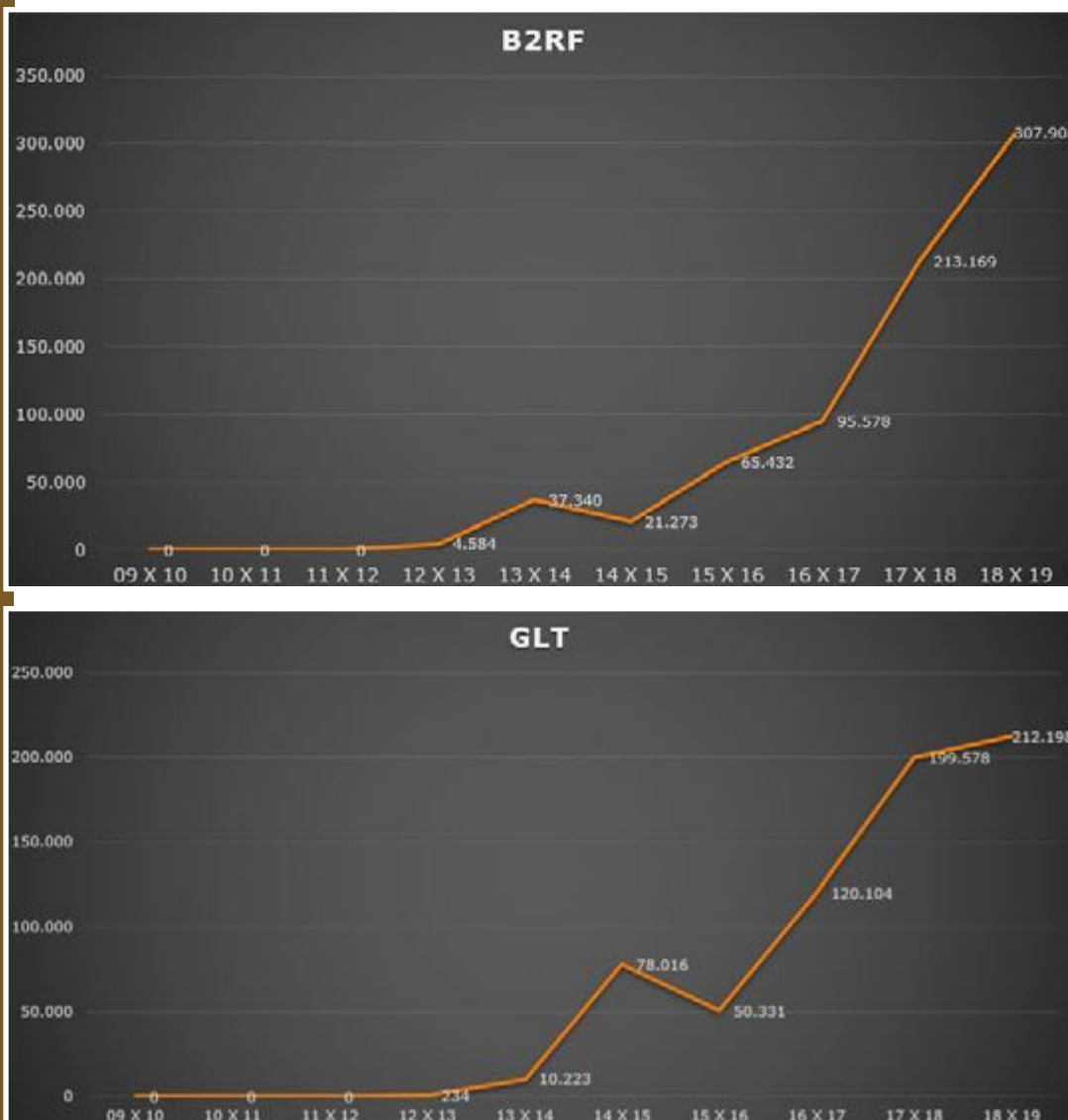


Figura 10. Evolução das tecnologias B2RF e GLT no algodoeiro em Mato Grosso

Ao longo desses anos, por diversas razões, algumas das tecnologias GM perderam parte de sua eficiência de controle. *Spodoptera frugiperda* tornou-se praga-chave no sistema de cultura soja-algodão-milho, o que estimulou a comercialização, em 2018, da primeira variedade com a tecnologia VIP3a (GLTP).

As Figuras 11 e 12 apresentam as principais variedades usadas para plantio no Estado de Mato Grosso na safra 2018/2019; a Figura 11 mostra as principais tecnologias usadas, na qual observamos que o WideStrike® perde espaço para as tecnologias Bollgard IIRF® e GLT/GLTP, porém ainda sobrevive pelas qualidades agrônômicas do germoplasma

que carrega (FM 975WS e TMG 81WS). Da mesma forma, o germoplasma sustenta o crescimento importante da tecnologia GL (variedades FM 944GL e IMA 2106GL).

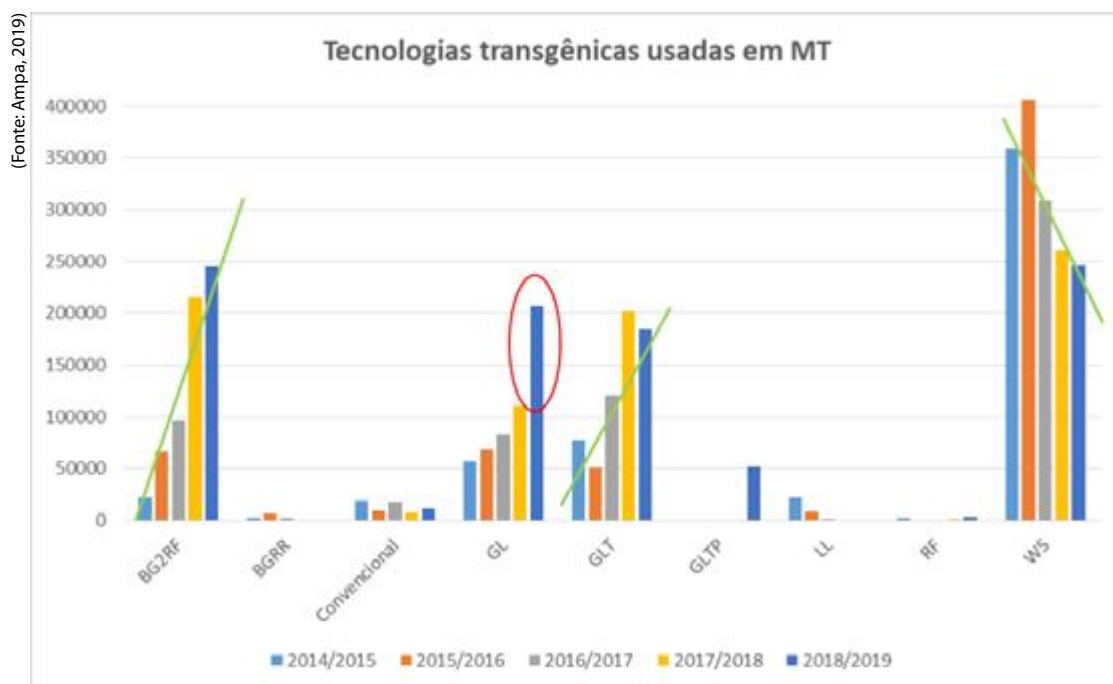


Figura 11. Porcentagem de uso das diversas tecnologias em Mato Grosso. Safra 2018/2019

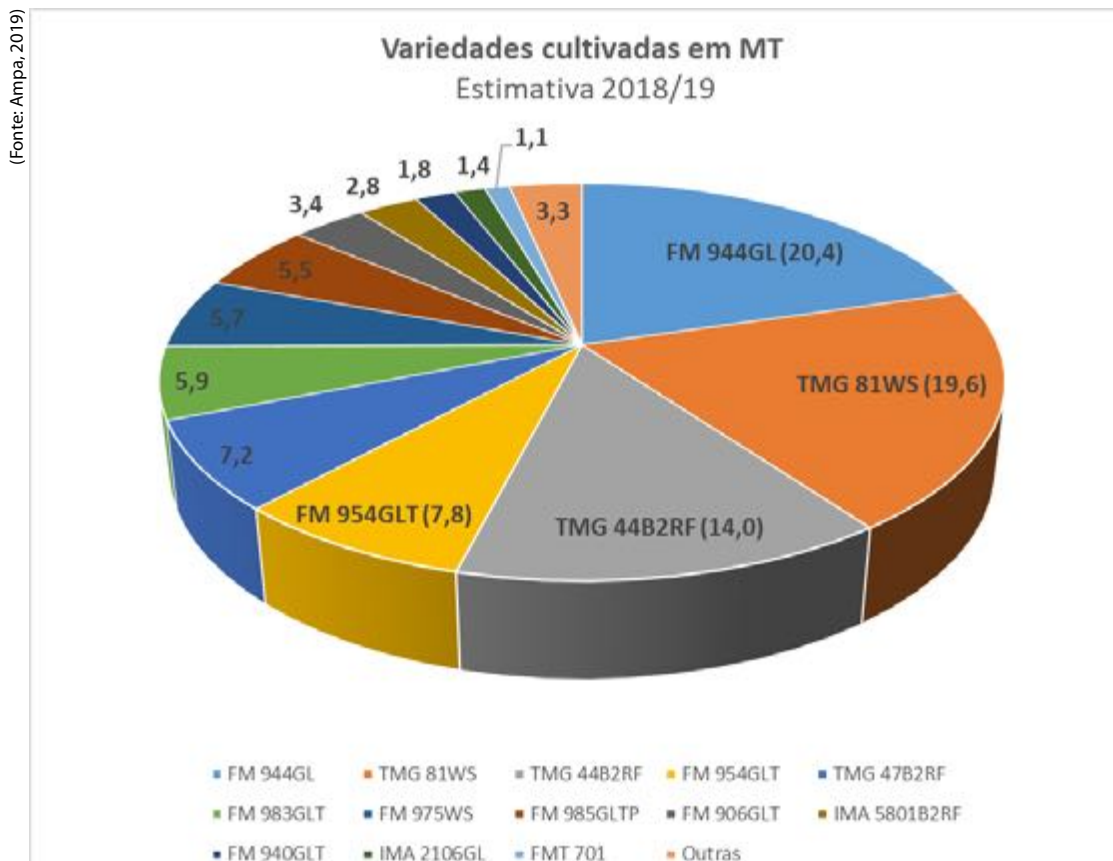


Figura 12. Principais variedades plantadas em Mato Grosso - Safra 2018/2019

Perfil do cotonicultor mato-grossense e organização da cadeia produtiva

Os produtores de algodão de Mato Grosso são muito bem organizados e representados pela Ampa e pela Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa). Outras instituições, criadas pelos produtores, vêm complementando esse esquema de apoio.

O Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), braço tecnológico da Ampa, desenvolve trabalhos de pesquisa sobre os diversos cultivos de interesse dos produtores de algodão e realiza numerosas ações de treinamento e extensão agrícola para os técnicos das fazendas, ações de prevenção de incêndios nas algodoeiras e adequação das fazendas à legislação trabalhista e ambiental. Esse dispositivo é complementado pela Comdeagro, cooperativa

encarregada da comercialização dos produtos gerados pelo IMAmt.

Recentemente, o CTD de Rondópolis foi equipado com uma miniusina de descaroçamento de algodão (*Figura 13*), ferramenta única na América do Sul, para realizar capacitações, formações e treinamentos de profissionais do ramo de beneficiamento do algodão.

O produtor de algodão de Mato Grosso é altamente tecnificado e estruturado. Muitas fazendas, além de possuírem parque de maquinário específico para o cultivo (colheitadeiras “picker” ou “stripper”), são equipadas com unidades de beneficiamento próprias. Esse alto nível de investimento específico e elevado custo de produção justificam investimentos elevados em treinamento de recursos humanos, principalmente para o manejo a campo e na indústria.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 13. Miniusina de descaroçamento do IMAmt no CTD de Rondópolis

Referências bibliográficas: entrar em contato com o autor





**José Holanda
Campelo Júnior**
UFMT



**Ricardo Santos
Silva Amorim**
UFMT

Produtividade do cultivo algodoeiro em Mato Grosso - chuva, solo e época de plantio

Avaliando o efeito da chuva sobre a produtividade

Para alcançar uma produtividade compensatória, o algodoeiro necessita de uma proporção harmoniosa de chuva e sol na primeira metade do ciclo de produção e da ausência de chuva no final, depois da abertura dos capulhos.

Em Mato Grosso, muitas vezes, após a colheita de uma primeira safra de produção de grãos, a época de semeadura do algodão estende-se geralmente do início de janeiro até o final de fevereiro, de modo a conciliar-se com a distribuição de chuvas na região, que são mais abundantes em janeiro e diminuem gradualmente até maio.

Dificuldades na disponibilidade de máquinas e equipamentos e na aquisição de insumos, ou mesmo na realização de operações agrícolas no período mais chuvoso, podem causar atrasos na semeadura, trazendo riscos de redução da produtividade, que será constatada somente ao final da colheita.

A importância da chuva para as plantas cultivadas comercialmente decorre da participação da água em diversos processos fisiológicos, como no transporte de nutrientes minerais no solo para absorção pelas raízes, na abertura e fechamento dos estômatos que regulam a saída de água pela transpiração e a entrada de gás carbônico para a realização da fotossíntese. Entretanto, o aumento da quantidade de chuva nem sempre resulta em aumento de produtividade da lavoura. Chuva em demasia pode encharcar o solo, dificultando a aeração das raízes e as tarefas

mecanizadas, sem contar que pode reduzir a produtividade, pois reduz a quantidade de luz necessária para a fotossíntese. A água da chuva precisa ser suficiente para atender às necessidades da cultura agrícola à medida que o ciclo de vida vegetal transcorre, ficando disponível no solo a cada dia, apesar do consumo da planta e da evaporação. Desse modo, num mesmo local, em diferentes anos e mesmo em diferentes épocas do ano, a quantidade adequada de água depende não somente do total de chuva ao longo dos dias, mas também da insolação, do vento, da temperatura, da umidade do ar, do tamanho da planta, do espaçamento utilizado no cultivo e da capacidade do solo em reter e fornecer a água para as plantas.

Para avaliar a quantidade adequada de chuva, é necessário realizar a contabilidade da água por meio do balanço hídrico do solo durante todo o ciclo de produção, em intervalos de tempo de uma a duas semanas, preferencialmente em intervalo de dez dias. Isto pode ser feito ano a ano, para ir acompanhando como a lavoura está evoluindo em uma safra, mas também pode ser feito quando se pretende planejar, antes de iniciar a lavoura. No primeiro caso, durante o ciclo de produção daquele ano, é necessário determinar a capacidade de armazenamento de água do solo em cada talhão de cultivo, medir a umidade do solo a cada dez dias e medir diariamente todas aquelas variáveis meteorológicas já mencionadas, sobretudo a chuva. Se, no entanto, o interesse for o planejamento que

antecede a semeadura, é necessário dispor de um histórico do total de chuva cada dez dias, ano a ano, na própria fazenda ou nas imediações.

O IMAmt e a UFMT analisaram dados históricos de chuva, insolação, vento, temperatura, umidade do ar e hábito de crescimento das variedades cultivadas em Mato Grosso, em três classes de capacidade do solo em reter a água, de modo a obter o balanço hídrico do solo cada dez dias, ano a ano, em 119 localidades na região, o que possibilitou prever a redução de produtividade esperada em três de cada quatro anos, no cultivo do algodoeiro adensado, provocada por deficiência na quantidade de chuva em Mato Grosso, com 75% de segurança, portanto.

A comparação entre a produtividade obtida em 11 talhões de cultivo comercial no ano de 2010 e a produtividade calculada pelos métodos utilizados no zoneamento demonstrou que os procedimentos utilizados no estudo realizado pelo IMAmt e pela UFMT foram adequados.

Resultados do Zoneamento do risco de deficiência hídrica para o algodoeiro adensado em Mato Grosso

Os resultados deste trabalho foram apresentados na forma de mapas, que podem ser acessados em <http://www.sergeo.ufla.br/sergeo/sergeo>, no link Projetos, acessando "Zoneamento do risco de deficiência hídrica para o algodoeiro adensado em Mato Grosso".

Os mapas disponíveis levam em consideração três tipos de variedades (precoce, intermediárias e tardias), solos com capacidade de armazenamento de água de 100, 150 e 200 mm, e semeadura realizada entre 1º de janeiro e 20 de fevereiro. Neles, na escala em que lhes for conveniente, os produtores e técnicos podem obter as informações que julgarem necessárias ao seu planejamento.

Para utilização dos mapas, as variedades presentes no mercado podem ser classificadas de acordo com a *Tabela 1*.

Tabela 1. Classificação das variedades de algodoeiro cultivadas atualmente em Mato Grosso

| <i>Precoce</i> | <i>Intermediária</i> | <i>Tardia</i> |
|----------------|----------------------|---------------|
| FM 906GLT | TMG 44B2RF | TMG 81WS |
| TMG 61RF | TMG 47B2RF | FM 701 |
| TMG 62RF | IMA 2106GL | FM 975WS |
| FM 913GLT | IMA 5801B2RF | FM 983GLT |
| | IMA 6801B2RF | FM 985GLTP |
| | FM 940GLT | IMA 8405GLT |
| | FM 944GL | IMA 8001WS |
| | FM 954GLT | DP 1746B2RF |
| | BRS 432B2RF | |
| | DP 1536B2RF | |
| | DP 1637B2RF | |

Outro dado importante para o uso dessa ferramenta pelo produtor é a capacidade do solo em reter a água disponível de cada talhão (CAD, em mm) em que se pretende realizar o cultivo do algodoeiro.

Roteiro para determinação da redução de produtividade nos mapas do Zoneamento do risco de deficiência hídrica do algodoeiro adensado em Mato Grosso

No caso de haver necessidade de determinar a redução de produtividade em uma localidade, utilizando os mapas do Zoneamento do risco de deficiência hídrica do algodoeiro adensado em Mato Grosso, deve-se proceder da seguinte maneira:

Acesse o portal www.sergeo.ufla.br/sergeo/sergeo; no link Projetos, acesse "Zoneamento do risco de deficiência hídrica para o algodoeiro adensado em Mato Grosso";

Desmarque o quadrado referente a: 10 Fev (ciclo precoce - 100 mm);

Selecione o mapa desejado. Ex: 20 Fev (ciclo tardio - 200 mm);

Clique nas iniciais do mês (ex.: Fev), para abrir a legenda de valores de queda de rendimento correspondentes aos tons de cinza;

Clique no botão **XY**, localizado na barra da parte superior do mapa (**GoToLocation**), e digite a longitude e a latitude do local do qual queira determinar a queda de rendimento, com sinais negativos (ex.: longitude = x -56,3526; longitude = y -11,2162);

Clique no botão **Pan To**, para se deslocar para o local procurado;

Dê tantos cliques no botão **Zoom To** quantos forem necessários para que a área da tela em que está o mapa se reduza a uma única tonalidade de cinza;

Anote a faixa de queda de rendimento da legenda que está associada à tonalidade única de cinza encontrada (ex.: 0,34 a 0,43, isto é, 34% a 43%).

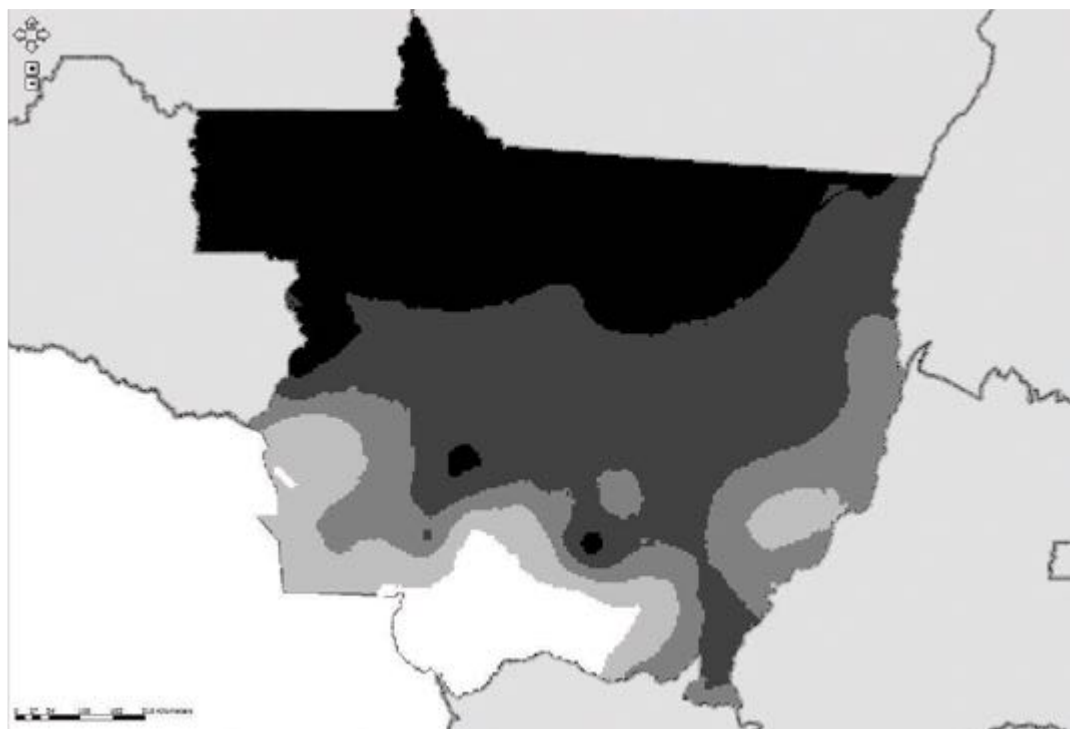


Figura 1. Redução de produtividade de algodoeiro em Mato Grosso, para uma cultivar de ciclo precoce, com plantio em 1º de janeiro, para solos com capacidade de armazenamento de água de 100 mm

Determinação da capacidade do solo em reter água (CAD)

A capacidade do solo em reter água disponível para as plantas (CAD, em mm) deve ser determinada para cada camada homogênea que for identificada no solo, levando em consideração a densidade aparente (d , em mg.m^{-3}); a espessura (H , em m); e as umidades equivalentes à capacidade de campo (CC, em kg.kg^{-1}) e ao ponto de murcha permanente (PMP, em kg.kg^{-1}), de cada camada, segundo a expressão:

$$\text{CAD} = (\text{CC} - \text{PMP}) * d * H * 1000$$

CC: capacidade de campo (CC, em kg.kg^{-1})

PMP: ponto de murcha permanente (PMP, em kg.kg^{-1})

d : densidade aparente do solo (d , em mg.m^{-3} , ou t.m^{-3} , ou g.cm^{-3} , ou em kg.l^{-3})

H : espessura de cada camada homogênea de solo explorada pelas raízes do algodão (H , em m)

A capacidade de campo e a densidade aparente são obtidas em cada talhão de produção na própria fazenda.

A umidade equivalente à capacidade de campo corresponde ao teor de água no solo depois que o excesso de água tenha sido drenado e a taxa de movimento descendente tenha sensivelmente diminuído. Isto ocorre num período de 24 a 72 horas para solos arenosos e de 72 a 120 horas para solos argilosos. Esta umidade representa a quantidade máxima de água que pode ficar retida no solo, mas nem todo o volume fica disponível para as plantas; é uma característica intrínseca do solo e é influenciada principalmente pelas características de textura, estrutura, mineralogia e teor de matéria orgânica do solo.

Em laboratório, alguns pesquisadores têm utilizado como umidade equivalente à capacidade de campo a quantidade de água retida no solo sob sucções de 33 kPa, 10 kPa ou 6 kPa. Para solos argilosos, utilizam as menores tensões e, para arenosos, as maiores sucções ou tensões.

Como a planta gasta energia para retirar água do solo, ela não consegue extrair toda a água que está retida na capacidade de campo, pois parte dela está retida com uma energia superior àquela que a planta consegue exercer. Desse modo, há

um conteúdo de água que o solo ainda conserva quando as plantas mostram, pela primeira vez, sinais de murchamento definitivo, que é chamado de umidade equivalente ao ponto de murcha permanente (PMP), ou seja, é o teor de água no solo abaixo do qual uma planta em crescimento ativo apresenta perda de turgescência das folhas da qual não se recupera, mesmo quando colocada em ambiente escuro com atmosfera saturada.

A condição de murcha permanente não deve ser confundida com o murchamento temporário, que ocorre todas as vezes que a taxa de transpiração é maior que a taxa de absorção de água pelas raízes, coisa frequente em horários mais quentes e secos, mas que desaparece à noite. Desta forma, a umidade equivalente ao ponto de murcha permanente pode ser considerada como o limite mínimo da água armazenada no solo que será usada pelos vegetais. Apesar de o conceito de PMP ser aceitável e útil para a maioria das plantas cultivadas, seu valor depende do tipo de solo (textura, mineralogia e matéria orgânica do solo) e deve ser encarado com reservas quando se trata de plantas com capacidade de extrair água além desse limite.

Existem na literatura diferentes métodos para obtenção dos valores das umidades equivalentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente. No entanto, por questões de praticidade, indicam-se a seguir um método direto (de campo), um método indireto de laboratório, um método indireto utilizando outros atributos do solo (funções de pedotransferência), e a possibilidade de essas informações serem encontradas em banco de dados de levantamentos pedológicos.

O método direto de determinação da umidade equivalente à capacidade de campo consiste na retirada de uma amostra de solo indeformada, com auxílio de um cilindro rígido. Na *Figura 2*, é possível observar um cilindro de PVC e a infraestrutura necessária para a coleta de uma amostra desse tipo, com um volume aproximado de 18 l de solo. O cilindro rígido pode ser de metal, como o de uma embalagem em que a tampa e o fundo tenham sido retirados, e o volume de solo pode ser menor. Porém, para alguns solos, amostras menores que 1 l podem não ser representativas. De qualquer forma, é importante que o volume interno do cilindro seja conhecido.

Após a retirada desta amostra, ela será colocada em uma bacia com água, cuja função é

permitir a saturação completa do solo por ascensão capilar, ou seja, de baixo para cima, garantido, assim, que todos os poros estejam cheios de água. Quando o solo saturado, coloca-se o cilindro em local que permita a drenagem do excesso de água (água gravitacional) e impeça a evaporação direta. Assim que a drenagem do excesso de água do solo no cilindro terminar, a quantidade de água que ainda permanecer no solo equivale à máxima quantidade de água que o referido solo consegue reter para as plantas, ou seja, à umidade equivalente à capacidade de campo. O tempo para cessar a drenagem do excesso de água na coluna pode variar de 24 a 72 horas, dependendo principalmente do teor de argila do solo, sendo que, para solos argilosos, a drenagem é mais lenta.

A umidade do solo no cilindro equivalente à capacidade de campo poderá ser obtida determinando o teor de água no solo, que, por sua vez, pode ser obtido pelo método da pesagem, utilizando uma amostra do solo do cilindro. Antes de retirar essa amostra de avaliação da umidade, no entanto, é necessário pesar o cilindro com o solo e sem o solo, para determinar a massa úmida total somente de solo (MU), que permitirá estimar a densidade aparente, já mencionada como necessária para encontrar a CAD. Retira-se então uma amostra do solo do cilindro que alcançou a capacidade de campo e determina-se a massa do solo úmido (MSu) e a massa do solo seco (MSs), em uma balança, após a amostra permanecer em estufa, em um forno micro-ondas, ou de outro tipo, na temperatura de 105°C, durante 24 horas. O valor da CC é dado por:

$$CC = \frac{(PSu - PSs)}{PSs}$$

A densidade aparente, d , em $mg.m^{-3}$, ou $t.m^{-3}$, ou $g.cm^{-3}$, ou em $kg.l^{-3}$, é a massa seca total somente de solo contida no



Figura 2. Exemplo demonstrativo de cilindro com solo (A) do aparato para introdução do cilindro no solo (B, C e D)

cilindro, dividida pelo volume interno do cilindro (V), e pode ser obtida por:

$$d = \frac{MU}{1 + CC} \cdot V$$

O ponto de murchamento permanente obtido em cada talhão de produção na própria fazenda

O método direto ou biológico para determinação da umidade equivalente ao ponto de murcha permanente (PMP) consiste basicamente na utilização da própria planta para indicar a umidade do solo abaixo da qual ela não consegue extrair água no solo em quantidade suficiente para manter-se túrgida.

Este método pode ser aplicado em ambiente protegido na fazenda (viveiro, estufa, galpão, etc.) utilizando-se como plantas indicadoras feijão, girassol, soja e sorgo. O girassol, em particular, é considerado como planta padrão universal. Mas, se possível, é mais recomendável a utilização da cultura a ser conduzida no solo em questão.

Para este método, utiliza-se solo destorroado e passado em peneira de 2,0 mm (terra fina seca ao ar, ou TFSA - 2,0 mm) coletado na profundidade de interesse (profundidade efetiva das raízes da cultura de interesse). Em seguida, coloca-se esta TFSA em tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 21 cm de altura, deixando-se um centímetro para atingir a borda. Este solo deve ser adequadamente adubado conforme exigência da cultura que será utilizada. Em seguida, distribui-se cinco sementes por vaso da espécie a ser cultivada e mantém-se a umidade do solo igual à umidade equivalente à capacidade de campo (CC). Desta forma, a cultura terá condições de solo (nutricional e hídrica) ideais para o seu desenvolvimento inicial. Após a germinação e o crescimento inicial (o tempo necessário depende da espécie trabalhada), faz-se o desbaste deixando-se apenas uma planta por recipiente.

Após o desbaste, com o auxílio de uma balança, deve-se continuar mantendo a umidade do solo igual à CC, até que as plantas apresentem o sistema radicular bem desenvolvido (presentes em todo o volume de solo), o que geralmente ocorre quando a plântula apresenta o 4º ou 5º par de folhas definitivas. Neste momento, aplica-se água ao solo até sua saturação e, posteriormente, faz-se a impermeabilização da superfície com



filme plástico ou parafina fundida, para impedir que ocorra evaporação direta da água do solo, tomando-se o devido cuidado para não afetar as plantas. Desse ponto em diante, a perda de água do solo se dará unicamente por absorção das raízes e transpiração das folhas e, desta forma, começará propriamente o teste para determinação do PMP.

Assim que as plantas apresentarem os primeiros sintomas de murcha, deve-se colocá-las em ambiente úmido e escuro, onde permanecerão até recuperarem a turgescência. Caso isso ocorra, as plantas devem ser novamente deixadas no local de condução do experimento. Este procedimento deve ser repetido até que as plantas não recuperem a sua turgescência, ou seja, atinjam a murcha permanente.

Quando as plantas atingirem a este estado, deverão ser cortadas rente à superfície do solo, removida a impermeabilização (plástico ou parafina) da superfície e realizado o peneiramento para separação das raízes e homogeneização do solo. Posteriormente, retira-se uma pequena porção deste solo homogeneizado e determina-se sua umidade, a qual, de forma similar à CC, pode ser obtida pelo método da pesagem. Esta umidade equivale àquela abaixo da qual a cultura em teste entrará em murcha permanente, ou seja, umidade equivalente ao ponto de murcha permanente para a cultura em teste, dada por:

$$\text{PMP} = \frac{(\text{PSu}-\text{PSs})}{\text{PSs}}$$

A capacidade do solo em reter água determinada em laboratórios capacitados para avaliar as propriedades hidráulicas do solo

A capacidade do solo em reter água pode ser determinada em laboratórios capacitados para avaliar as propriedades hidráulicas do solo, onde as análises podem ser efetuadas em um tempo superior a 30 dias, em virtude do tempo

de execução desses procedimentos, da demanda de usuários pelo serviço e da quantidade de laboratórios capacitados para este fim. Nesse caso, o primeiro passo é a coleta de amostras de solos de forma adequada e representativas das condições edáficas a que estejam submetidos os talhões com a cultura do algodão. As amostras deverão ser coletadas em camadas de 20 em 20 cm, até onde forem encontradas raízes da cultura, ou até a profundidade de 100 cm, se não for realizada uma sondagem para verificar a presença de raízes.

As amostras devem ser indeformadas (amostras de solo com estrutura natural) e representar uma porção de terra com a mesma disposição e o mesmo arranjo das partículas encontrado no perfil do solo no campo. Elas são feitas com um amostrador com anel volumétrico metálico e de bordos cortantes, que é introduzido no solo, sob pressão, com auxílio de um "castelo", sendo removido a seguir, cuidadosamente, para que o solo nele contido não sofra deformações (*Figuras 3A, 3B*). Com um instrumento cortante, elimina-se o excesso de terra de ambas as faces do anel (*Figuras 3C, 3D*). Em seguida, a amostra indeformada é retirada do amostrador e se insere um novo anel no amostrador, para a coleta em uma nova profundidade ou em outro perfil de solo (*Figuras 3E, 3F*).

Em consequência das dificuldades de coleta e de transporte das amostras, da configuração dos equipamentos de laboratório, dos problemas de tempo mencionados no parágrafo anterior, os laboratórios geralmente utilizam anéis de 80 a 100 cm³, apesar da possibilidade de problemas de representatividade de amostras de solo com volume dessa ordem.

Após a coleta das amostras indeformadas, elas deverão ser devidamente acondicionadas e encaminhadas ao laboratório, para obtenção da densidade aparente do solo, da capacidade de campo e do ponto de murchamento permanente.

Para determinação das umidades

equivalentes à capacidade de campo (CC) e ao ponto de murcha permanente (PMP), as amostras são colocadas para saturação em bandejas com água por uma noite. Após a saturação, é feita a pesagem das amostras saturadas, que, posteriormente, são submetidas às tensões para retirada de água até a CC e o PMP. As tensões para obtenção da CC são de 33 kPa e 100 kPa para solos de textura argilosa e arenosa, respectivamente. Enquanto que, para obtenção da PMP, utiliza-se a tensão de 1.500 kPa para qualquer tipo de solo. Após a secagem das amostras nas respectivas tensões, elas são pesadas, e a CC e o PMP são obtidos por:

$$CC = \frac{(PS_{sat} - PSS_{TCC})}{PSS_{est}}$$

$$PMP = \frac{(PSS_{TPMP} - PSS_{est})}{PSS_{est}}$$

Em que:

CC = umidade equivalente à capacidade de campo do solo (kg.kg⁻¹).

PS_{sat} = Peso da amostra de solo saturado (kg).

PSS_{TCC} = Peso da amostra de solo submetido à tensão de 33 kPa ou 100 kPa depois de cessada a drenagem interna (kg).

PSS_{est} = Peso da amostra de solo seco em estufa a 105°C (kg).

PMP = umidade equivalente ao ponto de murcha permanente do solo (kg.kg⁻¹).

PSS_{TPMP} = Peso da amostra de solo submetido à tensão de 1.500 kPa depois de cessada a drenagem interna (kg).

A densidade aparente do solo é obtida conhecendo o volume do cilindro e a massa de solo seco que coube dentro do cilindro:

$$d = \frac{PSS_{est}}{Vc_t}$$

Em que Vc_t corresponde ao volume do cilindro (cm³).

(Imagem: José Campelo)



Figuras 3A, 3B, 3C, 3D, 3E e 3F. Amostrador volumétrico de Kopeck e procedimentos para coleta de amostra indeformada de solo

A capacidade do solo em reter água determinada com informações disponíveis em trabalhos de levantamento de solo anteriores

Na impossibilidade de determinar em laboratório a densidade aparente do solo, a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, o interessado pode recorrer a um levantamento de solos já existente.

O Brasil tem gerado grande quantidade desse tipo de dados por meio de levantamentos e outros estudos, como os realizados pelo antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), da Embrapa, e pelo Projeto Radam Brasil. A disponibilização desses dados na forma de mapas, independentemente de suas escalas, não fornece toda a informação requerida pelos usuários, já que a quantidade de dados coletados durante os levantamentos exige um espaço que não cabe em mapas ou legendas. Geralmente, o detalhamento desses dados está disperso em planilhas, relatórios técnicos, dissertações de mestrado, teses de

doutorado, livros, boletins de pesquisa, além de outros meios magnéticos.

O Sistema de Informações Georreferenciadas de Solos do Brasil (SigSolos - versão 1.0) foi estruturado para permitir o armazenamento de informações oriundas de diferentes fontes, níveis e escalas de levantamentos de solos, tendo, como base, normas e conceitos utilizados na ciência do solo. A primeira etapa do SigSolos foi concluída com a disponibilização da versão 1.0, para o armazenamento de dados, e, atualmente, já é possível acessar algumas informações sobre os solos brasileiros a partir da Iniciativa Solos.br, diretamente na página da Embrapa Solos na internet, no seguinte endereço: <http://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br>.

Outra base de dados de solos brasileiros pode ser consultada em http://www.esalq.usp.br/gerd/Solos_Brasil.mdb, desenvolvida em ambiente Microsoft Access. Em http://www.esalq.usp.br/gerd/BrazilSoilDB_08VI05.xls, as informações podem ser encontradas em ambiente Microsoft Excel.

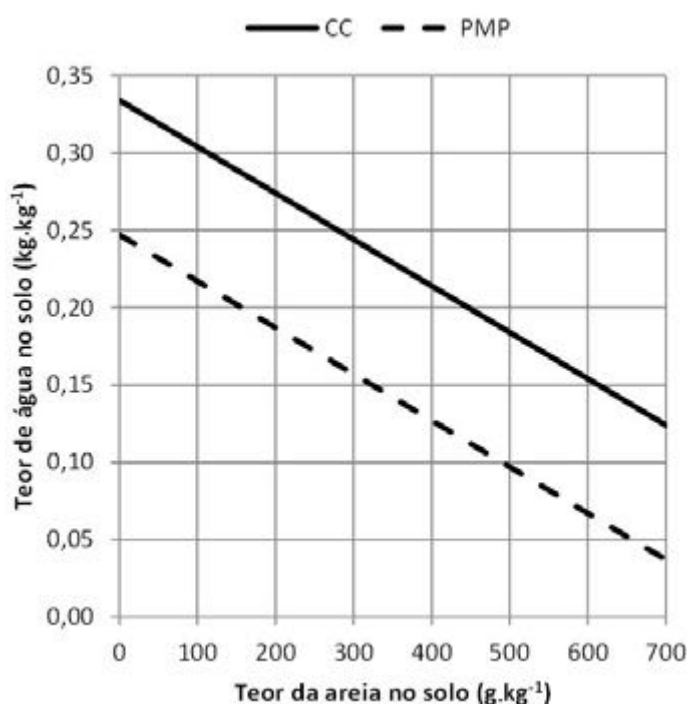


Figura 4. Estimativa da capacidade de campo (CC, em kg.kg⁻¹) e do ponto de murchamento permanente (PMP, em kg.kg⁻¹), a partir do teor de areia do solo

A capacidade do solo em reter água determinada com dados de textura ou de outros atributos do solo, disponíveis em análises de solo já realizadas antes

Nas regiões produtoras de Mato Grosso, a *Figura 4* pode ser utilizada para estimar os valores de CC e PMP, com base no teor de areia do solo, até o limite de 700 g.kg⁻¹.

Um exemplo do uso da *Figura 4* é um solo com um teor de areia de 500 g.kg⁻¹ (ou 50% de areia). Entre no eixo horizontal da figura, suba até a linha PMP e leia o valor de 0,10 kg.kg⁻¹ no eixo vertical. O valor correspondente para a linha CC é 0,18 kg.kg⁻¹ no eixo vertical.

É importante ressaltar que o uso da *Figura 4* é restrito aos solos de Mato Grosso, e solos muito argilosos, com teor de areia inferior a 700 g.kg⁻¹ (menor do que 70%). Para solos mais arenosos, é aconselhável providenciar a coleta de amostras, e o enviá-las ao laboratório, ou determinar diretamente na própria fazenda.

Se os valores de densidade aparente, capacidade de campo e ponto de murchamento permanente forem os que estão na *Tabela 2*, a capacidade de armazenamento de água disponível no solo poderá ser calculada para cada camada, que, depois de somadas, totalizarão 108,1 mm.

Tabela 2. Valores de densidade aparente (d, em kg.l⁻³), capacidade de campo (CC, em kg.kg⁻¹) e do ponto de murchamento permanente (PMP, em kg.kg⁻¹) em camadas de um solo cultivado com algodoeiro

| Camadas do solo | | D | CC | PMP |
|------------------|---------------|------|------|------|
| Profundidade (m) | Espessura (m) | | | |
| 0-0,20 | 0,20 | 1,30 | 0,18 | 0,10 |
| 0,20-0,40 | 0,20 | 1,25 | 0,20 | 0,11 |
| 0,40-0,60 | 0,20 | 1,40 | 0,18 | 0,10 |
| 0,60-0,80 | 0,20 | 1,35 | 0,22 | 0,14 |
| 0,80-1,00 | 0,20 | 1,30 | 0,20 | 0,12 |

Camada de 0,00 a 0,20 m: CAD=(0,18-0,10)*1,30*0,20*1000=20,8 mm

Camada de 0,20 a 0,40 m: CAD=(0,20-0,11)*1,25*0,20*1000=22,5 mm

Camada de 0,40 a 0,60 m: CAD=(0,18-0,10)*1,40*0,20*1000=22,4 mm

Camada de 0,60 a 0,80 m: CAD=(0,22-0,14)*1,35*0,20*1000=21,6 mm

Camada de 0,80 a 1,00 m: CAD=(0,20-0,12)*1,30*0,20*1000=20,8 mm

Solo de 0,00 até 1,00 m: CAD=20,8+22,5+22,4+21,6+20,8=108,1 mm

Organize os dados de chuva da fazenda para aprimorar o zoneamento

Um estudo como o “Zoneamento do risco de deficiência hídrica para o algodoeiro”, desenvolvido pelo IMAmt e a UFMT, não pode ser realizado com os dados de chuva de apenas uma safra. Ele necessita do histórico das chuvas de vários anos, em diversas localidades distribuídas em todo o território de sua abrangência.

Nesse ponto, cada fazenda de produção poderia contribuir para o aprimoramento do trabalho, se informasse os dados de que dispõe.

É importante ressaltar que os dados históricos de chuva de cada ano já transcorrido só têm utilidade se estiverem organizados por dia do ano, ou em somas já totalizadas, do primeiro ao

décimo dia, do décimo primeiro ao vigésimo dia e do vigésimo primeiro ao último dia de cada mês. Os totais mensais não têm utilidade, porque não revelam como a chuva se distribuiu, isto é, se houve períodos menores de tempo em que houve uma deficiência hídrica significativa, a ponto de prejudicar o desenvolvimento das plantas, afetando a produtividade.

Um mínimo de dez anos seria o recomendável para realizar um trabalho de natureza científica, mas um número menor de anos já permite uma avaliação preliminar do problema. Seria preferível que o histórico não contivesse falhas de medida, mas, ainda assim, é possível utilizá-lo, desde que sejam informados quais os dias em que a medida não foi realizada, ou em que o registro tenha sido perdido.

Os dados podem ser enviados para o endereço eletrônico campe-lo@ufmt.br, para que seja analisada a homogeneidade e, em caso positivo, se determine qual a probabilidade de ocorrência de diferentes totais de chuva em cada período, que seriam enviados ao remetente dos dados, de modo a serem utilizados no planejamento das atividades na fazenda, além de contribuírem para aprimorar o zoneamento.

Caso haja interesse e disponibilidade, além da chuva, dados de outras informações meteorológicas, espaçamento utilizado na semeadura, demais práticas de manejo, como época e doses de adubação e aplicação de defensivos, resultados de laboratório da análise de solo, principalmente as classes de textura do solo, datas de semeadura e de colheita e produtividade em cada talhão podem ser enviados para o mesmo endereço, para serem analisados, incorporados às melhorias que forem sendo introduzidas na versão original do estudo, e encaminhados de volta ao remetente, para serem utilizados como lhe parecer mais adequado.

Alguns exemplos de estimativa de queda de rendimento, usando tabelas elaboradas com os mapas do zoneamento

A fim de facilitar o acesso aos dados do zoneamento por técnicos das fazendas, foram elaboradas tabelas de queda de produtividade para dez localidades representativas da variabilidade das áreas algodoeiras de Mato Grosso. Esses resultados foram apresentados na Circular Técnica Nº 2/2013 do IMAmt.

Por exemplo, a *Tabela 3* apresenta a estimativa de redução de produtividade de algodão (em três anos cada quatro, o que corresponde a uma probabilidade de 75%, ou 25% de risco de uma queda maior que essa), em sistema adensado na região de Alto Taquari (Fazenda Janice), em função do ciclo da variedade, da reserva do solo e da data de plantio.

Assim, no exemplo de Alto Taquari, com um solo com CAD de 100 mm, e um enraizamento de 1 m, utilizando uma variedade tardia semeada em 1º de fevereiro, a estimativa de perda de produtividade seria aproximadamente entre 52% e 60%, enquanto que com o uso de uma variedade precoce, essa perda seria reduzida entre 41% a 52%. Para assumir a mesma perda com uma variedade tardia, haveria de realizar-se o plantio no máximo até 20 de janeiro.

Tabela 3. Faixa de redução de produtividade (em %) do algodoeiro adensado, com 75% de confiança, em função do tipo de variedade (precoce, intermediária e tardia), da capacidade de armazenamento de água do solo (CAD de 100, 150 e 200 mm) e da data de semeadura, para as coordenadas de 17°47'0,21" de latitude Sul e 53°21'45,89" de longitude Oeste (Fazenda Janice, Município de Alto Taquari, Mato Grosso)

| Data | Tardia | | | Intermediária | | | Precoce | | |
|-------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 200 | 150 | 100 | 200 | 150 | 100 | 200 | 150 | 100 |
| 20/02 | 53 a 67 | 65 a 75 | 70 a 78 | 59 a 72 | 63 a 75 | 69 a 78 | 69 a 87 | 57 a 71 | 62 a 74 |
| 10/02 | 56 a 69 | 59 a 71 | 64 a 74 | 69 a 86 | 57 a 70 | 74 a 87 | 49 a 64 | 52 a 67 | 47 a 56 |
| 01/02 | 50 a 64 | 53 a 66 | 52 a 60 | 48 a 63 | 52 a 66 | 49 a 59 | 43 a 58 | 34 a 46 | 41 a 52 |
| 20/01 | 45 a 61 | 39 a 51 | 45 a 54 | 43 a 59 | 36 a 49 | 66 a 81 | 27 a 40 | 30 a 43 | 36 a 47 |
| 10/01 | 42 a 56 | 33 a 46 | 39 a 49 | 41 a 55 | 30 a 43 | 35 a 45 | 23 a 36 | 25 a 38 | 29 a 40 |
| 01/01 | 25 a 37 | 28 a 40 | 32 a 42 | 23 a 35 | 25 a 37 | 29 a 39 | 20 a 32 | 20 a 32 | 24 a 36 |

(Fonte: <http://www.sergeo.ufmt.br/sergeo/sergeo>)

Recomendação Final

Uma recomendação que pode ser deduzida dos resultados do zoneamento é a de que, em caso de impossibilidade de evitar o atraso na semeadura, os produtores devem evitar os talhões onde a capacidade de armazenamento de água no solo seja menor, ou iniciar o plantio por esses talhões e planejar o uso dos talhões, deixando para o final aqueles de textura mais argilosa, maior densidade e onde constatem maior profundidade na penetração de raízes, portanto, com maior capacidade de armazenamento de água, para o final de uma semeadura escalonada. Esta preocupação deve ser considerada ainda mais relevante nas fazendas de produção localizadas mais ao sul e ao leste do Estado.

Mais informações sobre o sistema adensado podem ser encontradas em:

- O Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso, IMAmt, 2010
- Sistema de produção do algodão adensado, Abrapa, 2015

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Gestão operacional e custo de produção de algodão em Mato Grosso



**Lucilio Rogerio
Aparecido
Alves**
Esalq/USP



**Geraldo
Sant'Ana
de Camargo
Barros**
Esalq/USP



Mauro Osaki
Esalq/USP



**Fábio
Francisco de
Lima**
Esalq/USP

1. Motivadores para gerenciar custos de produção

Como qualquer outro negócio, administrar uma fazenda agropecuária — ou seja, tomar as decisões que garantam sua rentabilidade e sua segurança econômica — requer uma gama abrangente e detalhada de informações sobre técnicas e aspectos financeiros. Porém, em geral, tais informações costumam ficar armazenadas somente na memória do administrador, sem registros formais, dificultando a análise do diagnóstico econômico-financeiro da propriedade, podendo propiciar um quadro potencialmente enganoso do desempenho ou da eficiência do administrador de um negócio agropecuário.

Cada vez mais, empresários rurais vêm sentindo a necessidade de conhecimentos administrativos mais adequados como condição imprescindível para a própria sobrevivência da empresa. Esse interesse demanda novas tecnologias gerenciais, a começar pela contabilidade rural, que se destaca como o principal instrumento de apoio à tomada de decisões durante a execução e o controle das operações da empresa rural.

Os registros podem ser feitos de forma manual, mas, atualmente, cresce a necessidade do desenvolvimento de sistemas informatizados mais completos, ágeis e flexíveis. Independentemente da forma, entretanto, indicadores de eficiência devem ser gerados, apontando os pontos fortes e fracos, bem como os gargalos que dificultem os ajustes capazes de propiciar sustentabilidade ao negócio agropecuário. Em forma de relatórios, esses indicadores devem permitir um diagnóstico da empresa e os ajustes

necessários para maior eficiência em termos de resultados administrativos. Os indicadores permitem, ainda, examinar as características estruturais da fazenda, incluindo a evolução do capital e sua composição (terra, benfeitorias, rebanhos e culturas permanentes, maquinário), a eficiência e o retorno a esse capital, necessidade de empréstimos e financiamento, capacidade de oferecer as devidas garantias e pagar os compromissos financeiros decorrentes, ou seja, a solvência do negócio. Dessa forma, pode-se avaliar a situação patrimonial e financeira e a rentabilidade das empresas rurais.

Os relatórios obtidos a partir da contabilidade e da gestão de custos devem garantir à gerência um fluxo contínuo de informações sobre os mais variados aspectos econômicos e financeiros da empresa rural, permitindo a avaliação de sua situação atual e comparações com o que foi planejado quando as decisões que resultaram no projeto de investimento foram tomadas. Tal confronto possibilita a identificação e o controle dos desvios e suas causas, permitindo os ajustes necessários frente às mudanças não previstas no cenário utilizado na formulação do projeto inicial. A contabilidade rural, por meio do registro de informações e elaboração de demonstrações financeiras e relatórios, tem as seguintes finalidades:

- Medir o desempenho econômico-financeiro da empresa e de cada atividade produtiva individualmente;
- Orientar as operações agropecuárias de forma a melhorar o desempenho da fazenda;
- Controlar as transações financeiras;
- Apoiar a tomada de decisões no

- planejamento da produção, das vendas e dos investimentos;
- Auxiliar as projeções de fluxo de caixa e necessidade de crédito;
- Permitir a comparação do desempenho da empresa no tempo e desta com outras empresas;
- Conduzir as despesas pessoais do proprietário e de sua família;
- Justificar a liquidez e a capacidade de pagamento da empresa junto a agentes financeiros e outros credores;
- Servir de base para seguros, arrendamentos e outros contratos;
- Gerar informações para a declaração do Imposto de Renda.

Os registros também são importantes para demonstrar a conformidade a regulamentos ambientais, estabelecer necessidade de seguro, planejar e avaliar patrimônios, monitorar estoques, relatórios para sócios e acionistas, dividir renda e despesas em negócios com vários donos, entre outras finalidades.

A partir dos dados disponíveis na contabilidade e dos resultados econômicos, podem ser analisados, por exemplo:

- Níveis e combinações de insumo e produto;
- Quando e como adquirir mais recursos;
- Riscos e retornos da adoção de novas tecnologias;
- Novos investimentos de capital;
- Ajuste do tamanho do estabelecimento;
- Troca de empreendimento;
- Busca de novos mercados para seus produtos.

Os indicadores bases para as análises acima tenderão a ser:

- Custo fixo total por fazenda e por unidade de negócio;
- Custos variáveis por produto e por unidade de negócio;
- Margem de contribuição em nível de produto;
- Margem bruta por fazenda;
- Pontos de equilíbrio em volumes e receitas de vendas;
- Lucratividade;

- Retorno do investimento operacional;
- A necessidade de aporte financeiro para reposição da infraestrutura produtiva, ou seja, a sustentabilidade agrícola.

Não se pode esquecer de que o estudo do custo de produção é dos assuntos mais importantes, pois, confrontado com as receitas do negócio, fornece ao empresário rural um roteiro indicativo para escolha dos sistemas de produção a serem adotados e seguidos, podendo dispor e combinar os recursos utilizados em sua produção, visando melhores resultados. Não se pode apenas utilizar como parâmetro o recurso disponível em caixa, ou seja, a diferença entre recebimentos e pagamentos, para verificar se a empresa rural está resultando em lucro de forma sustentável. Na prática, seria ideal que o produtor gerasse receita suficiente a cada safra que garantisse a reposição do patrimônio investido, permitindo manter a sustentabilidade da propriedade rural.

O fato é que gestores do futuro continuarão tomando decisões, assim como fazem hoje, e usarão princípios econômicos, orçamentos, resumos contábeis, análises de investimento, demonstrações financeiras e outras técnicas gerenciais para ajudá-los a tomar essas decisões.

Porém, é preciso analisar se o emprego de novas tecnologias proporciona resultados positivos a produtos novos e mais especializados para comercialização. Em outras palavras, as inovações eletrônicas podem oferecer dados mais exatos e ágeis para uso na tomada de decisões gerenciais. Esse aspecto é extremamente importante no ganho de eficiência, pois os agropecuaristas terão que concorrer mais agressivamente com negócios não agrícolas por uso de terra, mão de obra e recursos de capital.

No contexto de gestão e tomada de decisão, as funções da gestão envolvem (i) o planejamento, estabelecendo metas, identificando a quantidade e qualidade dos recursos disponíveis no empreendimento, para que estes sejam alocados entre os diversos usos concorrentes. Em seguida, parte-se para (ii) a implementação, que implica em adquirir recursos e materiais necessários para efetivar o plano, além de inspecionar todo o processo. Com as atividades em andamento, será preciso focar no (iii) controle, ou seja, monitorar resultados, verificar registros de informações e

comparar os resultados com a evolução histórica e também, se possível, a um padrão médio da região ou do negócio característico. Assim, o passo final são (iv) os ajustes, etapa que implica avaliar a necessidade de novos planejamentos, comparando os resultados com os objetivos do gestor. Isso pode envolver aperfeiçoar a tecnologia em uso ou, então, exigir a troca de empreendimentos (Kay *et al*, 2014; Olson, 2011). Em alguns casos, dados mais detalhados de produção e custos terão que ser coletados para a identificação de problemas específicos.

2. Quais fatores devem ser observados para contabilizar custos

Nesta seção, serão apresentados alguns passos para que o agropecuarista possa contabilizar seus custos de produção, por grupos, visando o agrupamento de dados e a elaboração de indicadores posteriores. A descrição está segregada em cinco diferentes passos/etapas.

Passo 1: identificar os centros de custos

Inicialmente, para contabilizar custos, é preciso identificar claramente a estrutura e a especificidade do negócio e das transações da fazenda. Por exemplo, deixar claras as movimentações que envolvem o dia a dia da fazenda, separando o que é referente ao negócio agrícola, o que é de responsabilidade da família e o que se refere a alguma unidade industrial. Não se deve misturar, por exemplo, gasto necessário para a produção agrícola com o da família e uma algodoeira, armazém etc. Gastos de filhos na escola não se referem à fazenda. Energia elétrica para a algodoeira e para o silo também não é de responsabilidade da produção agrícola. A família deve ter um pró-labore, e a unidade industrial, gastos e receitas próprias.

É importante estarem bem claras a identificação e a contabilidade de cada unidade, pois isso auxilia a localizar quais negócios estão obtendo lucro ou prejuízo, fundamentando o diagnóstico e planejamento de cada centro de custo.

Gastos, custos e receitas devem ser identificados para cada centro de custos

Família | Fazenda | Algodoeira | Silo |

Passo 2: alocação dos custos

Ao identificar os centros de custos na unidade agrícola, é importante que se possam identificar quais quantidades de insumos, mão de obra, máquinas, equipamentos, combustível, entre outros, podem ser contabilizados para uma cultura e/ou atividade e quais itens são conjuntos. Para os itens que não puderem ser contabilizados diretamente, deverá ser identificada uma forma de rateio. Devem ser segregados os custos e os desembolsos por fazenda, talhão, sistemas produtivos etc. — o máximo de segregação é desejável.

Passo 3: preços e quantidades

Identificar os preços unitários de cada insumo ou mesmo custo unitário de cada atividade, sendo que a multiplicação de ambos será o cálculo do custo total dos fatores de produção.

Passo 4: segregação dos itens de custos

Para assegurar uma listagem completa dos itens de custo, recomenda-se separar os custos ou despesas de produção em categorias. Poderia ser utilizada a seguinte classificação: custeio, despesa com comercialização, despesas gerais, arrendamentos, despesas financeiras e despesas com tributos e taxas diversas.

Sugerem-se, por exemplo:

- **Custeio:** podem ser contabilizados os custos com cada grupo de insumos, com cada categoria de operação mecânica, mão de obra, serviço terceirizado e irrigação;
- **Despesas com comercialização:** referem-se às despesas com a classificação, a padronização e a comercialização do produto. Assim, considera-se o gasto com embalagens e a comissão do corretor. Além disso, considera-se o custo de transporte da produção da propriedade até o local de venda;
- **Despesas gerais:** após definidos critérios de rateios, poderão ser contabilizados os desembolsos que geralmente não são diretos de uma ou outra cultura ou atividade, como: energia elétrica, telefone, contabilidade rural, escritório de advocacia, exames médicos admissional e demissional, análise do solo, custo de empregados gerais e administrativos, custo do deslocamento do produtor rural entre a residência e a propriedade ou mesmo até a cidade, custo com transporte de funcionário, custo da manutenção das instalações, seguro de utilitários (camionete), EPI (equipamento de proteção individual), entre outros diversos itens;
- **Aluguel da terra:** não se pode deixar de contabilizar o desembolso com arrendamento¹, caso a área seja de terceiros. A prática mais comum é o valor do aluguel ser fixado em equivalente em produto, geralmente em sacas de soja. Caso o arrendamento seja anual e houver uso da terra por mais de uma cultura no período, será necessária a definição de critério de rateio, que pode ser pela renda bruta obtida;
- **Despesas financeiras** relacionam-se aos desembolsos com juros ou taxa cambial para financiamento de custeio agrícola, de bens duráveis (máquinas, implementos, silos e armazéns, estufas e galpão) e juros

sobre o capital de giro de forma geral;

- **Despesas com tributos e taxas:** diferenciam-se das demais por serem recolhidas ao Governo. Geralmente são descontadas no momento da comercialização do produto. São a Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR) e os tributos específicos cobrados em cada Estado.

Passo 5: mão de obra e imobilizado

Preparar uma listagem com os recursos humanos e os respectivos salários e adicionais, assim como a listagem do patrimônio imobilizado da fazenda, com o máximo de detalhamento possível. Nesse caso, descrever, por exemplo, a marca, potência, ano de fabricação, valor de compra e vida útil esperada (em horas ou anos). Faça a descrição o mesmo para cada máquina, equipamento e benfeitorias disponíveis. Apesar de exigir bastante trabalho inicial, novos registros somente ocorrerão quando da venda ou compra de um novo bem.

3. Estrutura de planilhas de custos de produção

As planilhas de custos devem permitir que possam ser contabilizados separadamente dados gerais da fazenda, da mão de obra, itens do patrimônio imobilizado e uma estrutura para cálculo de cada etapa do processo operacional — da preparação do solo, passando por cultivo, tratamentos culturais, colheita e comercialização. Para cada processo, devem ser discriminados quantidade de insumos, seus preços, máquinas, equipamentos e mão de obra utilizada.

Um exemplo de planilhas eletrônicas com dados gerais é o apresentado na *Figura 1*. Podem ser utilizadas planilhas semelhantes para cada talhão, discriminando as culturas de verão e de segunda safra envolvidas, com os respectivos níveis de produtividade e preços de comercialização. Também nas colunas “cultura” e “áreas” poderiam ser detalhadas todas as culturas e atividades de cada talhão,

¹ Arrendamento rural é o contrato agrário pelo qual uma pessoa se obriga a ceder a outra, por um tempo determinado ou não, o uso e gozo de imóvel rural, parte ou partes do mesmo, incluindo ou não outros bens, benfeitorias e ou facilidades, com o objetivo de nele ser exercida atividade de exploração agrícola, pecuária, agroindustrial, extrativa ou mista, mediante certa distribuição ou aluguel, observando os limites da lei.

considerando os cultivos de verão e segunda safra. Na mesma planilha, poderiam ser discriminados o custo unitário do óleo diesel já posto na

fazenda e as taxas de juros de cada fonte dos recursos utilizados para custeio da fazenda, permitindo o cálculo de uma taxa média de custeio.

| Descrição da propriedade | Área | Valor da terra | % | Valor da propriedade |
|--------------------------|-----------|----------------|--------|----------------------|
| Reserva legal e APP | 3.745 ha | R\$21.246,69 | 26,19% | R\$ 55.701.964,51 |
| Área de pastagem | 292 ha | | 6,00% | R\$ |
| Área agrícola | 11.231 ha | R\$30.352,41 | 57,27% | R\$ 173.060.014,12 |
| Área arrendada | 6.831 ha | | 57,63% | R\$ |
| Área de reflorestamento | 7.848 ha | R\$30.352,41 | 16,64% | R\$ 56.233.238,65 |
| Área Total | 23.127 ha | | | R\$ 279.914.417,16 |
| Área de cultivo | 26.104 ha | | | |

| Arrendamento (c/ha) | 8,30 |
|---------------------|------|
| Arrendamento (c/ha) | 8,30 |

| Culturas | Áreas | Unidade | Produtividade | Unidade | Preço considerado | Unidade | Fator | Valor do fator |
|-----------------------|--------|---------|---------------|---------|-------------------|---------|-------|----------------|
| Soja RR | 2.451 | ha | 50,34 | s/ha | R\$ 64,17 | R\$/c | 5,21 | R\$ 64,17 |
| Algodão safra WS | 1.943 | ha | 131,79 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 8,30 | R\$ 64,17 |
| Algodão safra GLT | 725 | ha | 128,86 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 8,30 | R\$ 64,17 |
| Algodão safra B20F | 173 | ha | 116,44 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 8,30 | R\$ 64,17 |
| Soja IPRD | 10.373 | ha | 55,51 | s/ha | R\$ 64,17 | R\$/c | 5,21 | R\$ 64,17 |
| Algodão 2ª safra WS | 948 | ha | 135,79 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 9,27 | R\$ 64,17 |
| Algodão 2ª safra GLT | 2.445 | ha | 110,30 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 9,27 | R\$ 64,17 |
| Algodão 2ª safra R20F | 2.567 | ha | 139,80 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 9,27 | R\$ 64,17 |
| Soja Convencional | 1.199 | ha | 59,53 | s/ha | R\$ 64,17 | R\$/c | 5,21 | R\$ 64,17 |
| Algodão safra GL | 129 | ha | 126,34 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 8,30 | R\$ 64,17 |
| Algodão 2ª safra RF | 53 | ha | 131,34 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 9,27 | R\$ 64,17 |
| Soja LL | 259 | ha | 55,23 | s/ha | R\$ 64,17 | R\$/c | 5,21 | R\$ 64,17 |
| Algodão 2ª safra GL | 330 | ha | 132,80 | @ pluma | R\$ 99,67 | R\$/@ | 9,27 | R\$ 64,17 |
| Milho 2ª safra OGM | 1.831 | ha | 26,30 | s/ha | R\$ 22,30 | R\$/c | 9,46 | R\$ 64,17 |

| Capital Próprio (%) a.a. | Bancos Rec. Controlado (%) a.a. | Bancos Rec. Livre (%) a.a. | Tradição (%) a.a. | Receitas Agrícolas (%) a.a. | Outras Fontes (%) a.a. |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| Taxa | 6,43% | 12,00% | | 18,00% | 18,00% |
| Soja RR | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão safra WS | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão safra GLT | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão safra B20F | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Soja IPRD | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão 2ª safra WS | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão 2ª safra GLT | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão 2ª safra B20F | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Soja Convencional | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão safra GL | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão 2ª safra RF | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Soja LL | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Algodão 2ª safra GL | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |
| Milho 2ª safra OGM | 40,00% | 20,00% | | 30,00% | 18,00% |

Figura 1. Exemplo de entrada de dados gerais da fazenda

Para os itens do patrimônio imobilizado, deve ser feita uma listagem do inventário, segregando máquinas, implementos e benfeitorias. As Tabelas

1 a 4 exemplificam uma estrutura básica; alguns itens das Figuras 2 a 4 serão tratados com mais detalhes em seções seguintes.

Tabela 1. Exemplo de lista de maquinário existente na propriedade

| Qtde | Máquina | CV | Preço novo (R\$) | Taxa residual | Vida útil (horas) | Vida útil (ano) | Taxa de manutenção | frt | CARP (R\$/ano) | CARP Total (R\$/ano) |
|------|-----------------------------------|-----|------------------|---------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|
| 5 | Trator Ford 6600 | 76 | 154.298,22 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,67 | 3,34 |
| 1 | Trator JD 6145j | 80 | 182.589,06 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,79 | 0,79 |
| 4 | Trator JD 6165j | 145 | 313.467,67 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 1,36 | 5,43 |
| 5 | Trator JD 6300 | 165 | 196.207,69 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,85 | 4,25 |
| 2 | Trator JD 7500 | 100 | 176.292,89 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,76 | 1,53 |
| 6 | Trator JD 7505 | 140 | 176.292,89 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,76 | 4,58 |
| 2 | Trator JD 8335r | 320 | 681.355,93 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 2,95 | 5,91 |
| 1 | Trator JD 8370r | 335 | 752.542,37 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 3,26 | 3,26 |
| 1 | Trator NH 6630 | 370 | 173.585,50 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,75 | 0,75 |
| 8 | Trator NH 7630 | 90 | 202.093,92 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,88 | 7,01 |
| 3 | Trator NH TL 75 E | 103 | 143.481,24 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,62 | 1,87 |
| 3 | Pulverizador Unipart 2000 | 75 | 249.493,61 | 20% | 12.000 | 10 | 80% | 0,113 | 1,08 | 3,24 |
| 8 | Pulverizador JD 4630 | 128 | 526.844,18 | 20% | 12.000 | 10 | 70% | 0,113 | 2,28 | 18,27 |
| 1 | Dist. Fert. Hércules 5.0 | 165 | 553.809,52 | 20% | 12.000 | 10 | 70% | 0,113 | 2,40 | 2,40 |
| 1 | Colhedora JD CP690 (enfardadeira) | 180 | 3.503.986,67 | 20% | 12.000 | 10 | 70% | 0,113 | 42,26 | 42,26 |
| 5 | Colhedora JD 7660 (enfardadeira) | 567 | 3.091.666,58 | 20% | 4.000 | 10 | 70% | 0,113 | 37,29 | 186,44 |
| 1 | Colhedora Case 2399 (grãos) | 300 | 740.333,33 | 20% | 4.000 | 10 | 80% | 0,113 | 5,01 | 5,01 |
| 1 | Colhedora Case 2566 (grãos) | 330 | 656.361,28 | 20% | 4.000 | 10 | 80% | 0,113 | 4,44 | 4,44 |
| 4 | Colhedora Case 7120 (grãos) | 253 | 1.238.888,89 | 20% | 4.000 | 10 | 70% | 0,113 | 8,38 | 33,53 |

Tabela 2. Exemplo de lista de implementos existentes na propriedade

| Qtde | Implemento | Preço novo (R\$) | Taxa residual | Vida útil (horas) | Vida útil (ano) | Taxa de manutenção | frc | CARP (R\$/ano) | CARP Total (R\$/ano) |
|------|--|------------------|---------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|
| 1 | Carreta graneleiro | 100.000,00 | 20% | 3.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,43 | 0,43 |
| 7 | Carretinha | 6.700,00 | 20% | 3.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,03 | 0,20 |
| 1 | Distribuidor Calc. Master 1200 kg | 10.608,33 | 20% | 2.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,05 | 0,05 |
| 1 | Distribuidor Calc./Fert. Hércules - 10 t | 88.402,78 | 20% | 2.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,38 | 0,38 |
| 1 | Distribuidor Lancer Magnum - 15 t | 132.604,17 | 20% | 2.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,57 | 0,57 |
| 4 | Guincho | 8.916,50 | 20% | 2.000 | 10 | 80% | 0,113 | 0,04 | 0,15 |
| 2 | Grade niveladora 60d x 22" | 54.693,22 | 20% | 2.000 | 10 | 60% | 0,113 | 0,24 | 0,47 |
| 14 | Plantadeira JD 2117 | 148.222,15 | 20% | 1.500 | 10 | 80% | 0,113 | 0,64 | 8,99 |
| 3 | Plantadeira JD DB74 | 444.666,44 | 20% | 1.500 | 10 | 80% | 0,113 | 1,93 | 5,78 |
| 1 | Plataforma de milho - 12 linhas | 129.122,24 | 20% | 4.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,87 | 0,87 |
| 1 | Plataforma de milho JD 206 | 64.561,12 | 20% | 4.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,44 | 0,44 |
| 1 | Subsolador 13 hastes | 21.958,37 | 20% | 2.000 | 10 | 75% | 0,113 | 0,10 | 0,10 |
| 2 | Tanque de água 50.000 litros | 67.500,00 | 20% | 3.000 | 10 | 50% | 0,113 | 0,29 | 0,59 |
| 5 | Roçadeira Trinton | 30.500,00 | 20% | 2.000 | 10 | 150% | 0,113 | 0,37 | 1,84 |

Tabela 3. Exemplo de lista de benfeitorias existentes na propriedade

| Qtde | Benfeitoria | Preço novo (R\$) | Taxa residual | Vida útil (ano) | Taxa de manutenção | frc | CARP (R\$/ano) | CARP Total (R\$/ano) |
|------|---|------------------|---------------|-----------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|
| 1 | Casa do proprietário (250 m ²) | 466.000,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,64 | 0,64 |
| 3 | Casa do gerente (150 m ²) | 150.000,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,21 | 0,62 |
| 20 | Casa do funcionário (80 m ²) | 54.800,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,08 | 1,51 |
| 3 | Alojamento (250 m ²) | 169.625,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,23 | 0,70 |
| 2 | Galpão máquinas (2400 m ²) | 781.200,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 1,08 | 2,16 |
| 1 | Galpão máquinas/oficina (800 m ²) | 390.600,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,54 | 0,54 |
| 3 | Galpão embalagem (90 m ²) | 13.500,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,02 | 0,06 |
| 1 | Galpão de defensivos (1000 m ²) | 200.000,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,28 | 0,28 |
| 3 | Caixa d'água 300.000 L | 150.000,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,21 | 0,62 |
| 2 | Tanque de combustível 20.000 L | 17.600,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,02 | 0,05 |
| 8 | Poço artesiano | 35.000,00 | 50% | 30 | 10% | 0,047 | 0,05 | 0,39 |

É importante também ter uma planilha que permita calcular os custos e as despesas com mão de obra. Nesse caso, os valores devem envolver salários, encargos diversos e até mesmo as despesas e os desembolsos com alimentação, transporte e bonificação (quando houver); se for

possível, deve-se segregá-los. Os valores agregados podem ser calculados em termos mensal e anual, ou mesmo por hora trabalhada. É preciso atentar-se à soma alocada a cada cultura e/ou atividade e sua comparação com a despesa anualizada.

Tabela 4. Exemplo de lista de mão de obra existente na propriedade

| Qtde | Descrição da função | Salário (R\$/mês) | Tempo de contrato (meses/ano) | Encargo Trabalhista (R\$/mês) | Encargo Social (R\$/mês) | Provisionamento (R\$/mês) | Despesa (R\$/mês) | Despesa anual (R\$) | Valor da hora (R\$/hora) |
|------|------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| 50 | Op. Máquinas Agrícolas | 2.350,00 | 12 | 503,94 | 279,39 | 295,12 | 171.422,71 | 2.057.072,50 | 17,92 |
| 4 | Almoxarife | 2.150,00 | 12 | 461,06 | 255,61 | 270,00 | 12.546,68 | 150.560,20 | 16,39 |
| 4 | Ajudante | 990,00 | 12 | 212,30 | 117,70 | 124,33 | 5.777,31 | 69.327,72 | 7,55 |
| 1 | Técnico Agrícola | 3.500,00 | 12 | 750,56 | 416,11 | 439,54 | 5.106,21 | 61.274,50 | 26,69 |

Os custos do imobilizado podem ser calculados por unidade de área utilizada (verão e segunda safra), assim como por hora disponível durante a vida útil de cada bem do imobilizado. O custo horário multiplicado pelo tempo gasto para executar a atividade resultará no custo de máquinas e equipamentos da atividade.

Em seguida, podem ser contabilizados os custos operacionais desde o preparo do solo até a colheita e o transporte. Ressalta-se novamente que seria importante conseguir detalhar o

máximo possível. Nesses cálculos, é essencial que se considerem preços (ou custos) dos produtos postos na fazenda.

Para computar os custos com insumos, planilhas para cada cultura, em cada talhão, poderiam ser desenvolvidas, como na *Figura 2*, referentes a fertilizantes e sementeira de algodão. Observe que são detalhados o produto, o mês de compra, o mês de pagamento do produto, a quantidade aplicada, o preço por unidade e o percentual da área em que foi aplicado (Rep.).

| Semeadura/Plantio | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|--------------|-----|---------|-----|
| Atividade | Produto | Unid. | Dose | Preço | Rep | Valor | Obs |
| Semente | Algodão IMA 7501 WS | kg | 10,00 | R\$ 55,00 | 1,0 | 550,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | | | | | 550,00 | |
| Adubação | | | | | | | |
| Atividade | Produto | Unid. | Dose | Preço | Rep | Valor | Obs |
| Semeadura | Super simples | Ton | 0,40 | R\$ 1.100,00 | 1,0 | 440,00 | |
| Semeadura | Granubor (14,3% B) | kg | 20,0 | R\$ 4,56 | 0,5 | 45,60 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| Adubação de cobertura | Cloreto de potássio (KCl) | Ton | 0,18 | R\$ 1.350,00 | 1,0 | 243,00 | |
| Adubação de cobertura | Ureia | Ton | 0,20 | R\$ 1.420,00 | 1,0 | 284,00 | |
| Adubação de cobertura | Sulfato de amônio | Ton | 0,21 | R\$ 1.030,00 | 2,0 | 432,60 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | - | | | | 0,00 | |
| | | | | | | 1445,20 | |

Figura 2. Exemplo de planilha de entrada de insumos para produção de cada cultura da fazenda

Para realizar a aplicação dos fertilizantes e a sementeira, utilizam-se máquinas e implementos, assim como podem ser necessários também outras máquinas, implementos e/ou equipamentos de auxílio

para a operação. Esses devem ser detalhados, como na *Figura 3*. Se os serviços forem terceirizados, basta criar colunas em planilha eletrônica que permitam descrever a atividade, seu preço e a quantidade.

| Semeadura/Plantio | | Equipamento Principal | | | | | | | | | | Equipamento Auxiliar | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|-------|------|--------|--------|------|----------------|----------------------|-------------------|-------------------------|-------|------|-------|--------|--|--|--|
| Atividade | Num. | Máquina | Implemento | Horas de trabalho | Área por dia trabalhado | Prod. | l/ha | R\$/h | R\$/ha | Num. | Máquina | Implemento | Horas de trabalho | Área por dia trabalhado | Prod. | l/ha | R\$/h | R\$/ha | | | |
| Semeadura | 1 | Trator JD 6585 | Plantadeira JD 2117 | 1,0 | 3,5 | 100% | 0,67 | 172,22 | 124,80 | 1 | Trator NH 7630 | Guincho | 0,1 | 3,5 | 100% | 0,07 | 42,18 | 4,14 | | | |
| | | | | | | | | | | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 3,5 | 100% | 0,07 | 40,38 | 4,03 | | | |
| Adubação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pré-semeadura | 1 | Trator JD 6585 | Dist. Lancer Magnum - 151 | 1,0 | 17 | 100% | 0,06 | 136,32 | 7,43 | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 17 | 100% | 0,01 | 40,38 | 0,36 | | | |
| Pré-semeadura | 1 | Trator JD 6585 | Dist. Lancer Magnum - 151 | 1,0 | 17 | 100% | 0,06 | 136,32 | 7,43 | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 17 | 100% | 0,01 | 40,38 | 0,36 | | | |
| Cobertura | 1 | Trator JD 6585 | Dist. Lancer Magnum - 151 | 1,0 | 17 | 100% | 0,06 | 136,32 | 7,43 | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 17 | 100% | 0,01 | 40,38 | 0,36 | | | |
| Cobertura | 1 | Trator JD 6585 | Dist. Lancer Magnum - 151 | 1,0 | 17 | 100% | 0,06 | 136,32 | 7,43 | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 17 | 100% | 0,01 | 40,38 | 0,36 | | | |
| Cobertura | 2 | Trator JD 6585 | Dist. Lancer Magnum - 151 | 1,0 | 17 | 100% | 0,06 | 136,32 | 7,43 | 1 | Trator NH 7630 | Carretinha | 0,1 | 17 | 100% | 0,01 | 40,38 | 0,36 | | | |

Figura 3. Exemplo de planilha de operação mecânica para cada cultura da fazenda

Conseqüentemente, podem ser acrescidos os valores da mão de obra utilizada em cada operação. Somando os custos das máquinas e implementos principais e auxiliares com o valor da mão de obra,

obtem-se o custo total de cada operação, sem incluir o valor dos insumos, que foram contabilizados separadamente. Esse critério pode ser utilizado para todas as etapas do processo produtivo (Figura 4).

| Semeadura/Plantio | Mão de obra Principal | | | | Mão de obra Auxiliar | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------|-------|----------------------|----------------------|-------------|-------|--------|
| | Atividade | Num. | Funcionário | R\$/h | R\$/ha | Num. | Funcionário | R\$/h | R\$/ha |
| Semeadura | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 11,95 | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,19 | |
| | | | | | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,19 | |
| Adubação | | | | | | | | | |
| Pré-semeadura | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,05 | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 0,11 | |
| Pré-semeadura | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,05 | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 0,11 | |
| Cobertura | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,05 | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 0,11 | |
| Cobertura | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,05 | 1 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 0,11 | |
| Cobertura | 2 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 1,05 | 2 | Op. Máquina Agrícola | 17,92 | 0,00 | |

Figura 4. Exemplo de planilha de entrada de mão de obra para a produção de cada cultura da fazenda

Um ponto importante é como calcular o custo operacional de máquinas e equipamentos. O correto é contabilizar centros de custos detalhados para cada item do imobilizado, direcionando os valores para cada cultura e/ou atividade. Como em geral as

fazendas apresentam dificuldades nessa implementação, podem-se utilizar parâmetros médios. O valor de uma hora-máquina (HM) leva em consideração o custo de manutenção (cons) e de consumo de combustível (comb), calculados por:

$$HM = Cons e Comb$$

sendo,

$$Cons = \left(\frac{V_i M * TxmM}{VuM} \right)$$

$$Comb = CV * 0,12 * PrD$$

em que:

$V_i M$ = Valor inicial da máquina

$TxmM$ = Taxa de manutenção da máquina

VuM = Vida útil da máquina (horas)

CV = Cavalos-vapor da máquina

PrD = preço do óleo diesel posto na propriedade

Como exemplo, considere, da *Tabela 1*, um trator de 145 cv (cavalos-vapor) adquirido novo, a um valor de R\$ 313.467,67. A vida útil considerada é de 12 mil horas, e a taxa de manutenção durante a vida útil é equivalente a 80% de seu valor. O preço do óleo diesel é de R\$ 3,65/l. Aplicando a fórmula anterior, cada hora trabalhada com o trator tem um custo de R\$ 93,17, dos quais R\$ 20,90 correspondem à manutenção e R\$ 72,27 ao consumo de combustível.

Para implementos e equipamentos, deve ser calculado apenas o custo de conservação. Por exemplo, da *Tabela 2*, considere um distribuidor de

calcário adquirido novo, a um valor de R\$ 132.604,17. A vida útil considerada é de 2 mil horas, e a taxa de manutenção durante a vida útil é equivalente a 50% de seu valor. Aplicando a fórmula de custo de manutenção (cons), cada hora trabalhada com o trator tem um custo de R\$ 33,15.

O custo operacional de uma operação mecânica também deve incluir a mão de obra efetiva utilizada. Para tal, basta dividir o gasto com salário e encargos de cada colaborador pelo total de horas disponíveis para trabalho, e então multiplicar pelo rendimento da operação mecânica:

$$Mo = \frac{Sal+Enc}{hr} * rend$$

em que:

Mo = Gasto com mão de obra por hectare na operação mecânica

Sal = Remuneração anual recebida por cada colaborador

Enc = Encargos totais anuais pagos por cada colaborador

hr = Horas disponíveis no ano por cada colaborador

$rend$ = Rendimento da operação mecânica em horas/hectare

Como exemplo, um operador de máquina (Tabela 4) que recebe de remuneração R\$ 2.350,00/mês e está à disposição por 8 horas/dia em 261 dias úteis no ano e mais 4 horas/dia em 52 dias, tem custo de R\$ 17,92/hora. Assim, em uma operação de plantio, o rendimento é de 0,67 horas/hectare (1,5 ha/h) e o gasto efetivo de mão de obra é de R\$ 11,95/ha.

4. Divisão entre custos operacionais e custos fixos

Com o detalhamento do patrimônio e a descrição dos custos operacionais, é preciso iniciar a separação dos valores finais para elaboração de uma planilha-resumo. Também será preciso efetuar alguns cálculos com os custos fixos, relacionados aos itens do patrimônio.

Sugere-se que os custos totais sejam formados pelos custos operacionais (CO) e pelo custo anual de recuperação do patrimônio (CARP):

$$CUSTO\ TOTAL = CO + CARP$$

O CO refere-se a todos os gastos assumidos pela propriedade ao longo de um ano (civil ou agrícola) e referentes a itens que serão consumidos nesse mesmo intervalo de tempo. Nesse grupo não se

incluem investimentos em máquinas, equipamentos ou terra.

O CO é composto de itens como: sementes/mudas, adubos e corretivos, herbicidas, inseticidas, fungicidas, adjuvantes, preparo do solo, semeio, tratos culturais, colheita, combustível, frete, beneficiamento, classificação, assistência técnica, financiamento de capital de giro, mão de obra e manutenção de máquinas, implementos e equipamentos.

O CO, portanto, é composto pelo resultado da multiplicação do preço pela quantidade (W) de insumos utilizados, do custo de manutenção das máquinas, implementos e equipamentos (C_{op}), do custo de consumo de óleo diesel das máquinas e o tempo dedicado a cada cultura (W_{op}), da manutenção das benfeitorias (C_i) e do juro sobre capital de giro (JSCG) (Figura 5); o JSCG deve ser calculado considerando a taxa envolvida na captação de recursos ou nas compras a prazo. Todos os itens operacionais devem ser considerados pelo período (dias ou meses) em que permanecem imobilizados, ou seja, a contar de sua compra até o recebimento pela venda da produção. Não confundir com desembolso de parcelas de financiamentos do patrimônio.

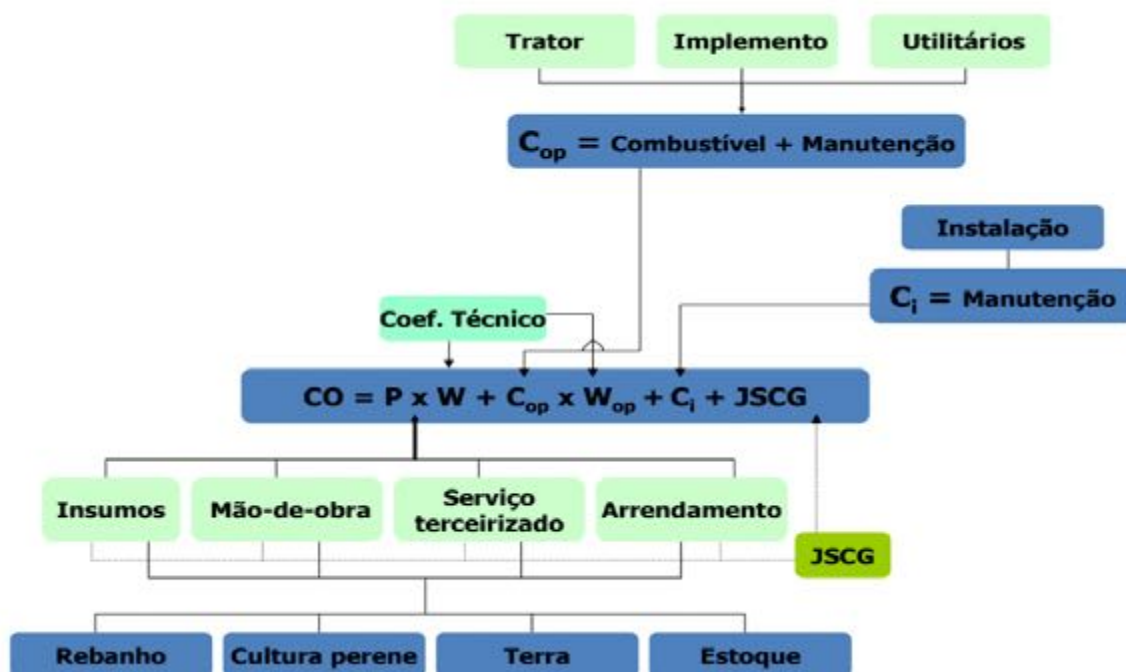


Figura 5. Fluxo geral do CO da propriedade

Como resultado, poder-se-ia ter uma planilha-resumo dos custos operacionais como consta na Figura 6.

| Descrição | Soja 09 | Algodão safra 09/10 | Algodão safra 10/11 | Algodão safra 11/12 | Soja 12/13 | Algodão 2ª safra 10/11 | Algodão 2ª safra 11/12 | Algodão 2ª safra 12/13 | Soja Convescional | Algodão safra 13/14 | Algodão 2ª safra 13/14 | Soja 14 | Algodão 2ª safra 14/15 | Mélio 2ª safra 14/15 |
|---------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|--------------|------------------------|----------------------|
| Bases (A) | R\$ 1.482,52 | R\$ 4.532,10 | R\$ 4.695,09 | R\$ 3.737,92 | R\$ 1.523,26 | R\$ 3.396,11 | R\$ 3.204,90 | R\$ 2.915,57 | R\$ 1.725,89 | R\$ 3.271,95 | R\$ 2.576,59 | R\$ 1.406,20 | R\$ 2.745,72 | R\$ 1.106,18 |
| Correções | R\$ 10,13 | R\$ 7,99 | R\$ 7,99 | R\$ 7,99 | R\$ 10,13 | R\$ 3,89 | R\$ 3,89 | R\$ 3,89 | R\$ 10,13 | R\$ 7,99 | R\$ 3,89 | R\$ 0,97 | R\$ 3,89 | R\$ 7,53 |
| Sementes de forragens | R\$ - | R\$ 65,91 | R\$ 71,91 | R\$ 73,01 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 65,91 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Fertilizantes | R\$ 662,02 | R\$ 1.728,94 | R\$ 1.921,74 | R\$ 1.866,73 | R\$ 613,11 | R\$ 1.071,58 | R\$ 1.006,73 | R\$ 994,10 | R\$ 629,84 | R\$ 1.086,72 | R\$ 803,38 | R\$ 590,65 | R\$ 999,84 | R\$ 597,35 |
| Sementes | R\$ 280,36 | R\$ 552,45 | R\$ 576,96 | R\$ 501,83 | R\$ 427,79 | R\$ 480,07 | R\$ 731,48 | R\$ 717,21 | R\$ 182,26 | R\$ 293,65 | R\$ 289,59 | R\$ 306,17 | R\$ 271,80 | R\$ 324,77 |
| Tratamento de semente | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Def. agr./Adjuvantes/Folares | R\$ 530,02 | R\$ 2.236,81 | R\$ 2.026,48 | R\$ 1.308,34 | R\$ 470,23 | R\$ 1.836,66 | R\$ 1.463,80 | R\$ 1.200,37 | R\$ 907,67 | R\$ 1.817,67 | R\$ 1.478,72 | R\$ 502,21 | R\$ 1.467,68 | R\$ 176,52 |
| Insulinas | R\$ 191,08 | R\$ 686,18 | R\$ 517,60 | R\$ 866,84 | R\$ 191,08 | R\$ 517,60 | R\$ 601,21 | R\$ 399,39 | R\$ 200,00 | R\$ 601,21 | R\$ 601,21 | R\$ 200,00 | R\$ 601,21 | R\$ 601,21 |
| Insulinas | R\$ 106,30 | R\$ 1.084,12 | R\$ 944,41 | R\$ 807,27 | R\$ 97,86 | R\$ 243,20 | R\$ 193,39 | R\$ 486,09 | R\$ 344,00 | R\$ 809,20 | R\$ 553,19 | R\$ 163,17 | R\$ 583,70 | R\$ 54,11 |
| Fungicidas | R\$ 104,84 | R\$ 493,12 | R\$ 493,12 | R\$ 332,86 | R\$ 332,86 | R\$ 332,86 | R\$ 403,18 | R\$ 248,79 | R\$ 273,11 | R\$ 419,12 | R\$ 403,18 | R\$ 74,87 | R\$ 419,12 | R\$ 21,41 |
| Inseticidas/Regulador de crescimento | R\$ 9,80 | R\$ 94,31 | R\$ 100,48 | R\$ 58,54 | R\$ 33,08 | R\$ 58,54 | R\$ 25,04 | R\$ 25,04 | R\$ 21,79 | R\$ 99,19 | R\$ 47,10 | R\$ 10,47 | R\$ 46,52 | R\$ 1,89 |
| Plantel (vacinas) | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 | R\$ 13,87 |
| Operação mecânica (B) | R\$ 248,48 | R\$ 436,99 | R\$ 432,30 | R\$ 462,29 | R\$ 238,74 | R\$ 391,27 | R\$ 416,30 | R\$ 401,04 | R\$ 248,48 | R\$ 370,87 | R\$ 395,63 | R\$ 246,22 | R\$ 428,74 | R\$ 229,36 |
| Correção do solo | R\$ 0,71 | R\$ 0,56 | R\$ 0,56 | R\$ 0,56 | R\$ 0,71 | R\$ 0,71 | R\$ 0,71 | R\$ 0,71 | R\$ 0,71 | R\$ 0,56 | R\$ 0,71 | R\$ 0,56 | R\$ 0,71 | R\$ 0,53 |
| Formação de forragem PD | R\$ - | R\$ 1,99 | R\$ 1,99 | R\$ 1,99 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 1,99 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Preparo do solo | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Adubação pré-semeadura | R\$ 3,36 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 3,36 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Semeadura/adubação | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 | R\$ 140,24 |
| Ad. Cobertura (N e K) | R\$ 7,47 | R\$ 24,46 | R\$ 26,58 | R\$ 26,92 | R\$ 8,83 | R\$ 18,87 | R\$ 16,90 | R\$ 16,83 | R\$ 6,79 | R\$ 16,82 | R\$ 14,16 | R\$ 6,79 | R\$ 16,88 | R\$ 13,58 |
| Pulverização | R\$ 22,49 | R\$ 50,81 | R\$ 48,99 | R\$ 78,64 | R\$ 13,70 | R\$ 25,16 | R\$ 46,21 | R\$ 30,77 | R\$ 24,65 | R\$ 27,43 | R\$ 27,43 | R\$ 28,43 | R\$ 65,14 | R\$ 7,79 |
| Outros tratos culturais | R\$ - | R\$ 29,01 | R\$ 29,01 | R\$ 29,01 | R\$ - | R\$ 23,29 | R\$ 29,01 | R\$ 29,01 | R\$ - | R\$ - | R\$ 29,01 | R\$ - | R\$ 23,29 | R\$ - |
| Colheita | R\$ 69,39 | R\$ 183,92 | R\$ 183,92 | R\$ 183,92 | R\$ 69,39 | R\$ 183,92 | R\$ 183,92 | R\$ 183,92 | R\$ 69,39 | R\$ 183,92 | R\$ 183,92 | R\$ 69,39 | R\$ 183,92 | R\$ 69,39 |
| Operações terceirizadas (C) | R\$ 116,40 | R\$ 726,09 | R\$ 804,31 | R\$ 868,91 | R\$ 40,40 | R\$ 608,79 | R\$ 438,84 | R\$ 597,25 | R\$ 141,83 | R\$ 736,09 | R\$ 622,89 | R\$ - | R\$ 622,89 | R\$ 461,68 |
| Preparo do solo | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Semeadura | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Tratos culturais | R\$ 114,40 | R\$ 316,27 | R\$ 390,41 | R\$ - | R\$ 40,40 | R\$ 281,39 | R\$ 307,20 | R\$ 243,63 | R\$ 141,83 | R\$ 345,14 | R\$ 243,63 | R\$ - | R\$ - | R\$ 40,60 |
| Colheita | R\$ - | R\$ 409,78 | R\$ 413,94 | R\$ 363,91 | R\$ - | R\$ 327,40 | R\$ 331,64 | R\$ 353,63 | R\$ - | R\$ 409,78 | R\$ 378,76 | R\$ - | R\$ 322,33 | R\$ - |
| Fonte agrícola (rod.) | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Mélio de obra (D) | R\$ 276,18 | R\$ 395,47 | R\$ 395,71 | R\$ 449,26 | R\$ 298,48 | R\$ 334,47 | R\$ 369,66 | R\$ 341,92 | R\$ 276,18 | R\$ 395,47 | R\$ 395,71 | R\$ 449,26 | R\$ 449,26 | R\$ 200,71 |
| Preparo do solo | R\$ 0,70 | R\$ 0,55 | R\$ 0,55 | R\$ 0,55 | R\$ 0,70 | R\$ 0,70 | R\$ 0,70 | R\$ 0,70 | R\$ 0,70 | R\$ 0,55 | R\$ 0,70 | R\$ 0,55 | R\$ 0,70 | R\$ 0,53 |
| Semeadura | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 | R\$ 13,59 |
| Tratos | R\$ 5,29 | R\$ 17,70 | R\$ 17,73 | R\$ 23,32 | R\$ 3,51 | R\$ 12,08 | R\$ 15,61 | R\$ 12,82 | R\$ 5,56 | R\$ 7,74 | R\$ 11,78 | R\$ 6,07 | R\$ 19,01 | R\$ 3,33 |
| Colheita | R\$ 3,14 | R\$ 7,88 | R\$ 7,88 | R\$ 7,88 | R\$ 3,14 | R\$ 7,88 | R\$ 7,88 | R\$ 7,88 | R\$ 3,14 | R\$ 7,88 | R\$ 7,88 | R\$ 3,14 | R\$ 7,88 | R\$ 3,14 |
| Gerai | R\$ 203,45 | R\$ 355,74 | R\$ 355,99 | R\$ 404,22 | R\$ 187,54 | R\$ 300,87 | R\$ 332,52 | R\$ 307,57 | R\$ 205,90 | R\$ 206,57 | R\$ 208,19 | R\$ 209,35 | R\$ 362,94 | R\$ 180,55 |
| Reposição (E) | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Custo geral (F) | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 | R\$ 1,41 |
| Comercialização (G) | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Beneficiamento | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Armazenamento | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Impostos (H) | R\$ 130,84 | R\$ 230,90 | R\$ 245,27 | R\$ 221,72 | R\$ 144,28 | R\$ 201,44 | R\$ 210,02 | R\$ 209,09 | R\$ 134,72 | R\$ 240,34 | R\$ 250,10 | R\$ 169,34 | R\$ 235,91 | R\$ 23,60 |
| CESSR (Fornal) | R\$ 48,46 | R\$ 136,99 | R\$ 152,65 | R\$ 174,06 | R\$ 53,43 | R\$ 158,16 | R\$ 164,90 | R\$ 164,16 | R\$ 57,30 | R\$ 188,89 | R\$ 196,96 | R\$ 62,79 | R\$ 153,81 | R\$ 33,60 |
| Imposto estadual | R\$ 82,38 | R\$ 53,91 | R\$ 52,72 | R\$ 47,64 | R\$ 90,85 | R\$ 43,28 | R\$ 45,13 | R\$ 44,92 | R\$ 97,42 | R\$ 51,69 | R\$ 53,74 | R\$ 106,75 | R\$ 42,09 | R\$ 55 |
| Arrendamento | R\$ 124,09 | R\$ 137,79 | R\$ 137,79 | R\$ 137,79 | R\$ 124,09 | R\$ 148,28 | R\$ 145,28 | R\$ 149,12 | R\$ 124,09 | R\$ 137,79 | R\$ 149,28 | R\$ 124,09 | R\$ 149,28 | R\$ 133,31 |
| Sigara (I) | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 | R\$ 21,48 |
| Associação técnica (J) | R\$ 41,34 | R\$ 122,89 | R\$ 124,73 | R\$ 100,63 | R\$ 40,08 | R\$ 94,61 | R\$ 88,60 | R\$ 85,12 | R\$ 46,82 | R\$ 83,87 | R\$ 78,49 | R\$ 37,62 | R\$ 78,02 | R\$ 21,54 |
| Despesa de capital de giro (K) | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - |
| Custo de capital de giro (L) | R\$ 54,26 | R\$ 181,24 | R\$ 183,65 | R\$ 132,06 | R\$ 52,63 | R\$ 124,14 | R\$ 136,25 | R\$ 131,68 | R\$ 81,58 | R\$ 128,18 | R\$ 182,99 | R\$ 49,39 | R\$ 182,27 | R\$ 42,41 |
| CUSTO OPERACIONAL | R\$ 2.440,20 | R\$ 6.900,32 | R\$ 6.990,92 | R\$ 5.707,60 | R\$ 2.388,05 | R\$ 5.323,00 | R\$ 5.017,00 | R\$ 4.833,84 | R\$ 2.755,96 | R\$ 5.371,65 | R\$ 4.528,25 | R\$ 2.284,69 | R\$ 4.489,22 | R\$ 1.860,15 |

Figura 6. Exemplo de planilha de estrutura de custo operacional da fazenda

No CARP deverão ser computados os valores da depreciação e da remuneração do capital investido. O CARP é uma estimativa do valor mínimo que uma fazenda teria de obter como receita líquida anualmente para permitir o retorno econômico desejado ao patrimônio — máquinas, equipamentos, benfeitorias, terra — incluindo sua reposição quando couber, garantindo a permanência

na atividade no longo prazo, ou seja, a sustentabilidade do negócio.

O correto, porém, é que o produtor extraia anualmente, em média, uma receita no mínimo igual ao CARP, para que seu patrimônio se mantenha com a rentabilidade esperada. Com isso, o produtor conseguirá ter capital suficiente para renovar todo seu patrimônio.

O CARP para uma máquina é:

$$CARP_{maq} = frc_{maq} * CR_{maq}$$

Onde:

frc = fator de recuperação do capital; e,
CR = valor de mercado para reposição da máquina.

O frc refere-se aos custos anualizados do capital, calculados por:

$$frc_{maq} = \frac{(1 + r)^z * r}{(1 + r)^z - 1}$$

Onde:

r = taxa de desconto real (sem inflação) ou custo de oportunidade do capital, em anos; e

z = é a vida útil da máquina, em anos.

Para uma máquina com valor de compra de R\$ 350.000,00, sem valor residual, vida útil de dez anos e custo de oportunidade de 1,92% a.a. {rendimento de poupança descontado pela média do

IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna) e da taxa do IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo [entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018])}, o CARP é dado por:

$$CARP_{maq} = \frac{(1+r)^z * r}{(1+r)^z - 1} * CR_{maq}$$

$$CARP_{maq} = \frac{(1+0,0192)^{10} * 0,0145}{(1+0,0192)^{10} - 1} * 350.000,00$$

$$CARP_{maq} = \frac{1,209467 * 0,192}{1,209467 - 1} * 350.000,00$$

$$CARP_{maq} = \frac{0,016745}{0,154837} * 350.000,00$$

$$CARP_{maq} = 0,110861 \times 350.000,00$$

$$CARP_{maq} = R\$ 38.801,37 / ano na propriedade.$$

Estes cálculos sinalizam que para uma máquina de R\$ 350.000,00, para cada um dos dez anos de vida útil é preciso considerar um custo de R\$ 38.801,37 por ano na propriedade, caso o custo de oportunidade seja de 1,92% a.a.

Para obter o custo que deve ser direcionado para cada hectare, é preciso calcular para quantos

hectares cultivados esta máquina está disponível na fazenda, considerando as áreas de primeira e de segunda safras. Caso haja mais de uma máquina com o mesmo valor de compra e vida útil, basta multiplicar os resultados pela quantidade total de máquinas equivalentes. Assim, a fórmula passa a ser:

$$CARP_{ma} = \frac{frc_{maq} * CR_{maq} * n}{ACT}$$

Onde:

ACT = área de cultivo total para a qual a máquina está disponível; e,

n = número de máquinas com o mesmo valor inicial e vida útil.

O mesmo raciocínio vale para implementos, equipamentos e benfeitorias. Para a terra, porém, basta apenas considerar o custo de oportunidade, pois não há depreciação envolvida. O valor do patrimônio em terra deve ser dividido pela

área de cultivo total (primeira e segunda safras) e multiplicado pela taxa de oportunidade do capital (juro) em termos reais (deflacionado). Quanto mais se utilizar a terra, menor seu custo fixo por hectare cultivado. Assim, tem-se:

$$CARP_{terra} = \frac{VP_{terra}}{ACT} * r$$

Onde: VP_{terra} = valor do patrimônio em terra.

Para a fazenda descrita na *Figura 1* e seus custos operacionais da *Figura 6*, os valores do CARP para as áreas de soja, algodão e milho seriam os apresentados na *Figura 7*, considerando

que as máquinas de grãos seriam alocadas para soja e milho e que em algodão haveria máquinas e equipamentos dedicados exclusivamente à cultura.

| Itens | Soja | | Algodão | | Milho | |
|-------------------|------------|---------------|------------|-----------------|------------|---------------|
| Máquinas | R\$ | 200,89 | R\$ | 395,31 | R\$ | 200,89 |
| Implementos | R\$ | 37,61 | R\$ | 34,46 | R\$ | 37,61 |
| Benfeitoria | R\$ | 19,76 | R\$ | 19,76 | R\$ | 19,76 |
| Terra | R\$ | 578,45 | R\$ | 578,45 | R\$ | 578,45 |
| CARP TOTAL | R\$ | 836,71 | R\$ | 1.027,98 | R\$ | 836,71 |

Figura 7. Análise comparativa dos CARPs para os produtos da fazenda

Ao somar os custos fixos (CARP) de todos os itens do patrimônio da fazenda, ter-se-iam resultados como os apresentados na Figura 8.

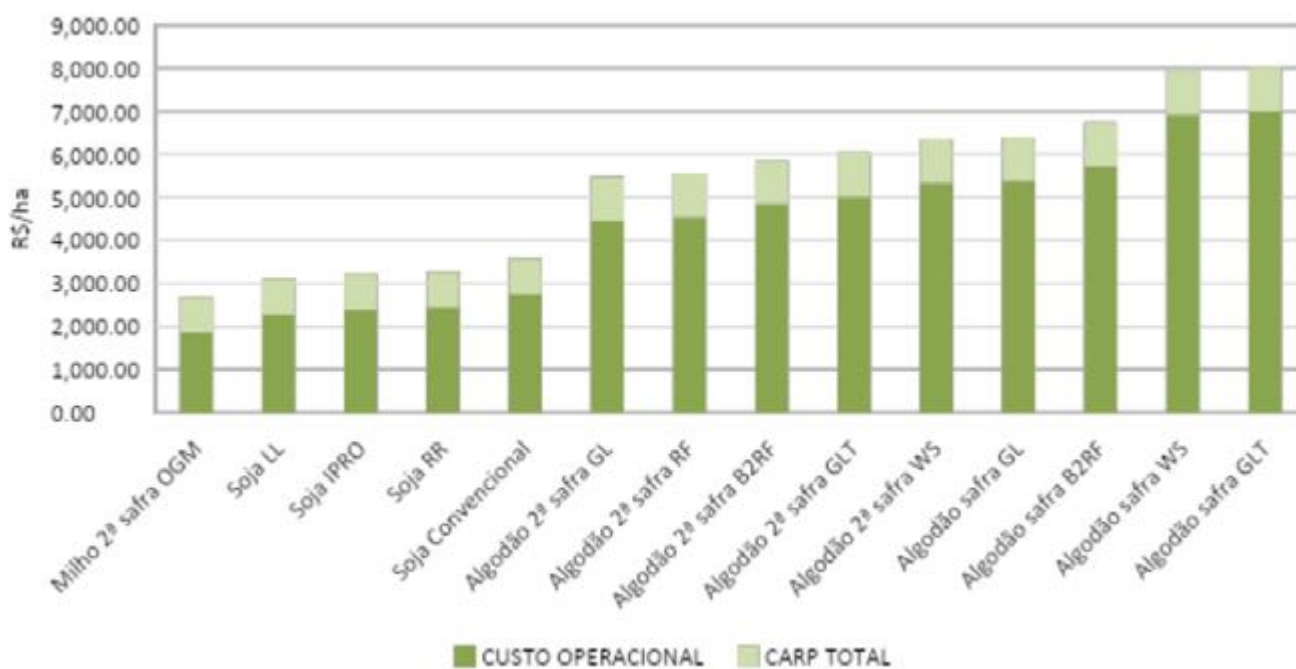


Figura 8. Custo total de produção para as culturas e as tecnologias da fazenda

5. Apuração da lucratividade do investimento

Com a contabilização dos custos operacionais e dos custos fixos, resta analisar a receita total (RT), resultado

da multiplicação dos preços de comercialização (venda antecipada, *barter*, venda na colheita ou venda durante a entressafra) e a quantidade colhida. O resumo do esquema seria (Figura 9):

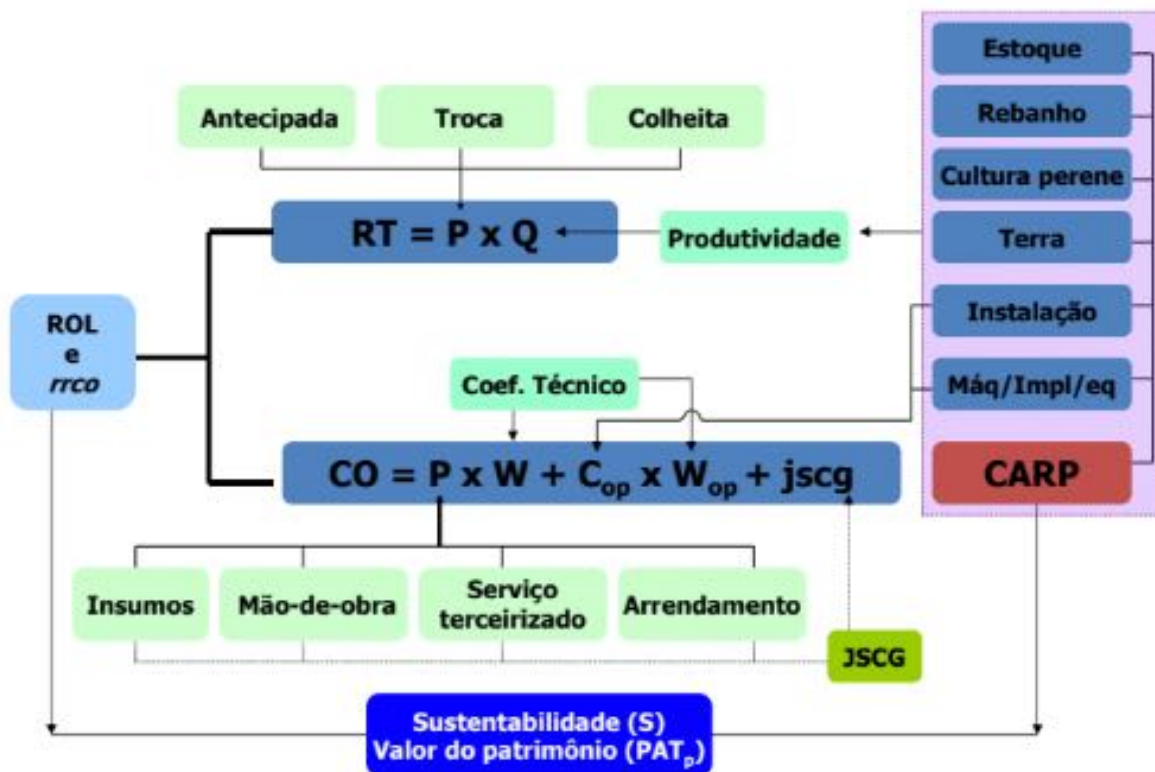


Figura 9. Fluxo econômico-financeiro de produção para cada cultura da fazenda

Ao subtrair da RT de uma cultura o valor correspondente a seu CO, tem-se a receita líquida operacional (RLO):

$$RLO_i = RT_i - CO_i$$

Observe que, para o negócio ser sustentável, a RLO deve ser superior ou igual ao CARP. Caso contrário, a RLO não seria suficiente para cobrir os custos de oportunidade e possível recompra de itens do imobilizado. Se negativa,

a receita não seria suficiente para pagamento nem mesmo dos desembolsos de cada safra.

Se da RT se subtrair o CT, obtém-se a receita líquida total (RLT):

$$RLT_i = RT_i - CT_i$$

A RLT não negativa é que dará condições para novos investimentos e para ampliação do patrimônio. Com $RLT > 0$, o negócio geraria renda suficiente para cobrir os custos de oportunidade

e também permitiria a aplicação em novos ativos.

Com as RLOs e RLTs, pode-se calcular a rentabilidade por real investido (rr). Sobre o CO, tem-se:

$$rrco_i = \frac{RLO_i}{CO_i}$$

em que a $rrco_i =$ Retorno por real investido no custo operacional da cultura i .

Sobre o CT, tem-se:

$$rrcT_i = \frac{RLT_i}{CT_i}$$

sendo $rrct_i =$ Retorno por real investido no custo total da cultura i .

Considerando os exemplos de culturas citados anteriormente, ter-se-iam os resultados apresentados na Figura 11, considerando os parâmetros de preços e produtividades também detalhadas na mesma figura. Para os exemplos citados, a cultura do algodão mostrou-se em expressivas receitas líquidas e retorno sobre investimento, seguido pelos retornos da soja. A cultura

do milho apresentou retorno positivo apenas sobre o custo operacional.

Para a fazenda como um todo, devem ser somadas todas as receitas brutas e todos os custos, para analisar sua sustentabilidade (Figura 10). Em termos monetários, os resultados constam da Figura 12, em que se observam resultados extremamente favoráveis, especialmente para o algodão.

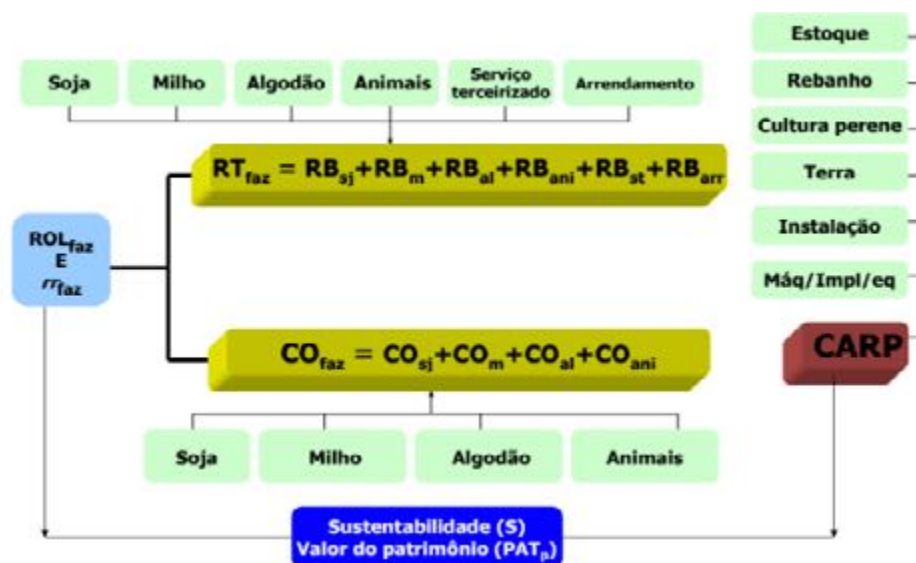


Figura 10. Fluxo de análise da sustentabilidade da fazenda

6. Gestão sustentável

A gestão sustentável, ou a sustentabilidade econômica, é, enfim, aquela na qual a receita líquida operacional do empreendimento é superior ou igual a seu CARP. Se for superior, há perspectiva de aumento do patrimônio e não somente sua manutenção. Se a RLO for menor que o CARP, isso significa que seu capital não está sendo remunerado o

suficiente para que a fazenda se mantenha ou cresça no longo prazo. Se isso persistir, pode se preparar! A atividade não é economicamente sustentável no longo prazo. Informações detalhadas sobre a modelagem deste aspecto foram apresentadas no livro "Gestão de negócios agropecuários com foco no patrimônio", de autoria de Barros et al. (2019).

| Quadro de análise | Soja RR | Algodão safra WS | Algodão safra GLT | Algodão safra B2RF | Soja IPRO | Algodão 2ª safra WS | Algodão 2ª safra GLT | Algodão 2ª safra B2RF | Soja Convencional | Algodão safra GL | Algodão 2ª safra RF | Soja LL | Algodão 2ª safra GL | Milho 2ª safra OGM |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Preço médio Produtividade | R\$ 64,17 R\$ 50,34 sc | R\$ 99,67 R\$ 131,76 @ | R\$ 99,67 R\$ 128,86 @ | R\$ 99,67 R\$ 116,44 @ | R\$ 64,17 R\$ 55,51 sc | R\$ 99,67 R\$ 105,79 @ | R\$ 99,67 R\$ 110,30 @ | R\$ 99,67 R\$ 109,80 @ | R\$ 64,17 R\$ 59,53 sc | R\$ 99,67 R\$ 126,34 @ | R\$ 99,67 R\$ 131,34 @ | R\$ 64,17 R\$ 65,23 sc | R\$ 99,67 R\$ 102,88 @ | R\$ 23,30 R\$ 96,38 sc |
| Receita Bruta | R\$ 3.230,43 | R\$ 13.132,64 | R\$ 12.843,45 | R\$ 11.605,47 | R\$ 3.562,28 | R\$ 10.544,01 | R\$ 10.993,19 | R\$ 10.944,17 | R\$ 3.820,04 | R\$ 12.592,36 | R\$ 13.090,66 | R\$ 4.185,81 | R\$ 10.254,18 | R\$ 2.245,74 |
| CT | R\$ 3.276,91 | R\$ 7.928,30 | R\$ 8.038,90 | R\$ 6.735,58 | R\$ 3.224,76 | R\$ 6.350,98 | R\$ 6.044,98 | R\$ 5.861,82 | R\$ 3.592,68 | R\$ 6.399,63 | R\$ 5.556,23 | R\$ 3.121,40 | R\$ 5.477,20 | R\$ 2.696,81 |
| RLO (RT - CO) | R\$ 790,24 | R\$ 6.232,32 | R\$ 5.852,53 | R\$ 5.897,87 | R\$ 1.174,23 | R\$ 5.221,01 | R\$ 5.975,20 | R\$ 6.110,33 | R\$ 1.064,08 | R\$ 7.220,71 | R\$ 8.562,41 | R\$ 1.901,12 | R\$ 5.804,97 | R\$ 385,64 |
| RLT (RT - CT) | R\$ 46,47 | R\$ 5.204,34 | R\$ 4.824,55 | R\$ 4.869,89 | R\$ 337,51 | R\$ 4.193,03 | R\$ 4.948,22 | R\$ 5.082,36 | R\$ 227,36 | R\$ 6.192,73 | R\$ 7.534,43 | R\$ 1.064,41 | R\$ 4.776,99 | R\$ 451,07 |
| Retorno por real investido (rrco) | 32,4% | 90,3% | 83,7% | 103,3% | 49,2% | 98,1% | 119,1% | 126,8% | 38,6% | 134,4% | 189,1% | 83,2% | 130,5% | 20,7% |
| Retorno por real investido (rrct) | -1,4% | 65,6% | 60,2% | 72,3% | 10,5% | 66,0% | 81,9% | 86,7% | 6,3% | 96,8% | 135,6% | 34,1% | 87,2% | -16,7% |

Figura 11. Resultados financeiros e econômicos por cultura na propriedade

| Quadro de análise | Soja | Milho | Algodão | Total |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Receita Bruta | R\$ 52.703.311,90 | R\$ 4.111.951,61 | R\$ 108.271.546,82 | R\$ 165.086.810,34 |
| CO | R\$ 36.105.546,22 | R\$ 3.405.835,83 | R\$ 51.924.840,93 | R\$ 91.436.222,99 |
| CT | R\$ 48.565.855,30 | R\$ 4.937.854,76 | R\$ 61.568.310,96 | R\$ 115.072.021,02 |
| RLO (RT - CO) | R\$ 16.597.765,68 | R\$ 706.115,78 | R\$ 56.346.705,89 | R\$ 73.650.587,35 |
| RLT (RT - CT) | R\$ 4.137.456,61 | R\$ 825.903,15 | R\$ 46.703.235,86 | R\$ 50.014.789,32 |
| Retorno por real investido (rrco) | 46,0% | 20,7% | 108,5% | 80,5% |
| Retorno por real investido (rrct) | 8,5% | -16,7% | 75,9% | 43,5% |

Figura 12. Resultados financeiros e econômicos em termos agregados para a propriedade

7. Indicadores para análises de desempenho do negócio rural

Uma questão que sempre aparece nas análises de negócios agropecuários é por que estabelecimentos semelhantes têm rendas diferentes. Aqui já se destaca a importância de se realizar a contabilidade rural, permitindo a construção de indicadores. Como base nos indicadores, haverá possibilidade de fixar padrões para comparar resultados, assim como medir o desempenho efetivo do negócio e, certamente, tomar medidas corretivas para melhorar o desempenho após serem identificados os aspectos com problemas (Kay; Edwards; Duffy, 2014).

As comparações de resultados podem ser realizadas com base nas metas e/ou orçamentos, com outros estabelecimentos semelhantes ou mesmo avaliando as tendências históricas, nesse caso também avaliando as melhorias ao longo do tempo. O desempenho pode ser avaliado com base em (a) medidas de lucratividades (rentabilidades sobre investimentos, margens monetárias, etc.), em (b) medidas de tamanho (receita bruta, valor do imobilizado, total de área disponível e cultivada, mão de obra utilizada, quantidade produzida e vendida e valor da produção), (c) medidas de eficiência (que se refere à quantidade ou o valor de produção obtido por unidade de recurso empregado) e, (d) medidas financeiras (quantidade da dívida, relação da quantidade da dívida com o imobilizado, alterações do patrimônio ao longo do tempo, capital de giro disponível, entre outras).

Dessa forma, poderiam ser citados os seguintes indicadores como possibilidades de construção com base nas informações de custos e receitas:

- Evolução das quantidades e dos preços de cada insumo utilizado no processo produtivo;
- Evolução dos custos operacionais de cada cultura e/ou atividade

- em áreas e períodos diferentes;
- Cálculo do custo econômico de cada bem do patrimônio;
- Cálculo dos custos de manutenção e de consumo de cada máquina e equipamento;
- Mensuração dos custos econômicos totais (CT) e do CARP;
- Evolução das produtividades de cada cultura em períodos diferentes de cultivo;
- Evolução dos preços de comercialização;
- Mensuração da receita total;
- Cálculos das RLOs e das RLTs;
- Mensuração das rentabilidades (rrco e rrct);
- Simulações de preços e produtividade, para analisar os cenários de riscos;
- Entre outros.

8. Tomadas de decisão com as informações contabilizadas

Um dos primeiros pontos a se avaliar envolve os princípios econômicos de escolha de combinações de insumo e/ou produto. Como se sabe, para se obter um produto da agropecuária, há necessidade de uso de vários insumos no processo produtivo. É papel do gestor escolher a combinação ou proporção de insumos que vai utilizar, visando maximizar o lucro final. Esse é o caso, por exemplo, de sementes geneticamente modificadas, de formas de aplicação de fertilizantes, etc. Nas figuras apresentadas neste capítulo, puderam ser observadas várias tecnologias de sementes de soja e de algodão, com custos operacionais e produtividades diferentes e também com rentabilidades diferentes.

Para utilizar uma área agrícola, não se pode deixar de considerar as combinações de produtos, aqui entendidos como culturas e atividades, em um contexto inclusive de rotação e de sucessão. No mesmo período de cultivo, é preciso avaliar os empreendimentos

concorrentes em áreas, assim como os caracterizados como suplementares (a oferta de um produto pode ser aumentada sem que ocorra alteração no nível de produção de outro produto) e complementares (o aumento da produção de um empreendimento implica no aumento de outro produto, ao mesmo tempo). Para os empreendimentos concorrentes, a regra de decisão maximizadora de lucro será a igualdade da razão de substituição de áreas entre culturas (quantidade de produto aumentada ÷ quantidade de produto diminuída) com a razão de lucro entre as culturas (lucro do produto aumentado ÷ lucro do produto reduzido).

Assim, para a análise da viabilidade do negócio agropecuário, poderiam ser detalhados os seguintes aspectos:

- Se o uso de determinado insumo tem correlação positiva com produtividade (será que maior uso de fertilizantes, por exemplo, implica em maior produtividade?);
- Qual área e/ou sistema que resultou em maior custo operacional e custo total;
- Se é conveniente adquirir uma nova máquina e/ou implemento;
- Quais culturas e sistemas geram as maiores produtividades, receita e rentabilidade (rrco e rrct);
- Se a venda antecipada gera receita suficiente para pagar os custos;
- Quais culturas e sistemas têm potencial para gerar maiores rentabilidades (rrco e rrct);
- Com as simulações de preços e produtividades, analisar as probabilidades de resultados negativos e optar pelas culturas e sistemas com maior probabilidade de rentabilidades positivas;
- Enfim, que ajustes devem ser procedidos na condução da fazenda.

9. Avaliação de retornos de sistemas de produção

Como descrito nas seções anteriores, foram inseridos nas avaliações os custos operacionais e custo fixo, via CARP, para diferentes culturas. Foram avaliadas as receitas, despesas e lucros potenciais de um empreendimento separado. Na prática, cada cultivo (e poderia ser sistema na

pecuária) é um empreendimento. Nos empreendimentos agrícolas, a contabilização de custos é feita por unidade de área, que, no Brasil, o padrão é o hectare, ou mesmo alqueires. Como no custo operacional se considera o juro sobre capital de giro, e no CARP está envolvida a depreciação e custo de oportunidade de ativos imobilizados, o lucro final pode ser denominado de lucro econômico. Nessas situações, um lucro econômico zero significa que o trabalho, a terra e o capital estão obtendo exatamente a remuneração de seus custos de oportunidade.

Com as estruturas de custos formalizadas para cada cultura, deve-se elaborar indicadores para análise de desempenho e tomadas de decisão em um contexto de sistemas produtivos (primeira e segunda safras, por exemplo) ou o período que envolve todo um ciclo produtivo. A escolha de combinações de empreendimentos se faz necessária, uma vez que gestores querem encontrar a combinação de empreendimentos que irá fornecer o maior lucro através da melhor utilização dos recursos limitados da fazenda.

De nada adianta comparar rentabilidades de soja e algodão diretamente, sabendo que durante o ciclo do algodão é possível produzir soja no verão e milho na segunda safra em boa parte da área. A comparação só é válida quando se confronta o sistema soja + milho 2ª safra com o de algodão safra. É preciso somar os custos de soja e de milho, assim como a receita, para comparar com os valores equivalentes de algodão.

Para Mato Grosso, poderiam ser comparados resultados de sistemas como:

- Algodão safra (cultivo normal);
- Soja + algodão segunda safra 0,76 m entre linhas;
- Soja + algodão segunda safra 0,45 m entre linhas;
- Soja + milho segunda safra;
- Soja + milheto segunda safra;
- Entre outros.

Observa-se que as análises também devem levar em consideração as variedades e os períodos de cultivos. Por exemplo, podem ser analisadas as rentabilidades de variedades convencionais com as geneticamente modificadas. Para uma avaliação mais técnica, poderia ser utilizado o processo

matemático de programação linear para encontrar a combinação ótima de empreendimentos. Esse procedimento não será detalhado neste material, mas parte dos procedimentos pode ser analisada em Lima (2019).

Na seção seguinte será apresentado um resumo de custos e sistemas utilizados por produtores de algodão de Mato Grosso em anos recentes.

10. Evolução de rentabilidades de sistemas em Mato Grosso: problemas e oportunidades

Considerando cálculos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em projeto desenvolvido em parceria com a Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa), os custos e rentabilidades de cultivos de algodão, soja e milho oscilaram expressivamente em Mato Grosso nos últimos anos, sinalizando a necessidade intrínseca de um bom sistema de gestão de custos.

Nos primeiros meses de 2015, os dados apontaram que as rentabilidades de cultivo de algodão, de soja + algodão segunda safra e de soja + milho em Mato Grosso, em média, geravam retornos negativos entre 20% e 30% sobre o custo total (*Figura 13*)². Os melhores resultados (ou menos negativos) eram com soja + algodão segunda safra.

Nos anos seguintes, puxados especialmente pela recuperação dos preços da pluma, os sistemas com algodão em segunda safra mostraram-se extremamente rentáveis e atrativos

aos produtores. O fato justifica a tendência crescente de maior uso da área com algodão na segunda safra, dando preferência à soja em primeira safra. Ao mesmo tempo, os dados apontam a dificuldade de o sistema soja + milho 2ª safra em conseguir pelo menos RLT nula. Somente em 2016, com recuperações dos preços de soja e milho, o sistema com as duas culturas apresentou rentabilidade calculada superior aos sistemas com algodão. De qualquer forma, as oscilações de rentabilidade sinalizam o risco envolvido nas atividades.

Entre os principais itens de custos de produção de algodão em Mato Grosso, estão os desembolsos com fertilizantes e defensivos químicos (inseticida, fungicida e herbicida). A evolução dos gastos apresentados na *Figura 14* sinaliza que os desembolsos com esses insumos oscilaram em cerca de 70% entre os valores mínimos e máximos registrados no período considerado para cada um deles. Em termos de riscos, os desembolsos com fertilizantes foram os de maior oscilação (coeficiente de variação), seguido por fungicidas, herbicidas e inseticidas.

As oscilações de preços e custos recentes comprovam a necessidade de se ter planilhas de custos detalhadas, possibilitando avaliar cenários e as implicações de fatores negativos. Somente com dados confiáveis é possível tomar decisões, sejam de curto, médio ou longo prazos.

² Nesses cálculos, considera-se a compra de todos os insumos e a venda de toda a produção no mesmo mês

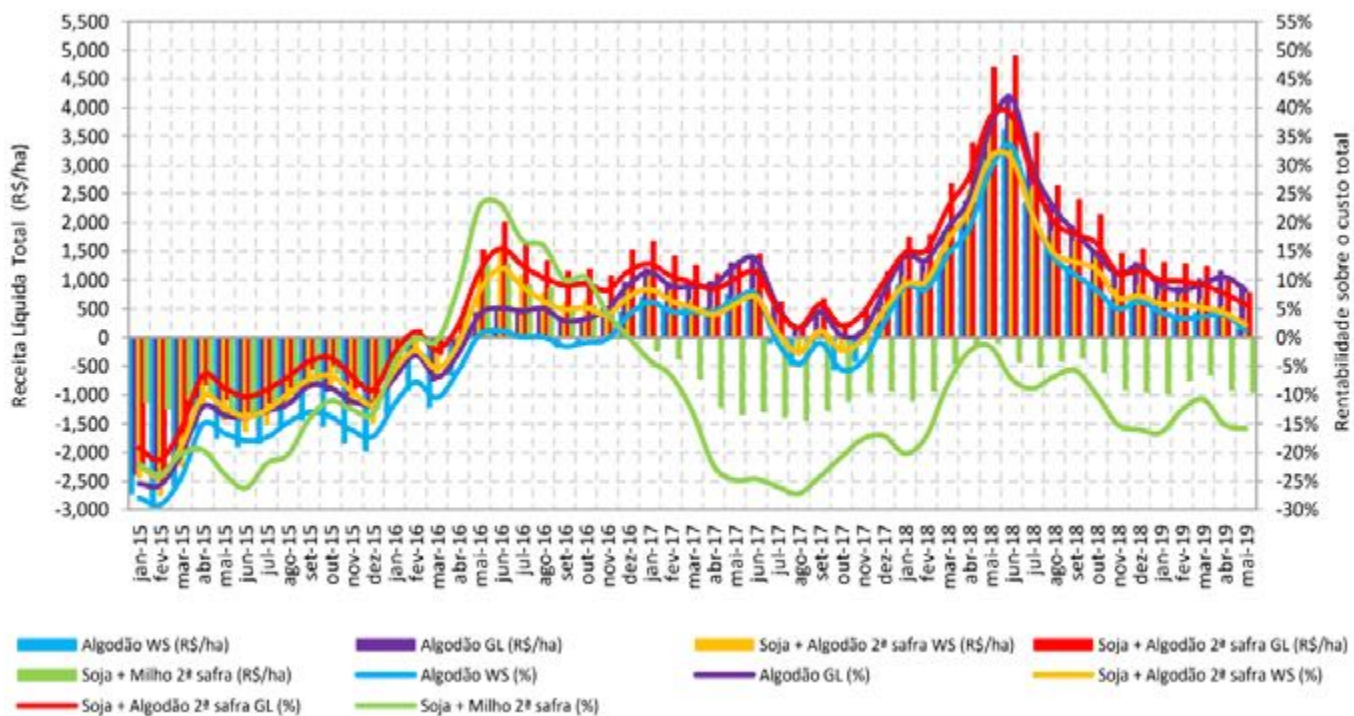


Figura 13. Análise da rentabilidade econômica dos diferentes sistemas de produção em propriedades de Mato Grosso, entre jan/2015 e maio/2019, utilizando coeficientes técnicos da safra 2017/2018

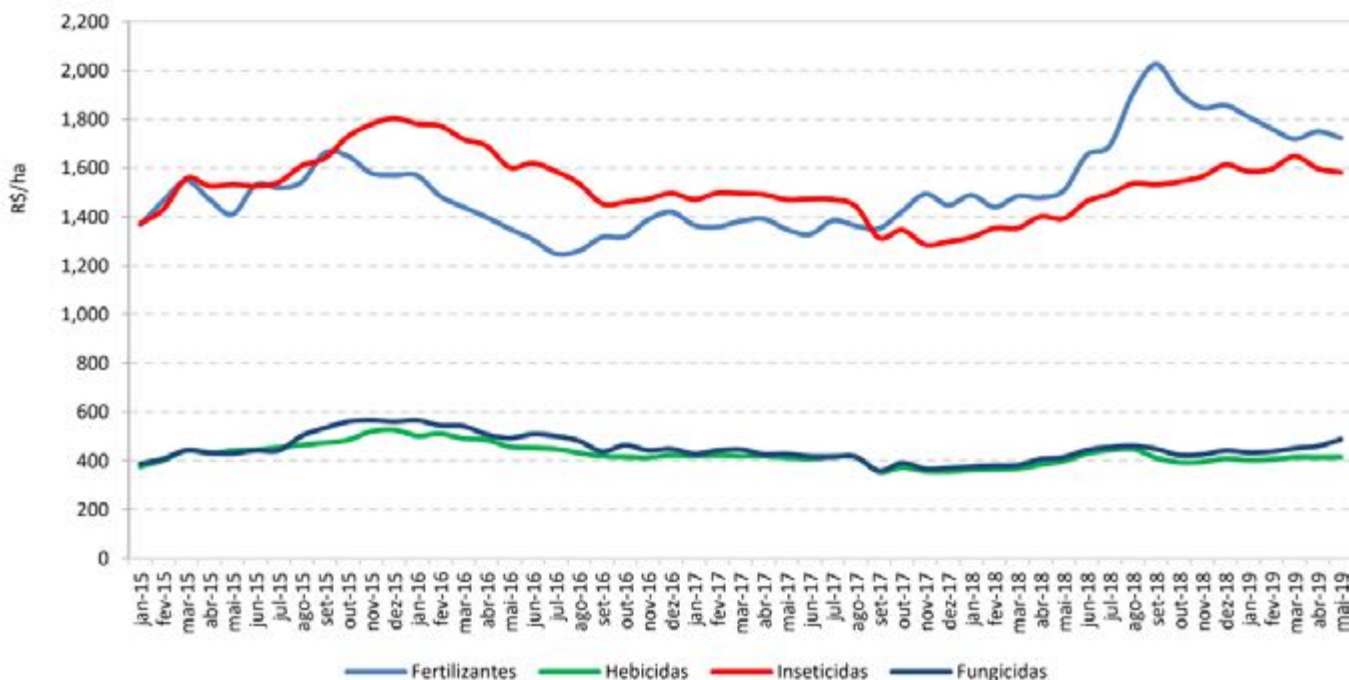


Figura 14. Evolução de gastos médios com fertilizantes e defensivos químicos entre jan/2015 e mai/2019 para produção de algodão em Mato Grosso, utilizando coeficientes técnicos da safra 2017/2018

Liberações tecnológicas e custos operacionais de produção

Os resultados acima devem ser entendidos em um contexto de ajustes de sistemas de cultivo de algodão em Mato Grosso. A primeira alteração foi o incremento de cultivo de algodão em segunda safra ao longo dos últimos anos, passando a representar entre 85% e 90% da área dedicado ao algodão no estado. Os resultados de rentabilidade de sistemas com algodão de segunda safra, apresentados na *Figura 13*, justificam este ajustamento.

O segundo item de impacto no cultivo de algodão se refere ao incremento de aprovações de plantas geneticamente modificadas para comercialização. Os primeiros registros são de 2005 (*Figura 15*), com plantas resistentes a insetos. Em seguida, foram aprovadas as plantas com tolerância a herbicidas, sendo que em anos recentes se destacam as plantas com as características conjuntas de resistência a insetos e tolerância a herbicidas.

Com base em 67 estruturas de custos de produção em fazendas produtoras de algodão em Mato Grosso, para os anos-safras 2015/2016 e 2017/2018,

referenciados em cálculos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em projeto desenvolvido em parceria com a Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa), apresenta-se na *Figura 16* custos de produção para tecnologias geneticamente modificadas. Foram consideradas as seguintes tecnologias:

- Bollgard II RoundUp Ready Flex® (B2RF) = tolerante ao herbicida glifosato e resistente a insetos;
- GlyTol LibertyLink® (GL) = tolerante aos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato;
- GlyTol LibertyLink TwinLink® (GLT) = tolerante aos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato, e resistente a insetos;
- Widestrike® (WS) = tolerante ao herbicida glufosinato de amônio³ e resistente a insetos.

Em seguida, serão discutidos apenas aspectos relacionados aos custos operacionais, muitos deles também agrupados em relação às formas estruturas apresentadas anteriormente.

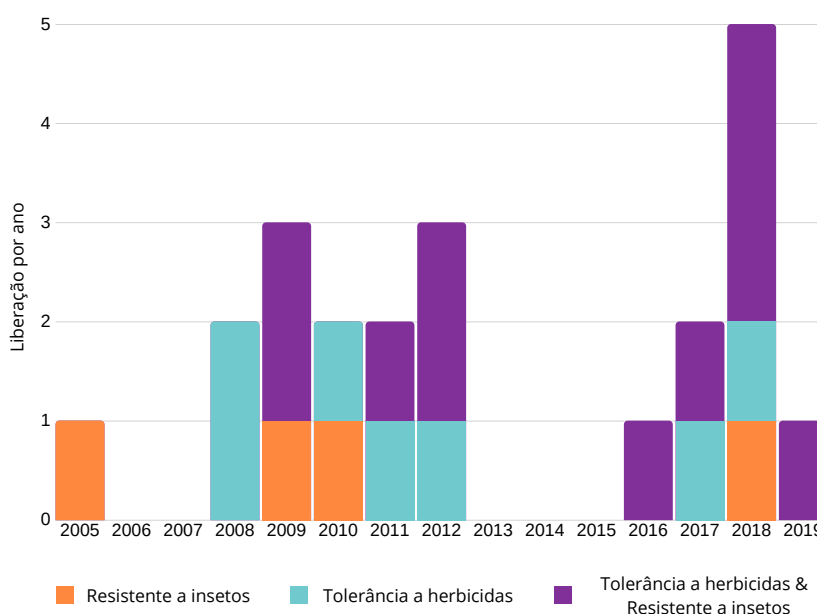


Figura 15. Liberações de plantas geneticamente modificadas de algodão para comercialização, por ano e característica tecnológica

Das quatro tecnologias, três são resistentes a insetos e tolerante a herbicidas³ e apenas uma delas é tolerante a herbicida, sem a inserção de tecnologias que lhes provém resistência a insetos. Nos custos com insumos, na média dos dois anos-safras apresentados, a tecnologia somente tolerante a herbicidas desembolsou entre 8,3% e 18% a mais que as demais tecnologias. Houve custos menores somente com sementes e seu tratamento, ficando entre 21% e 49% menores, e custos semelhantes com fertilizantes em relação às outras tecnologias. Em relação aos outros custos com insumos, foram registrados desembolsos maiores na tecnologia tolerante a herbicida. Graficamente, observa-se na *Figura 17* que os custos com sementes realmente chamam a atenção pelos menores desembolsos na tecnologia GL, enquanto os custos com inseticidas se destacam pelos maiores valores, com destaque para a safra 2015/2016.

Entre as duas temporadas analisadas, os custos com insumos diminuíram somente na tecnologia GL. Somente os desembolsos com fungicidas aumentaram (*Figura 17*). Para a tecnologia B2RF, houve redução dos valores com sementes + tratamento e com outros insumos; na GLT, além de

sementes e seu tratamento e outros insumos, também houve menores desembolsos de 2015/2016 para 2017/2018 com herbicidas; já na tecnologia WS, somente os custos com sementes + tratamentos e herbicidas tiveram reduções. Portanto, em todas as tecnologias houve reduções dos valores pagos com sementes, que envolve também a taxa tecnológica e royalties.

Para a tecnologia GL, na média das duas safras analisadas, por haver maiores custos com insumos e necessidades de aplicações adicionais que as demais tecnologias, os desembolsos com operações mecânicas ficaram entre 20% e 30% superiores, exigindo também mais custos com mão de obra. Chamou a atenção nas safras analisadas os menores desembolsos com operações terceirizadas na tecnologia tolerante a herbicida.

A tecnologia somente tolerante a herbicida, na média dos dois anos apresentados, apresentou o maior custo operacional médio, superando entre 10,3% e 12,2% as outras três tecnologias. Entretanto, teve produtividade média entre 2% e 11,6% superiores. Desta forma, a tecnologia GL apresentou retorno inferior ao das tecnologias B2RF e GLT, mas superior ao da tecnologia WS.

| Descrição / Ano-Safra | 2015/16 | | | | 2017/18 | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|--------------------------|------------------------------------|------------------|
| | Boltgard II RoundUp Ready Flex (B2RF) | GlyTol LibertyLink (GL) | GlyTol LibertyLink TwinLink (GLT) | Widestrike (WS) | Boltgard II RoundUp Ready Flex (B2RF)2 | GlyTol LibertyLink (GL)3 | GlyTol LibertyLink TwinLink (GLT)4 | Widestrike (WS)5 |
| Insumos | 3.485,51 | 4.479,96 | 3.691,18 | 3.670,96 | 3.693,79 | 3.995,86 | 4.132,46 | 3.795,41 |
| Fertilizantes | 1.199,09 | 1.246,52 | 1.250,82 | 1.212,64 | 1.271,74 | 1.281,82 | 1.438,75 | 1.272,05 |
| Sementes + TS | 832,86 | 424,98 | 905,30 | 537,52 | 754,56 | 377,66 | 680,23 | 474,10 |
| Herbicidas | 370,88 | 720,84 | 500,05 | 527,65 | 427,82 | 442,37 | 439,47 | 511,08 |
| Inseticidas | 823,63 | 1.527,91 | 602,95 | 949,23 | 890,55 | 1.293,85 | 1.024,60 | 990,93 |
| Fungicidas | 140,88 | 328,47 | 278,73 | 315,20 | 250,57 | 422,78 | 400,90 | 490,02 |
| Outros Insumos | 118,17 | 231,23 | 153,33 | 128,72 | 98,46 | 177,38 | 148,51 | 157,23 |
| Operações Mecânicas | 573,14 | 683,26 | 392,36 | 574,23 | 524,31 | 635,67 | 624,61 | 523,90 |
| Operações Terceirizadas | 421,12 | 353,44 | 404,07 | 397,43 | 505,82 | 418,05 | 421,39 | 527,94 |
| Mão de obra | 666,27 | 728,75 | 475,32 | 628,64 | 539,50 | 500,99 | 579,46 | 518,42 |
| Impostos | 177,10 | 193,72 | 198,14 | 175,56 | 214,09 | 222,39 | 212,12 | 198,57 |
| Arrendamento | 336,88 | 329,41 | 166,11 | 286,80 | 279,33 | 318,79 | 235,11 | 300,47 |
| Assist. Tec./Umpera/Seguro | 128,19 | 151,23 | 129,13 | 132,73 | 136,77 | 141,44 | 146,08 | 139,84 |
| Juros s/ Capital de Giro | 419,53 | 473,50 | 339,66 | 426,54 | 353,49 | 353,26 | 354,98 | 371,09 |
| CUSTO OPERACIONAL | 6.207,73 | 7.393,26 | 5.795,98 | 6.292,88 | 6.247,11 | 6.586,46 | 6.706,22 | 6.384,64 |
| Preço médio (R\$/@) | 85,14 | 87,45 | 86,36 | 84,81 | 99,20 | 97,70 | 97,66 | 100,83 |
| Produtividade (@ de pluma) | 89,29 | 91,74 | 93,02 | 84,83 | 111,30 | 117,09 | 111,75 | 102,25 |
| Receita Bruta | 7.602,14 | 8.022,57 | 8.033,55 | 7.193,95 | 11.043,06 | 11.499,88 | 10.914,06 | 10.309,50 |
| RLO | 1.394,41 | 629,31 | 2.237,57 | 901,07 | 4.793,95 | 4.853,41 | 4.207,84 | 3.924,86 |
| Preço | 22,5% | 8,5% | 38,6% | 14,3% | 76,7% | 73,7% | 62,7% | 61,5% |

Figura 16. Liberações de plantas geneticamente modificadas de algodão para comercialização, por ano e característica tecnológica

³ A Corteva, detentora da tecnologia WS, não recomenda o uso do herbicida glufosinato com esse trait.

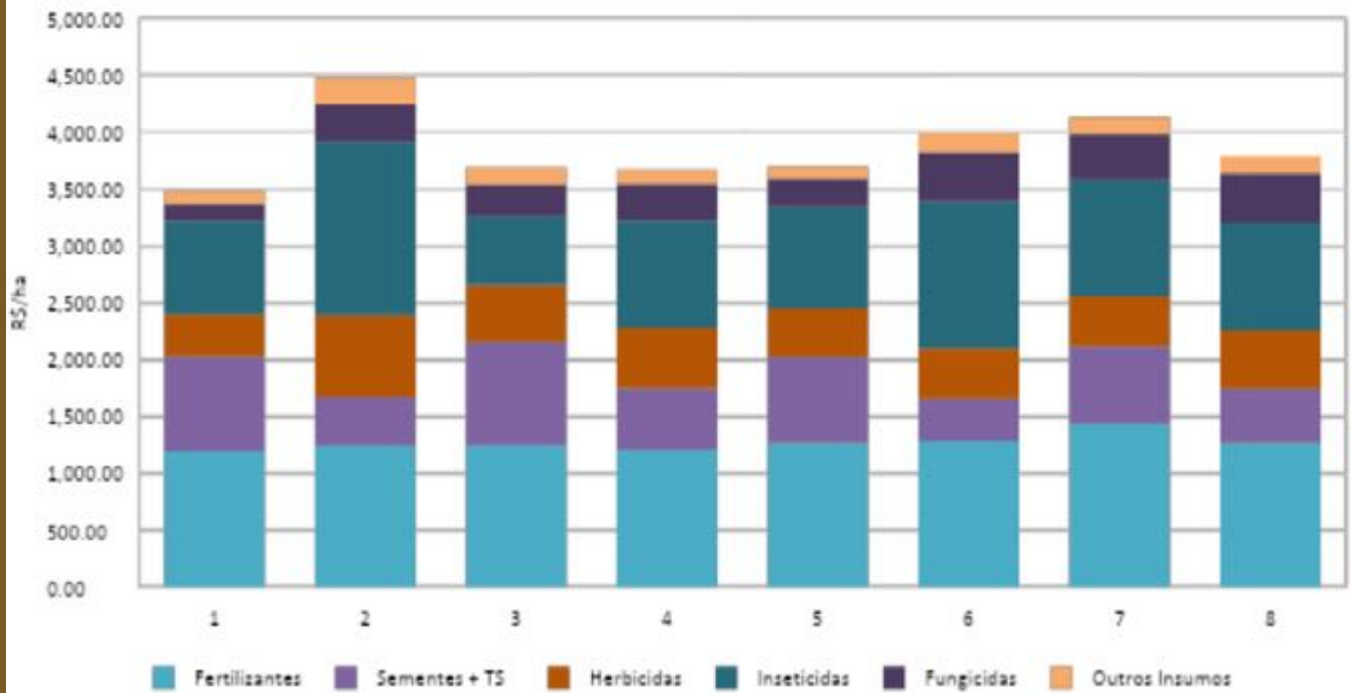


Figura 17. Custo com insumos na produção de algodão 2ª safra em Mato Grosso, nas safras 2015/2016 e 2017/2018, por tecnologias, em R\$/ha – deflacionamento para jul/2019 pelo IGP-DI

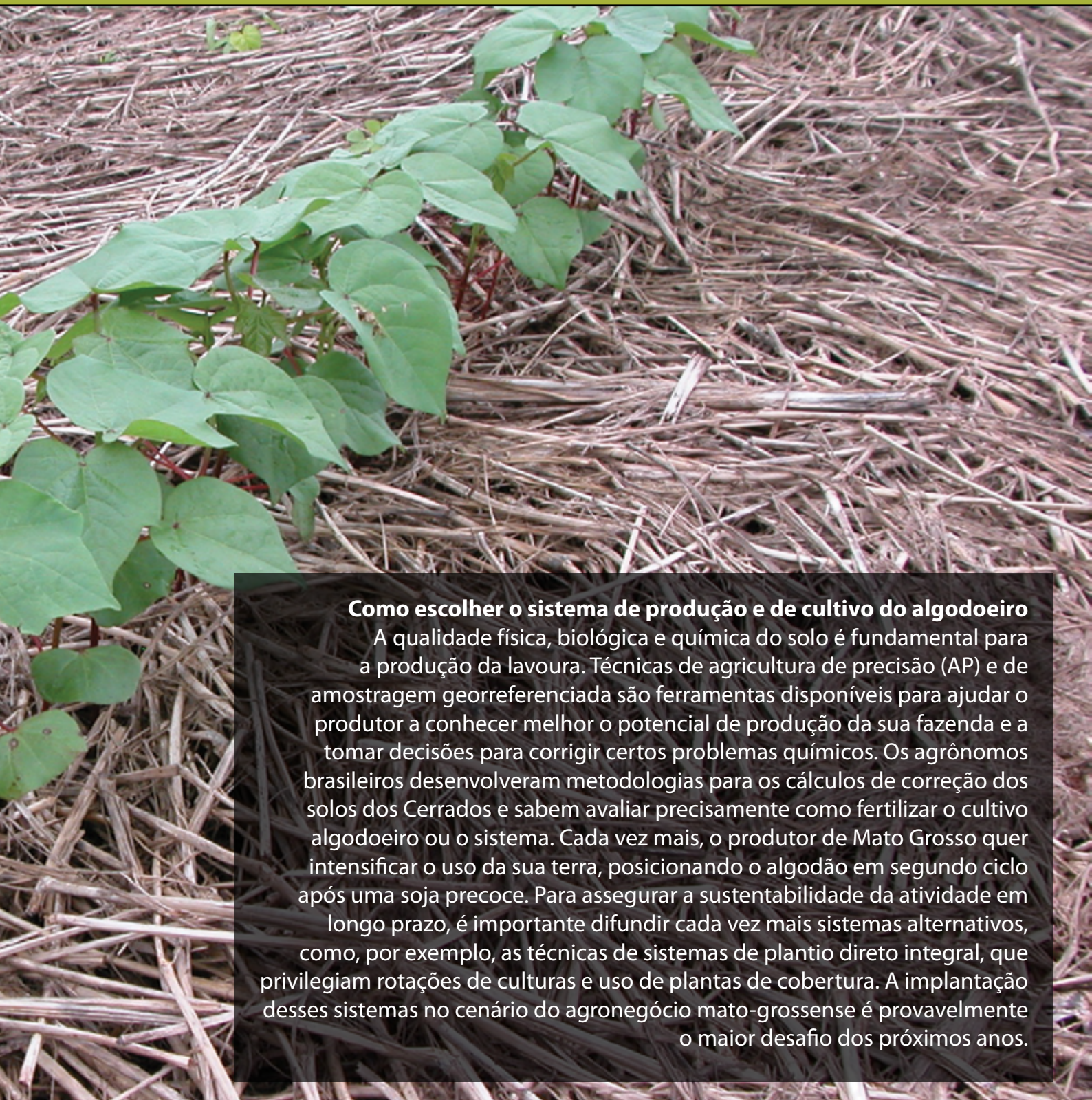
Referências bibliográficas: algumas referências no final do manual. Para complementos, entrar em contato com os autores







SOLOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA O ALGODOEIRO



Como escolher o sistema de produção e de cultivo do algodoeiro

A qualidade física, biológica e química do solo é fundamental para a produção da lavoura. Técnicas de agricultura de precisão (AP) e de amostragem georreferenciada são ferramentas disponíveis para ajudar o produtor a conhecer melhor o potencial de produção da sua fazenda e a tomar decisões para corrigir certos problemas químicos. Os agrônomos brasileiros desenvolveram metodologias para os cálculos de correção dos solos dos Cerrados e sabem avaliar precisamente como fertilizar o cultivo algodoeiro ou o sistema. Cada vez mais, o produtor de Mato Grosso quer intensificar o uso da sua terra, posicionando o algodão em segundo ciclo após uma soja precoce. Para assegurar a sustentabilidade da atividade em longo prazo, é importante difundir cada vez mais sistemas alternativos, como, por exemplo, as técnicas de sistemas de plantio direto integral, que privilegiam rotações de culturas e uso de plantas de cobertura. A implantação desses sistemas no cenário do agronegócio mato-grossense é provavelmente o maior desafio dos próximos anos.

Sistemas de cultivo do algodoeiro



**Leandro
Zancanaro**
Fundação MT



**Claudinei
Kappes**
Fundação MT

Essas diretrizes técnicas foram elaboradas em consenso com os seguintes profissionais:

- Jonas Souza Guerra, Guerra Consultoria, Rondonópolis–MT
- Cid Ricardo dos Reis, Sementes Bom Futuro, Cuiabá–MT
- Gustavo D. F. Gianluppi, SLC Agrícola, Costa Rica–MS
- Elton J. Emanuelli, Sementes Bom Jesus, Rondonópolis–MT
- Guilherme A. Ohl, Ceres Consultoria Agrônômica, Primavera do Leste–MT
- Elio R. de la Torre, IGA, Montividiu–GO

Existem, basicamente, dois sistemas de cultivo do algodoeiro no Estado de Mato Grosso: algodão safra e algodão segunda safra.

1. Algodão safra

Definição

Trata-se do algodão cultivado em um sistema de produção em que há o cultivo apenas do algodão como cultura comercial dentro do ano agrícola, sendo semeado entre 1º de dezembro e 10 de janeiro, de acordo com as condições edafoclimáticas da região e do ambiente de produção.

Objetivos principais

- Obter alta produtividade;
- Incorporar áreas ao processo produtivo de algodão, considerando as características de solo e ambiente. Este sistema tem prioridade em relação ao algodão cultivado em segunda safra em áreas com limitações climáticas, restrições quanto a classificação e correção do solo e ocorrência de insetos e doenças de solo, incluindo nematoides;

Recomendações importantes

- Desde o início do planejamento da atividade agrícola, elaborar um plano de cultivo em que o algodão esteja inserido em sistemas de produção que incluam a rotação de culturas;
- Selecionar áreas com elevado potencial produtivo e livre de incidência de mofo branco, percevejo-castanho e nematoides;
- Implantar culturas de cobertura na primavera como antecessoras ao cultivo do algodão, priorizando as espécies de fácil instalação e condução, que apresentem elevada produção de matéria seca e que não multipliquem nematoides. Segundo relatos de profissionais, há ganhos de até 20@/ha de algodão em caroço com a adoção desta prática;
- Dar preferência a solos com textura média a argilosa;
- Os solos devem apresentar características físicas, químicas e biológicas favoráveis à cultura;
- Em solos com limitações físicas, deve-se fazer a correção previa à instalação da cultura (o algodão é muito suscetível a solos compactados, mal

drenados e com baixa oxigenação), por meio do rompimento das camadas de solo mais adensadas utilizando subsoladores devidamente regulados e ajustados ao diagnóstico realizado;

- Cultivar o algodão em áreas com a fertilidade sob o aspecto químico adequado ou em solos com investimentos elevados na correção;
- Porém, mesmo com alto investimento, não cultivar o algodão em áreas de abertura de Cerrado, sob pastagem, ou recentemente cultivados, pois há grandes riscos de obter-se produtividades abaixo da esperada, pois o algodão responde a solos cultivados por mais tempo, corrigidos e homogeneizados em profundidade (“solos amansados”);
- Em solos com limitações químicas, devem ser feitas as correções necessárias em profundidade, pelo fato de o algodoeiro ser sensível à acidez do solo e de a estabilidade de produção também estar relacionada à correção dessa acidez e à de fósforo em profundidade. Essa correção em profundidade tem maior importância quanto mais arenoso for o solo e a condição de precipitação for menos estável, com maior ocorrência de “veranicos” e “cortes” antecipados da chuva;
- Adotar boas práticas para a conservação do solo e da água no ambiente de produção, como, por exemplo, semeadura em nível, construção de terraços e manutenção do solo coberto;
- Estar consciente de que a definição de potencial produtivo está ligada ao ambiente de cultivo, como temperatura, amplitude térmica, radiação solar, disponibilidade de água, etc.;
- Na semeadura, dar preferência a semeadoras que tenham o sistema de sulcadores apropriados, pois propiciam os melhores resultados.

(Imagem: Claudinei Kappes)



Figura 1. Algodão safra cultivado no espaçamento de 0,76 m entrelinhas

Quanto ao espaçamento

O espaçamento entrelinhas varia de 0,38 m a 1 m.

A utilização do espaçamento de 0,76 m a 1 m entrelinhas é indicada para o algodão a ser cultivado em solos com textura média a argilosa e com fertilidade corrigida tanto em superfície quanto em subsuperfície. Para este cultivo, devem-se seguir as recomendações de variedades, época de semeadura e população indicadas pelas empresas detentoras.

A semeadura no espaçamento de 0,45 m a 0,5 m entrelinhas é recomendada para ambientes de produção específicos, mais restritivos no que se refere a textura e fertilidade do solo, água, temperatura e presença de nematoides. A utilização deste espaçamento é recente em Mato Grosso e, quando ocorre, é em condições específicas. Esta opção de cultivo deve estar associada à adoção de outras práticas de manejo cultural do sistema de produção. A adoção deste espaçamento em áreas com menos limitações é ainda mais técnica e necessita de ajustes específicos por ambiente, ano e objetivo do produtor.

Para o cultivo do algodoeiro em espaçamentos menores em ambientes restritivos, torna-se obrigatória a adoção de práticas que propiciem a cobertura do solo e o ajuste da época de semeadura para amenizar os prejuízos causados pelo excesso de chuva e nebulosidade, que intensificam a queda de estruturas reprodutivas e o apodrecimento de maçãs. Quando o fator restritivo é o nematoide, recomenda-se fazer o cultivo de crotalária na primavera.

A adoção de espaçamentos menores pode ser uma estratégia para finalizar a semeadura do algodão safra (a partir de 25 de dezembro), nas condições específicas para a adoção desta estratégia. Semeaduras no cedo implicam em assumir alto risco de apodrecimento, queda de estruturas reprodutivas, aumento do ciclo, aumento do custo e dificuldade de colheita.

Quanto ao posicionamento de variedades

Nos espaçamentos maiores, deve-se seguir a recomendação das empresas detentoras quanto ao posicionamento e manejo das variedades.

Como o cultivo de algodão safra utilizando espaçamentos menores é um sistema recente, com utilização em condições específicas, restringe-se a realização de trabalhos quanto ao posicionamento oficial dos detentores e pesquisa quanto à indicação dos materiais genéticos para este sistema de cultivo. Atualmente, o posicionamento dos materiais genéticos para o algodão cultivado com espaçamento de 0,38 m a 0,5 m entrelinhas, após a cultura soja, por exemplo, está muito dependente de condições históricas locais, condição anual, experiência e estratégias dos profissionais que estão na frente de produção.

Quanto à população de plantas

A população de plantas deve ser ajustada conforme condições edafoclimáticas, cultivar (seguir as recomendações dos detentores) e época de semeadura, sendo que, quanto mais cedo for a semeadura, devem ser utilizadas populações menores dentro do intervalo de oito a 12 plantas por metro.

Além de pensar na população por metro linear, há de se buscar uniformidade da distribuição das sementes no sulco de semeadura, tanto na horizontal como na vertical (profundidade).

A uniformidade horizontal da distribuição de plantas é importante, uma vez que, dentro da mesma linha de semeadura, ocorre competição intraespecífica, ou seja, uma planta de algodão compete com as plantas de algodão vizinhas. Por outro lado, se houver muitos espaços vazios dentro da lavoura, perde-se potencial produtivo, pois menos luminosidade é captada por unidade de área. A uniformidade vertical das sementes apresenta implicação



Figura 2. Algodão segunda safra cultivado após soja no espaçamento de 0,45 m entrelinhas

técnica com a uniformidade de emergência das plântulas de algodão. As plântulas que apresentam emergência atrasada, na maioria das vezes, são dominadas pelas plântulas que emergiram primeiro, porém, não deixam de competir por água, luz e nutrientes.

Quanto ao gerenciamento de plantas

Para os espaçamentos entrelinhas de 0,76 m a 1 m, é indicado que a altura final de plantas seja 1,5 vez a distância entrelinhas e metas a definir quanto ao número de nós reprodutivos desejados, que geralmente deve ficar entre 18 e 20.

Para os espaçamentos entrelinhas de 0,45 m a 0,5 m, a definição da estratégia de manejo de altura de plantas está diretamente ligada à definição do sistema de colheita (fuso ou “stripper”). Para a colheita com o sistema de fuso, a inserção do primeiro nó reprodutivo tem que estar a 0,25 m da superfície do solo, e a altura final das plantas deve estar entre 2 e 2,2 vezes o espaçamento entrelinhas e, no mínimo, com 20 entrenós. Para o sistema de colheita “stripper”, ao

final do ciclo, a cultura deverá apresentar altura de planta igual a 1,5 vez o espaçamento entrelinhas e número de entrenós total de 18 a 20.

2. Algodão segunda safra

Definição

É o algodão cultivado após uma cultura comercial (soja, feijão, milho, etc.) no mesmo ano agrícola. O algodão segunda safra é caracterizado em Mato Grosso pela semeadura a partir de janeiro, após a colheita de uma cultura comercial, geralmente soja. O término da semeadura varia de acordo com a região e com as condições edafoclimáticas do ambiente de produção, como precipitação pluvial, sistema de manejo do solo e capacidade de retenção de água no solo. De modo geral, não se recomenda a semeadura do algodão segunda safra a partir de 25 de janeiro em Mato Grosso. Para o sucesso do cultivo, é fundamental fazer a programação para evitar ao máximo o apodrecimento das maçãs no baixeiro das plantas. Caso isto aconteça, corre-se o risco de não haver a formação

das maçãs localizadas no terço superior das plantas, devido à restrição hídrica no Cerrado a partir de maio/abril, reduzindo significativamente a produtividade.

Objetivos principais

- Aumentar a rentabilidade da área perante o incremento de produção por unidade de área no mesmo ano agrícola;
- Otimizar (maximizar) a utilização dos recursos naturais da propriedade (solo, luz, água, temperatura, etc);
- Maximizar a utilização de máquinas, implementos agrícolas e demais estruturas da fazenda, reduzindo o custo de produção em relação ao algodão safra;
- Incorporar áreas ao processo produtivo de algodão, considerando as características de solo e ambiente, reduzindo a demanda de abertura de novas áreas para a produção de alimentos e fibras.

Recomendações importantes

Todas as recomendações válidas para o algodão safra o são também para o algodão segunda safra; porém, em ambientes com limitações climáticas ou restrições de solo (quanto à qualidade física, biológica e química), o sistema de cultivo de algodão safra tem preferência sobre o de algodão segunda safra.

Quanto ao espaçamento entrelinhas

- O espaçamento entrelinhas varia de 0,38 m a 0,9 m;
- O espaçamento de 0,76 m a 0,9 m entrelinhas é indicado para o início da semeadura do algodão segunda

safrapós a colheita da primeira cultura comercial. O término da semeadura vai variar conforme o ambiente de produção (pluviometria, capacidade de retenção de água no solo, etc.), devendo ser no máximo até 25 de janeiro. O término da semeadura poderá ser antecipado conforme a região dentro do Estado e, dentro de cada região, poderá variar conforme o solo e o manejo adotado;

- O espaçamento de 0,38 m a 0,5 m entrelinhas é indicado para o fechamento da semeadura do algodão segunda safra após a colheita da primeira cultura comercial do ano agrícola. O término da semeadura vai variar conforme o ambiente de produção (pluviometria, capacidade de retenção de água no solo, etc.), devendo ser no máximo até 10 de fevereiro. O término da semeadura poderá ser antecipado conforme a região dentro do Estado e, dentro de cada região, poderá variar conforme o solo e o manejo adotado. De modo geral, o algodão cultivado após a cultura de verão, dentro do mesmo ano agrícola, com espaçamento reduzido e semeadura tardia, apresenta: ciclo menor; na maioria dos casos, menor custo de produção; alta dependência pelas condições de solo e de clima favoráveis; menor estabilidade de produção; além de elevada exigência em conhecimento técnico para seu manejo.

Quanto ao posicionamento de variedades

- Nos espaçamentos maiores, deve-se seguir as recomendações das empresas detentoras quanto ao posicionamento e ao manejo das variedades;

- Como o cultivo de algodão em segunda safra utilizando espaçamentos menores é um sistema recente, ainda não há posicionamento oficial dos detentores ou pesquisa no que se refere à indicação dos materiais genéticos para este sistema de cultivo do algodão. Atualmente, o posicionamento dos materiais genéticos para o algodão cultivado com espaçamento de 0,38 m a 0,5 m entrelinhas após a cultura da soja, por exemplo, está muito dependente das condições históricas locais, condição anual, experiência e estratégias dos profissionais que estão na frente de produção.

Quanto à população de plantas

- A população de plantas deve ser ajustada conforme as condições edafoclimáticas, cultivar (seguir as recomendações dos detentores) e época de semeadura, sendo que, de modo geral, quanto mais cedo for a semeadura, deverão ser utilizadas populações menores dentro do intervalo de oito a 12 plantas por metro.
- Além de pensar na população por metro linear, há de se buscar uniformidade da distribuição das sementes no sulco de semeadura, tanto na horizontal como na vertical (profundidade).

Quanto ao gerenciamento de plantas

- Para os espaçamentos entrelinhas de 0,76 m a 1 m, é indicado que a altura final de plantas seja 1,5 vez a distância entrelinhas e metas a definir quanto ao número de nós reprodutivos desejados, que deve estar entre 16 e 18;
- Para o algodão segunda safra cultivado com espaçamentos entrelinhas de 0,45 m a 0,5 m, a definição da estratégia de manejo de altura de plantas segue os mesmos critérios descritos para o algodão safra neste mesmo espaçamento.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Sistemas alternativos em plantio direto de alta performance



Lucien Seguy



Serge Bouzinac
Cirad/UR Aïda

A maioria das lavouras de algodão em Mato Grosso é atualmente conduzida em sistema convencional (aração e gradagem) ou de plantio semidireto em cima de milho, ou em segunda safra, com plantio direto após soja precoce. São poucas as áreas com rotação de culturas, e menos ainda as áreas com sistemas de plantio direto integral. Os sistemas atuais de cultivo do algodoeiro usam quantidades cada vez maiores de agroquímicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas), aumentando drasticamente os custos de produção e o impacto ambiental da produção algodoeira. Evidenciou-se alguma poluição do meio ambiente em 2006, em algumas regiões de Mato Grosso, o que justifica ainda mais a adoção de novas práticas culturais mais respeitosas ao ambiente.

Em algumas situações, o esgotamento do solo é tanto, que quase inviabiliza

a produção agrícola, como observamos em algumas lavouras de algodão de Alto Garças (Figura 1). Essa “fadiga” do solo caracteriza-se geralmente por um baixo teor de matéria orgânica, compactação subsuperficial do solo, alterações nos ciclos bioquímicos dos nutrientes, baixa atividade microbiológica e associação com altas populações de nematoides.

Os sistemas de plantio direto sobre coberturas vegetais (PDSCV) com biodiversidade funcional elevada são as ferramentas básicas da **regeneração e do aumento contínuo da fertilidade e do saneamento do solo** por conta de:

- **Criação de uma forte macroporosidade** (Figura 2) no perfil de solo, o que permitirá um enraizamento potente e rápido das culturas em profundidade, dando acesso a uma grande reserva útil de água e nutrientes, evitando tanto o escoamento superficial de água como o encharcamento temporário e reciclando eficientemente os nutrientes lixiviados em profundidade (funcionamento do sistema solo-culturas em circuito fechado, evitando perdas de nutrientes);
- **Criação de uma vida biológica intensa e diversificada no perfil de solo**, o que ajudará a manter o equilíbrio biológico entre microrganismos patogênicos e saprofitos e participará no controle de doenças e pragas diversas das culturas, melhorando sua nutrição;
- **Aumento contínuo da fertilidade do solo de origem organobiológica** ao incorporar no perfil de solo altas quantidades de carbono oriundo de fontes diversificadas e de nitrogênio



(Imagem: Márcio Caldeira)

Figura 1. Algodão raquítico em solos arenosos - Fadiga de solo - Alto Garças, 2012



(Imagem: Lucien Seguy)

Figura 2. Macroporosidade criada pelas potentes plantas de cobertura

(aumento do N orgânico do solo simultaneamente ao do carbono, fixação simbiótica das leguminosas + fixação por bactérias livres dos gêneros *Azospirillum*, *Azotobacter* na rizosfera de gramíneas, tais como *Eleusine coracana* (pé-de-galinha);

- **Cobertura importante e duradoura do solo para controlar eficientemente as invasoras** (por sombreamento, alelopatia, competição por luz, água e nutrientes: exemplo das coberturas de sorgo, sorgo + *Brachiaria*) e, assim, diminuir os herbicidas na cultura;
- **Ação ecossistêmica favorável aos fatores físicos e à qualidade do solo:** a proteção superficial do solo pelos sistemas de plantas multifuncionais favorece diversos mecanismos reguladores da temperatura, troca de gases, respiração de raízes e ciclagem de nutrientes.

Finalmente, a forte cobertura do solo, com biomassa aliada a uma forte e diversificada densidade de raízes dentro do solo, permitirá a criação de um perfil de solo elástico, resiliente, capaz de suportar máquinas pesadas sem prejuízos para o estado da superfície e sem risco de compactação.

São expostos nesse capítulo diversos sistemas técnicos em plantio direto (PD) para produzir mais, mais barato e mais limpo, com redução dos insumos químicos e dos impactos ambientais.

1. Biomassas multifuncionais em substituição ao milheto no final da estação seca - início das chuvas (final de setembro - início de outubro)

Quando plantar?

No final da estação seca, início das chuvas

(do final de setembro até início de outubro), em plantio direto (PD), nos resíduos da cultura precedente (milho, soja, arroz, algodão).

O que plantar?

Várias opções de misturas de plantas de serviço, dentre as quais recomendamos*:

1- Mistura de sorgo BF 80 (10-12 kg/ha) + *Urochloa ruziziensis* (10 kg/ha) + *Crotalaria juncea* (25 kg/ha) (Figura 3);

2- Mistura de sorgo BF 80 (10 kg/ha) + *Crotalaria spectabilis* (12-15 kg/ha) + *Crotalaria juncea* (20-25 kg/ha);

3- Mistura de *Urochloa ruziziensis* (10 kg/ha) + *Crotalaria spectabilis* (12 kg/ha) + *Crotalaria juncea* (20-25 kg/ha) (Figura 4).

*Observação: As alternativas 1, 2 e 3 podem ser simplificadas para diminuir os custos, se for necessário (caso em que os agricultores não dispõem de sementes próprias); neste caso, tirar uma das espécies. Por exemplo, tirar *Brachiaria* da opção 1, a *Crotalaria juncea* da opção 2 e a *Crotalaria spectabilis* da opção 3.

(Imagem: Lucien Seguy)



Figura 3. Plantas de serviço disponíveis: sorgo BF80 e crotalária



Figura 4. Mistura restauradora da fertilidade do solo (*Brachiaria* + *Crotalaria spectabilis* e *C. juncea*)

Como plantar?

Com qualquer plantadeira-adubadeira equipada para PD de grãos miúdos ou graúdos ou dos dois juntos (Semeato). Espaçamento entre linhas da soja (0,4-0,5 m) ou mais estreito do trigo ou arroz (0,17-0,20 m). Colocar:

- As sementes de sorgo na caixa de sementes;
- Para as sementes miúdas (*Brachiaria*, *Crotalaria*), misturá-las na caixa do adubo, com um mínimo de adubo formulado ou supersimples (50 kg/ha) bem no momento do plantio. Esta quantidade será subtraída da adubação da cultura algodoeira em sequência. No caso de plantadeira semeato equipada com a terceira caixa para sementes miúdas, colocar estas sementes nesta terceira caixa;
- Profundidade de plantio: entre 2-4 cm.
- Tratamento das sementes: sem tratamento algum ou com bioprodutos (informações com L. Seguy).

Como manejar a lavoura?

Semeando essas plantas de serviço em áreas limpas, ou com mato adequadamente dessecado antes do plantio, não será necessário controle específico com herbicidas. Caso seja, pode-se pulverizar uma mistura de glifosato + 2,4-D imediatamente após o plantio. Porém, durante o desenvolvimento da lavoura, essas misturas de plantas de serviço conseguem controlar naturalmente as plantas daninhas, impedindo sua reprodução e tornando desnecessário o uso de qualquer outro tipo de herbicida seletivo.

Como dessecar antes do plantio do algodão safra ou segunda safra?

Quanto maior for a biomassa, maior será o tempo entre dessecação e plantio direto do algodão.

- Para 50-60 dias de crescimento das biomassas (algodão safra plantado no início de dezembro), dessecar as três alternativas 10-15 dias antes do plantio;
- Para 80-90 dias de crescimento das biomassas (algodão de segunda safra plantado entre os dias 10 e 31 de janeiro), dessecar 20-30 dias antes do plantio.

A dessecação será realizada da seguinte maneira:

- Alternativas 1 e 3= 3 l/ha de glifosato + 1,5 l/ha de 2,4-D amina ou 40-50 g/ha de Flumizin® ou 50 g/ha de Aurora®;
- Alternativa 2 sem *Urochloa ruziziensis*: se o agricultor dispõe de um rolo-faca, rolar a biomassa e dessecá-la imediatamente com 1,5 l/ha de glifosato + 1,0 l/ha de 2,4-D amina ou 40 g/ha de Flumyzin® ou 40 g/ha de Aurora® (redução das doses de dessecantes)*.

2. Milho ou sorgo consorciados com plantas de serviço em sucessão à soja (meados de janeiro - 20 de março)

Os sistemas de consórcios com milho ou sorgo apresentados a seguir foram testados durante vários anos no Brasil e em outros continentes. De modo geral, nenhuma perda significativa em produtividade de grão em relação à cultura pura foi evidenciada. Em ano de seca forte, foi observada redução na produtividade do milho, no caso do consórcio com *Brachiaria* (4-6 sacas/ha), porém, no consórcio com leguminosas, o milho apresentou acréscimo de 5-8 sacas/ha.

É importante salientar que a produtividade tem de ser avaliada sobre o sistema (soja+milho+algodão) e não unicamente sobre o consórcio, sabendo que as plantas de serviço propiciarão acréscimos de produtividade na soja ou no algodão e, que de outro lado, levarão a reduções de custos de produção.

(*) Se for necessário, aplicar, na hora do plantio direto de algodão, 1 L/ha de Gramocil® para eliminar os inços nascidos entre dessecação e plantio.

2.1 Alternativas de consórcios de plantas de serviço com milho

O que plantar?

Diversas plantas de serviços podem ser plantadas com o milho.

- 1- Milho + *Crotalaria spectabilis* (15 kg/ha) (Figura 5A);
- 2- Milho + *Crotalaria spectabilis* (12 kg/ha) + *Urochloa ruziziensis* (8 kg/ha);
- 3- Milho + *Stylosanthes* Campo Grande (4 kg/ha de SPV);
- 4- Milho + *Stylosanthes* Campo Grande (4 kg/ha de SPV) + *Urochloa ruziziensis* (8 kg/ha);

Quando plantar?

Entre o início de janeiro e 15 de fevereiro, em sequência à colheita da soja de ciclo curto ou intermediário.

Como plantar?

- Com plantadeira-adubadeira equipada para o Plantio Direto, com ou sem terceira caixa para grãos miúdos (Semeato®);
- Espaçamento entre linhas de milho com diversas possibilidades: 0,90 m; 0,75-0,80 m ou 0,50 m;
- Nos casos de plantio do milho com 0,90 m, ou 0,75-0,80 m entre linhas, regular a plantadeira para plantio de soja, cada linha aos 0,45 m ou 0,40 m. Assim, as sementes de milho cairão cada 0,90 m ou 0,75-0,80 m. As sementes das plantas de serviços, misturadas com um mínimo de adubo NPK ou supersimples, cairão nas entrelinhas do milho aos 0,90 ou 0,75 a 0,80 m, ou seja, uma linha de milho alternada com uma linha de plantas de serviços cada 0,45 ou 0,40 m;
- No caso do espaçamento 0,50 m entre linhas de milho, as sementes das plantas de serviços cairão a 5 cm ao lado de cada linha;

(Imagem: Lucien Seguy)



Figura 5. Milho associado com crotalária (A) e brachiaria (B)

- A opção 4 (milho + *Stylosanthes* + *Urochloa ruziziensis*) poderá somente ser implantada com plantadeira equipada de uma terceira caixa para sementes miúdas;
- As sementes de *Brachiaria* vão na caixa do adubo e são misturadas na hora do plantio com um mínimo de adubo formulado ou supersimples. Profundidade de plantio entre 3-4 cm;
- As sementes *Stylosanthes* CP vão na terceira caixa e cairão com as sementes de milho, entre 1-2 cm de profundidade, ou coloca-se as mangueiras de fora e deixa-se cair as sementes em cima do solo; apoiar bem as rodinhas compactadoras atrás.

Cuidado: as sementes de *Stylosanthes* são muito miúdas e deverão ser plantadas bem rasinhas: 1-2 cm de profundidade; outra opção é deixar cair as sementes de *Stylosanthes* + adubos em cima do solo (mangueira para fora) e apoiar bem as rodinhas compactadoras atrás.

Uma segunda opção é aumentar o peso das sementes de *Stylosanthes* ao peletizá-las com fosfato natural (200 g/kg) ou termofosfato Yoorin BZ em pó (200 g/kg), colados às sementes com húmus líquido. Nesta opção, as sementes de *Stylosanthes* são semeadas a lanço no início da desfolha da soja (20% de desfolha).

Uma terceira opção é semear o *Stylosanthes* com uma semeadeira a ar, de precisão, montada na plataforma da colheitadeira que deixará cair as sementes em cima do solo atrás da plataforma. As sementes são cobertas, em seguida, com a palha picada da soja e nascem perfeitamente, muito melhor do que enterradas (Figura 6).

Como manejar a lavoura?

Semeando em áreas limpas após a colheita da soja, ou com mato adequadamente dessecado antes do plantio, não será necessário controle específico com herbicidas.

Caso seja realmente preciso, Bentazone® (600-720g de ingrediente ativo por ha) em pós-emergência precoce poderá ser usado nesse sistema de associação milho-plantas de serviço.

2.2 Alternativas de consórcios de plantas de serviço com sorgo BF 80 ou sorgos híbridos de grande porte

O que plantar?

As opções de consórcio com sorgo são as seguintes:

1- Sorgo + *Crotalaria spectabilis* (12 kg/ha) + *Crotalaria juncea* (20 kg/ha) + *Urochloa ruziziensis* (10 kg/ha);

2- Sorgo + Pé de galinha (8-10 kg/ha) + *Crotalaria spectabilis* (12 kg/ha) + *Crotalaria juncea* (20 kg/ha).

Quando plantar?

Entre 20 de fevereiro e 20 de março.

Como plantar?

Idem no caso do milho + plantas de serviço. Espaçamentos possíveis entre linhas de sorgo de 0,90 m; 0,80 m e 0,50 m.

(imagem: Lucien Seguy)



Figura 6. Sorgo consorciado com stylosanthe

(imagem: Lucien Seguy)



Figura 7. Consórcio sorgo BF80 com *Crotalaria spectabilis* (A) e *C. juncea* (B)



Observação: Como no caso do *Stylosanthes CP*, as sementes de pé-de-galinha, que são miúdas, poderiam ser peletizadas ou com fosfato natural ou com Termofosfato Yoorin BZ (200 g/kg) e jogadas a lanço na desfolha da soja (início de desfolha).

Plantadeira-adubadeira sem terceira caixa:

- Sorgo na caixa de sementes;
- As duas crotalárias e a Brachiaria juntas, com um mínimo de adubo formulado ou supersimples na caixa de adubo. Profundidade de plantio 2-3 cm;
- No caso de plantadeira equipada com terceira caixa: as duas crotalárias e a Brachiaria vão na terceira caixa;

Como manejar a lavoura?

Semeando em áreas limpas após a colheita da soja, ou com mato adequadamente dessecado antes do plantio, não será necessário controle específico com herbicidas.

Se for o caso, Bentazone (600 a 720g de ingrediente ativo por ha) em pós-emergência precoce poderá ser usado nesse sistema de associação milho-plantas de serviço.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Como estes sistemas PDSCV são provedores de grandes quantidades de biomassas anuais (até mais de 30 t/ha/ano de matéria seca - vide figura), recomendamos:

- Quanto maior a biomassa, maior o espaço de tempo entre dessecação e plantio; o uso de um rolo uma semana após a dessecação ajuda a reduzir rapidamente a espessura da biomassa em cima do solo (contato imediato e íntimo com a fauna e a flora decompositoras). Em caso extremo, as rodas-estrela na frente da plantadeira, atrás do disco de corte, podem ser ferramentas úteis para separar o excesso de biomassa na linha de plantio e evitar o estiolamento inicial do algodão;
- O uso da “botinha” é proibido e deverá ser substituído por duplos discos desencontrados: o melhor preparo do solo é feito pelas potentes raízes das biomassas destes sistemas PDSCV;
- É preferível adubar o sistema a adubar a cultura: as fortes biomassas de plantas de serviço são mais competentes que as culturas para transformar o adubo mineral em adubo orgânico;
- É importante reservar alguns hectares nas propriedades para multiplicar suas próprias sementes de plantas de serviço e, assim, reduzir os custos. É óbvio que empresas especializadas na venda de sementes deveriam oferecer as misturas de plantas de serviço no comércio de defensivos e sementes para facilitar a difusão destas tecnologias PDSCV;
- É desaconselhado misturar produtos químicos aos bioprodutos no tratamento de sementes.

Observação: Novas “espécies de serviço” valiosas, que deverão trazer novos progressos técnicos, estão em fase de multiplicação para enriquecer os sistemas PDSCV, tais como *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184), *Centrosema pascuorum*, sorgos Muskwaris. Semeadeira acoplada à plataforma de colheita (Figura 9) poderá ser útil para implantação das coberturas, e está sendo testada no IMAmt. As Figuras 10 a 13 apresentam exemplos de plantas de coberturas conduzidas puras (Figura 10) ou em mix de plantas (Figura 11 a 13) para atender as necessidades de diversas situações de solos e culturas.

(Imagem: Lucien Seguy)



Figura 8. *Stylosanthes guianensis*, espécie preciosa para integração agricultura/pecuária



Figura 9. Semeadeira acoplada à plataforma de colheita para implantação das coberturas

(Imagem: Jean-Louis René Bélot)



Figura 10. Plantas de cobertura conduzidas puras (a-Girassol; b-Capim pê-de-galinha; c-Crotalaria juncea; d- Trigo mourisco)

(Imagem: Jean-Louis René Bélot)



Figura 11. Mix de *C. spectabilis* + *C. ochroloca* + guandu + stylosanthes + trigo mourisco

(Imagem: Jean-Louis René Bélot)



Figura 12.
Mix de *C. spectabilis* + *C. ochroloca* +
milheto + *Urochloa ruziziensis*

(Imagem: Jean-Louis René Bélot)



Figura 13.
C. spectabilis + *C. breviflora* + milheto +
gandu fava + girassol + pê-de-galinha
+ nabo

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

Manejo do solo para o cultivo do algodoeiro



Leandro Zancanaro
Fundação MT



Claudinei Kappes
Fundação MT

O **algodoeiro herbáceo** é uma planta exigente quanto à qualidade do solo, desenvolvendo seu máximo potencial produtivo em solos férteis, ricos em matéria orgânica, profundos, bem estruturados, permeáveis e bem drenados.

A qualidade do solo depende da sua natureza, que é função dos fatores de formação e da interferência antrópica relacionada a seu uso e manejo, de modo que o algodoeiro pode ser cultivado em diversos tipos de solos, desde que sejam manejados com o objetivo de fornecer condições físicas, químicas e biológicas adequadas ao seu desenvolvimento. No entanto, alguns tipos de solos com características de difícil correção, como os solos rasos, pedregosos ou de baixa permeabilidade, devem ser evitados para o cultivo do algodoeiro. Também devem ser evitadas áreas sujeitas a encharcamento, mesmo que temporariamente, porque o algodoeiro herbáceo é uma planta sensível à deficiência de oxigênio no solo.

O manejo adequado do solo é fundamental para o bom desenvolvimento do algodoeiro e compreende o conjunto de intervenções adotado de forma organizada ao longo do tempo, a fim de permitir alta produtividade, além de proporcionar a manutenção

ou melhoria do seu potencial produtivo ao longo do tempo. Para que esses objetivos sejam alcançados, é essencial o conhecimento das características do solo, suas limitações e aptidão agrícola, adoção de práticas conservacionistas, tais como construção de terraços para controle do escoamento superficial de água, correção da fertilidade do solo, rotação de culturas, uso de plantas de cobertura e manejo adequado da palhada. Na sequência, serão discutidos os três principais sistemas de manejo do solo para o algodoeiro no Cerrado.

- **Sistema “convencional”:** o sistema “convencional” provoca a inversão da camada arável do solo, mediante o uso de implementos como arado ou grade aradora, de modo que 100% da superfície é revolvida. Este tipo de manejo é recomendado quando há necessidade de corrigir as características em subsuperfície do solo, como, por exemplo, a incorporação de calcário ou o rompimento de camadas compactadas. O sistema “convencional” de manejo do solo muitas vezes é adotado nas lavouras de algodão visando também a destruição mecânica da soqueira (*Figura 1*).

(Imagem: Leandro Zancanaro)



Figura 1. Destruição mecânica da soqueira do algodoeiro e sistema “convencional” de manejo do solo

(Fonte: Adaptada de Silva et al. (1984))

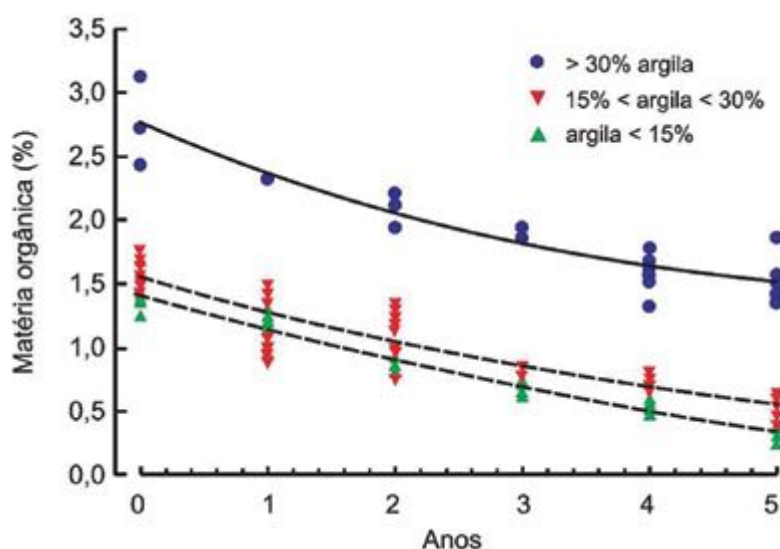


Figura 2. Redução da matéria orgânica do solo após cinco anos de cultivo de soja num latossolo com diferentes texturas, sob sistema "convencional" de manejo do solo

Agronomicamente, o sistema "convencional" não é um manejo adequado, pelo fato de causar a degradação física e biológica do solo. O revolvimento acelera a "queima" (redução) da matéria orgânica ao longo do tempo (Figura 2) e expõe o solo aos processos erosivos (Figura 3), resultando no carreamento/perda da matéria orgânica e de nutrientes, principalmente da camada superficial do solo, considerada a mais fértil, além de provocar assoreamento dos recursos hídricos. Estas perdas são consideradas as mais impactantes para a melhoria da capacidade do

solo em produzir abundantemente ao longo do tempo. Desta maneira, quando for realizar quaisquer tipos de revolvimento do solo que resulte na incorporação dos resíduos vegetais, há obrigatoriedade de um planejamento antecipado, levando em consideração a escolha da época apropriada para fazer esta operação e o dimensionamento da capacidade operacional, a fim de permitir, o mais rápido possível, a implantação de uma cultura de cobertura em elevada densidade populacional e que apresente emergência e desenvolvimento inicial rápido.

- **Sistema cultivo mínimo:** intermediário, que consiste no uso de implementos sobre os resíduos da cultura anterior, com o revolvimento mínimo necessário para o cultivo seguinte, procurando manter o máximo de cobertura do solo. Na maioria dos casos, é utilizado escarificador com profundidade de trabalho suficiente para romper crostas e "pé de grade" originados pelo uso incorreto de equipamentos de preparo do solo;
- **Sistema plantio direto:** no sistema plantio direto, as sementes são depositadas no sulco através de semeadora especial sobre os resíduos culturais do cultivo anterior ou de plantas de cobertura cultivadas com intuito de produzir palhada. Na adoção do sistema plantio direto (Figura 4), deve-se atender a três princípios agrônômicos: (i) manutenção contínua de palhada em superfície, (ii) não revolvimento do solo e (iii) rotação de culturas.



(Imagem: Arquivo Fundação MT/PMA)

Figura 3. Erosão em sistema "convencional" de manejo do solo

(Imagem: Claudinei Kappes e Leandro Zancanaro)



Figura 4. Algodoeiro cultivado em sistema plantio direto

Diversos são os argumentos utilizados para justificar o revolvimento do solo (sistema “convencional”) nas lavouras comerciais de algodão. Mas o principal está relacionado à correção da acidez do solo em profundidade, já que o calcário apresenta efeito lento e reduzido em profundidade. A calagem superficial somente é indicada em áreas com correção prévia da acidez em profundidade e em áreas sob sistema plantio direto com alta produção de matéria seca associada a sistemas radiculares abundantes.

Para a introdução de uma determinada área ao sistema plantio direto, é obrigatória a correção da acidez do solo em profundidade, prática que

passará pelo sistema “convencional”, o qual deve ser realizado com êxito, a fim de evitar os problemas agrônômicos mencionados anteriormente.

O algodoeiro apresenta sistema radicular pouco denso e pouco eficiente na absorção de nutrientes, sendo uma cultura muito sensível à compactação do solo (*Figura 5*) e à acidez. Em contrapartida, o algodoeiro é exigente em nutrientes, apresentando tendência de produtividade elevada e mais estável em solos com correção adequada da acidez e com teores adequados de fósforo em profundidade, incluindo nesta correção a homogeneização de toda uma camada de solo, o que nem sempre é possível fazer em apenas um ano, por maior que seja o investimento. Por isso, a introdução do algodão no sistema plantio direto é difícil em solos de exploração recente, havendo necessidade de fazer um trabalho prévio anterior à introdução no sistema plantio direto. Porém, todo este trabalho prévio deve ser planejado para expor o menos possível o solo à erosão.

Os fatores que geram dúvidas sobre a viabilidade do cultivo do algodoeiro em sistema plantio direto nos sistemas de produção cultivados por vários anos em solos corrigidos são:

- Acidez do solo;
- Compactação, na maioria das vezes induzida pelo manejo adotado ao longo do tempo;

(Imagem: Leandro Zancanaro)



Figura 5. Desenvolvimento do sistema radicular do algodoeiro afetado pela compactação do solo

- Ausência de um sistema de produção que contemple a adoção da rotação de culturas apropriada, acentuando os problemas de acidez e a ação de práticas de manejo da calagem superficial, além de favorecer a incidência de nematoides.

Num solo muito argiloso, em Itiquira/MT, com o apoio financeiro do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT) tem pesquisado, desde a safra de 2008/2009, em diferentes manejos do solo, a produção de grãos e de fibra utilizando sistemas de rotação de culturas desenvolvidos especificamente para os Cerrados. Após seis anos, o sistema plantio direto não apresentou perdas significativas de produtividade do algodoeiro em relação ao sistema “convencional”, sendo que as maiores produtividades absolutas foram obtidas quando se realizou um esquema de rotação de culturas mais intenso (*Figura 7*).

Nesse experimento, o sistema plantio direto vem sendo conduzido há seis anos (sem revolvimento), sendo que um dos maiores desafios tem sido eliminar o efeito da compactação do solo (*Figura 6*) causada pelo tráfego de máquinas durante as operações agrícolas. Quando se utilizou semeadora com mecanismo de haste sulcadora para a sua implantação devidamente ajustado, o fator negativo da compactação do solo foi amenizado.

A adoção do revolvimento do solo, com incorporação dos restos culturais para eliminar a compactação, não tem justificativa técnica. Se o diagnóstico conclusivo é de que o solo está apresentando limitação física ao desenvolvimento radicular, podem-se adotar práticas de manejo específicas, a exemplo de uma adequada subsolagem, mantendo os resíduos vegetais na superfície do solo, o que caracteriza o sistema cultivado mínimo. Porém, é importante considerar que, se não houver a introdução de culturas com sistemas radiculares densos e agressivos, e em contrapartida, houver tráfego aleatório de máquinas na presença de solo úmido, a prática mecânica terá efeito efêmero. Em síntese, o melhor subsolador são as raízes das culturas introduzidas no sistema de produção, de maneira planejada.

Conforme discutido anteriormente, a necessidade da destruição da soqueira do algodoeiro é um dos fatores relacionados à necessidade do revolvimento do solo total ou parcial. Porém, quando um sistema de produção inclui um esquema adequado de rotação de culturas, elimina-se a necessidade desse procedimento (*Figura 8*).

Mecanismos para semeadura

Na operação de semeadura, é necessário observar diversos aspectos na decisão sobre quais mecanismos utilizar.

O primeiro mecanismo de ataque ao solo é o disco de corte de palha, e seu trabalho deve ser tal que evite os embuchamentos para os demais. Quando o solo for argiloso, é interessante o uso de discos estriados; para aqueles soltos e arenosos, os discos ondulados permitem obter os melhores resultados. Deve dar-se preferência a discos com diâmetros maiores (acima de 20 polegadas), que facilitam o corte e reduzem a demanda de potência. Em condições em que há impedimentos ao desenvolvimento do sistema radicular, é importante a utilização do facão, que, além de auxiliar no rompimento de camadas adensadas, permite posicionar os fertilizantes no sulco, de modo a evitar danos às raízes por efeito salino. Os facões com desenho parabólico e largura de ponteira inferior a 2 cm permitem obter bons resultados com menor demanda de potência. Seu ajuste é realizado em função da resistência mecânica do solo, sendo que quanto mais inclinado, mais agressivo será o efeito.

(Imagem: Claudinei Kappes)



Figura 6. Desenvolvimento radicular do algodoeiro sendo limitado pela compactação do solo

(Fonte: Fundação MT/IMAmt)

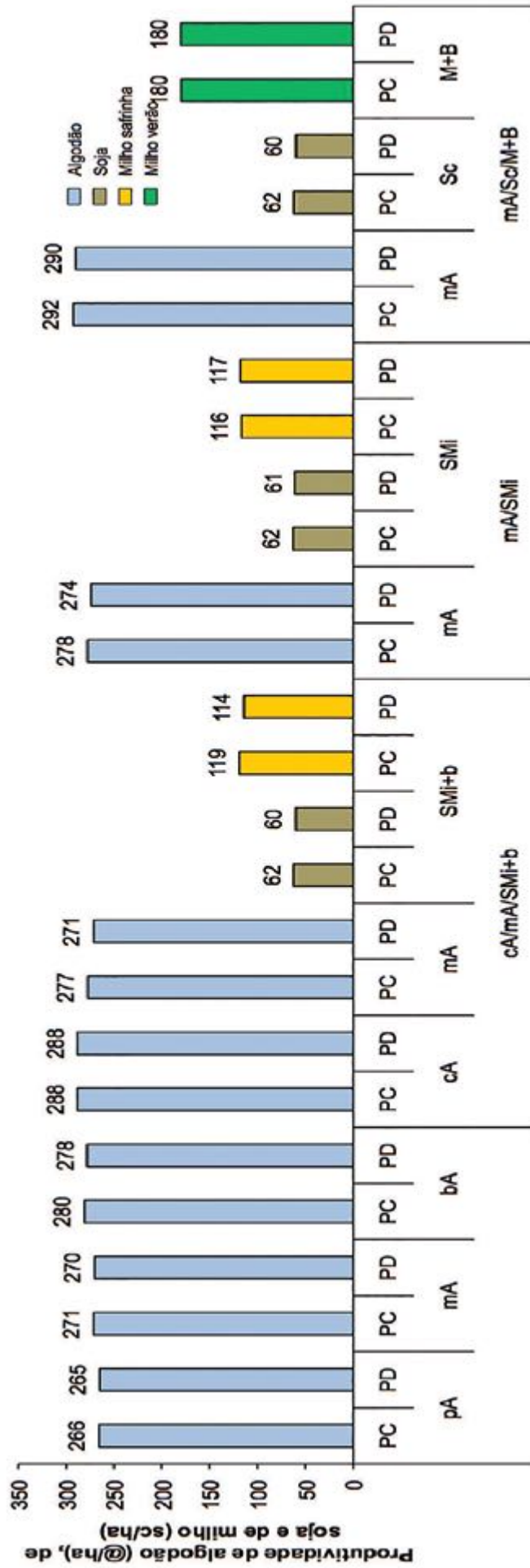


Figura 7. Produtividades de soja, de algodão e de milho (média de cinco safras agrícolas), sob diferentes sistemas de sucessão e rotação de culturas e manejo do solo no Estado de Mato Grosso. Legenda: pA = pousio/Algodão; mA = milho/Algodão; bA = braquiária/Algodão; cA = crotalária/Algodão; cA = crotalária/Algodão; SMI+b = Soja/Milho safrinha + braquiária; SMI = Soja/Milho safrinha; M+B = Milho verão + Braquiária; Sc = Soja/crotalária; M+B = Milho verão + Braquiária; PC = preparo convencional (revolvimento anual do solo na entressafra); PD = plantio direto

Tanto os ajustes excessivamente agressivos como os muito superficiais tendem a compactar a base do sulco. Em algumas circunstâncias, entretanto, mesmo que o uso se justifique, a ocorrência de excesso de resíduos sobre o solo e de soqueiras mal manejadas torna muito difícil a semeadura, com embuchamentos constantes. Outro equívoco, frequente observado, é o emprego do facão de modo muito superficial, recorrente nos casos em que o dimensionamento do conjunto trator-semeadora é incorreto. O facão operando em profundidades inferiores a 10 cm, além de não permitir uma desagregação adequada do solo, deixa o fertilizante muito próximo à semente e dificulta o posicionamento da semente em profundidade uniforme.

A semeadura sobre áreas que não apresentam impedimentos mecânicos pode ser realizada sem o uso da haste, mas é necessário assegurar que os níveis de fertilidade sejam adequados e que o fertilizante seja posicionado ao lado da semente, para evitar a queima.

O posicionamento da semente no sulco é fundamental para assegurar o sucesso de uma boa emergência. A semente de algodão é particularmente leve, dificultando a manutenção de uma profundidade uniforme. Deve-se verificar periodicamente e assegurar que os discos duplos tenham movimento rotativo livre entre si, de modo que, durante a semeadura, eles não patinem.

(Imagem: Leandro Zancanaro)



Figura 8. Algodoeiro cultivado num esquema de rotação com soja e milho

Por fim, as rodas compactadoras devem ser ajustadas com frequência, para permitir bom contato do solo com a semente ao longo do dia de trabalho e de condições distintas de umidade. Todo o conjunto deve operar de modo a permitir a colocação da semente em profundidade uniforme, sem revolvimento excessivo, o que provoca afundamento do sulco e acúmulo de água com efeito negativo para o estande inicial.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



**Ziany Neiva
Brandão**
Embrapa Algodão



**Álvaro Vilela
Resende**
Embrapa Milho e
Sorgo



**Célia Regina
Grego**
Embrapa Informáti-
ca Agropecuária



**Eduardo
Antonio
Speranza**
Embrapa Informáti-
ca Agropecuária

Agricultura de precisão: tecnologias para o algodoeiro

O Brasil consolidou-se como referência na produção agropecuária no cinturão tropical e, atualmente, é um dos principais provedores de alimentos, madeira e fibras em âmbito global. Se por um lado há evidentes vantagens para a balança comercial brasileira com a expansão do mercado consumidor, por outro, nossos produtores hoje têm uma clientela cada vez mais exigente, disputada também pelos grandes *players* estrangeiros.

Nesse cenário, sobretudo na cadeia do algodão, ser um produtor competitivo é uma necessidade vital; é preciso estar em dia com a adoção das tecnologias mais recentes que promovam ganhos de eficiência associada à qualidade e à sustentabilidade do processo produtivo. Os dispositivos e as tecnologias de agricultura de precisão (AP) evoluem constantemente, bem como a gama de suas aplicações na rotina das fazendas. Ao menos em operações pontuais, a AP já é uma realidade no dia a dia dos produtores de algodão, mas o potencial de ampliação de seu uso é enorme; chegará um momento em que a maioria dos processos de planejamento e decisão será integrada por meio de ferramentas inteligentes, alimentadas por dados especializados de monitoramento dos ambientes de produção e do clima, além de registros sobre o desenvolvimento e o desempenho das lavouras.

Embora em muitos casos ainda sejam necessárias validações e ajustes adaptativos, de acordo com as necessidades e as características dos sistemas de produção e das propriedades agrícolas, diversas técnicas relacionadas à AP já tiveram seu valor provado, a exemplo da otimização operacional e da racionalização

no uso de insumos, com claros reflexos na rentabilidade. Dessa forma, para permanecerem no ramo, mesmo que involuntariamente, os produtores precisarão aderir a estratégias gerenciais baseadas em múltiplas fontes de informações, integradas pelo aparato de AP.

1. Uso de tecnologias sítio-específicas na cultura do algodão

A agricultura convencional trata todo o campo de maneira uniforme em relação a manejo do solo, aplicação de fertilizantes, pesticidas e outros insumos. No entanto, a produtividade agrícola é afetada pela heterogeneidade espacial e temporal de diversos fatores, como topografia (relevo, declividade), solo (composição química e física), compactação (por conta do manejo), ocorrência de agentes biológicos (doenças, pragas) e fatores meteorológicos (umidade, chuva, temperatura, velocidade do vento etc.). Assim, o tratamento homogêneo fornecido pela agricultura convencional pode ter impacto econômico negativo ao restringir o potencial produtivo de determinadas partes da lavoura (Resende *et al.*, 2019).

A agricultura de precisão é um termo genérico para estratégias de gestão que, com o uso de tecnologias e técnicas, analisam dados temporais e espaciais, associando informações preexistentes, objetivando o suporte técnico às decisões de gestão de acordo com a variabilidade estimada, para melhorar a eficiência do uso dos recursos e a produtividade das culturas. Para o tratamento da variabilidade apresentada no campo, são usados conhecimentos aprofundados das características desejadas dentro de cada lavoura ou ambiente de produção.

Esses parâmetros podem incluir tipo de solo, textura, pH, matéria orgânica, teores de nutrientes, topografia, disponibilidade de água, plantas daninhas, pragas, doenças, condições climáticas etc. O objetivo da implantação de um plano de manejo na AP é abordar toda essa variabilidade e assim melhorar a eficiência e a rentabilidade da produção agrícola.

Atualmente, a cultura do algodoeiro em larga escala no Brasil é explorada em regiões produtoras de culturas anuais no bioma Cerrado, com lavouras conduzidas em talhões de grandes dimensões. Módulos de dezenas ou centenas de hectares certamente apresentam variações produtivas decorrentes dos fatores já citados e suas interações, mas um manejo diferenciado, que leve em conta a variabilidade espacial dentro dos talhões, não era possível nessa escala de cultivo antes do advento da AP.

Locais com características similares determinam sub-regiões para aplicação de manejo localizado ou sítio-específico. Entretanto, apesar de o manejo sítio-específico das lavouras apresentar oportunidades para melhoria da produtividade e qualidade ambiental, a mensuração dos benefícios é complexa, especialmente quando o produtor está iniciando o aprendizado das técnicas da AP e ainda precisa investir em *softwares*, equipamentos e sensores.

2. Importância da escolha dos sensores para a AP

A aplicação de tecnologias de AP baseadas em sensores requer maior capacidade técnica para processamento e análise dos dados de sensoramento, sendo sua adoção recomendável quando a fazenda já acumula certa experiência em AP.

No reconhecimento da área a ser trabalhada, deve-se considerar uma amostragem inteligente, na qual são avaliadas as similaridades das características locais em uma lavoura (Brandão *et al.*, 2017). Para isso podem ser usados não só o histórico da área, mas também imagens aéreas, topografia, mapas de produtividade e de condutividade elétrica, além de dados de fertilidade. Esses dados organizados possibilitarão a criação de zonas de manejo refinadas e a definição dos sensores que deverão monitorar e atuar na cultura durante seu ciclo, permitindo tomar decisões com mais segurança ao longo do tempo.

Os sensores podem ser escolhidos de acordo com a época em que se deseja o monitoramento. A escolha pelo produtor de sensores para o diagnóstico do solo, ou para o acompanhamento da cultura, vai depender das fontes de variabilidade encontradas no histórico da área.

Os sensores podem ser divididos em três tipos: os de solo, os de plantas e os de produtos. Há duas formas de sensoriamento, que são com e sem contato direto com o objeto que se quer monitorar (planta, solo etc.). A tendência é que se conjugue o uso de diferentes sensores para a obtenção de informações mais consistentes, visando subsidiar mais efetivamente as decisões gerenciais.

Dos sensores existentes para as mais diversas aplicações na agricultura, alguns vêm sendo experimentados por agricultores brasileiros, e seu uso tende a tornar-se rotineiro a partir da redução do custo de aquisição e com a validação para as condições locais.

2.1 Sensores para o monitoramento do solo

A AP agrega informações de variabilidade e possibilita encontrar respostas para os fatores que estão influenciando a produtividade, utilizando sistemas georreferenciados que possibilitam a criação de zonas de manejo. Sensores de solo oferecem medições em tempo real, reduzindo as cansativas e caras amostragens de solo, minimizando os custos com manuseio, transporte e armazenagem de amostras (Brandão *et al.*, 2018). Dessa forma, é possível estabelecer procedimentos diferenciados para cada área na lavoura.

Atualmente, alguns sensores de solo são utilizados por cotonicultores, destacando-se aqueles que fornecem dados correlacionados a textura, umidade, pH, matéria orgânica e disponibilidade de alguns nutrientes. Dentre esses estão os sensores combinados, ou seja, que permitem obter registro de mais de um atributo simultaneamente. Além disso, com a popularização do GPS, esses dados são georreferenciados e apresentados em tempo real, propiciando ao final um mapa completo das características avaliadas.

Dentre os mais utilizados encontram-se os sensores de contato direto e os de condutividade elétrica aparente do solo (CEa), de matéria orgânica e de pH. Um dos sensores de CEa mais frequentes é mostrado na *Figura 1*.

A Veris Technology fabrica um sensor de condutividade elétrica cujos eletrodos estão diretamente em contato com o solo, como mostrado na *Figura 1*. Há vários modelos disponíveis que fornecem medições de condutividade elétrica em uma ou duas profundidades diferentes. Geralmente, esses sensores fazem contato com o solo por meio de dois

a três pares de discos (*Figura 1A*), em que um deles fornece corrente elétrica para o solo, enquanto os outros medem a queda de tensão entre eles, usando essa diferença para calcular a condutividade elétrica (*Figura 1B*). Sensores de contato como o Veris medem condutividade elétrica do solo em duas profundidades diferentes: rasa (30 cm) e profunda (90 cm).

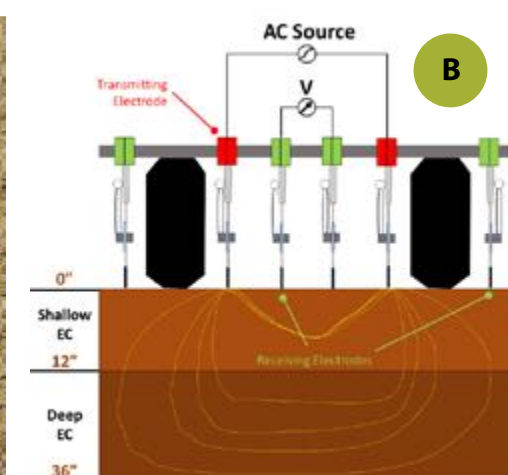


Figura 1. Sensores de solo e com contato direto. (A) Sensor de condutividade elétrica 3150 - ©Veris Technology (Veris, 2019). (B) Esquema básico mostrando o circuito elétrico em um equipamento de medição da CEa

Há também sensores de condutividade elétrica que não fazem contato com o solo, como mostrado na *Figura 2*; esses sensores trabalham com o princípio de indução eletromagnética (EMI), que se baseia na medição da variação de impedância mútua entre um par de bobinas acima da superfície do solo.

A maioria dos instrumentos de indução eletromagnética é composta por dois ou mais conjuntos de bobinas, que são conectadas eletricamente e separadas por uma distância fixa. A bobina do transmissor (campo primário) é usada para gerar um campo

eletromagnético em uma frequência específica, o que faz com que a corrente elétrica flua em materiais condutores no solo. O fluxo de correntes no solo, chamadas de correntes parasitas, geram um campo magnético, que é detectado pela bobina receptora. A magnitude do campo secundário sentido pelo receptor depende do tipo e da distribuição do material condutor presente no solo.

Empresas como *Geophex Ltd.*, *Geonics*, *Aeroquest Sensor Technologies Ltd.*, e *Geophysical Survey Instrumentations* oferecem vários modelos de sensores de CEa por indução eletromagnética.



Figura 2. (A) Sensor de indução eletromagnética EM38 da *Geonics* instalado em um veículo de PVC para medição da condutividade elétrica aparente do solo (CEa); (B) carro de transporte com sensor GEM-3 da *Geophex* em plataforma de PVC, transmissores, receptores e GPS e (C) mapa de dados obtidos através do sensor EMI

Sensores de condutividade elétrica sem contato geralmente oferecem maior profundidade de medição do que sensores de contato direto. Na AP, as medições de condutividade elétrica por indução são usadas para criar conjuntos de dados espacialmente densos para descrever variabilidade do solo dentro de um campo de forma eficiente e a baixo custo, estando bem correlacionadas com o pH do solo. Um sensor de EMI acoplado a um receptor de GPS normalmente pode gerar em torno de 120 registros de condutividade a cada hectare, quando puxado em velocidade aproximada de 16 km/h e usando espaçamento de aproximadamente 17 m entre passagens. Esse é um conjunto de dados muito mais denso que o da grade de amostragem do solo (que no Brasil varia de 1 ha a 5 ha, quando realizada em condições de campo). Com um sensor EMI é possível produzir um mapa de solo de maior resolução do que a apresentada em um mapa de nutrientes típico.

As profundidades de exploração em sensores EMI dependem do modelo escolhido; para uso em agricultura, geralmente os modelos fornecem profundidades efetivas até 1,5 m, como é o caso do EM38-MK2 (*Figura 2A*), podendo-se escolher entre dois conjuntos de profundidades, que são com bobinas receptoras, separadas por 1 m e 0,5 m do transmissor, fornecendo dados de profundidades efetivas de 1,5 m e 0,75 m, respectivamente, quando posicionadas na orientação vertical do dipolo, e 0,75 m e 0,375 m, respectivamente, quando na orientação do dipolo horizontal.

Amostragem do solo na AP para aplicações de corretivos e fertilizantes a taxa variável

Em geral têm-se coletado amostras georreferenciadas dispostas em grade amostral (*grid*), com tamanho de quadrículas variando entre 2 ha e 10 ha (Resende *et al.*, 2019), com crescente conscientização de que quadrículas maiores que 3 ha são pouco efetivas para fins de agricultura de precisão. Os resultados das análises em laboratório são processados por meio de programas de geoestatística e geoprocessamento, que elaboram mapas interpolados representando a variação espacial nos valores de cada atributo analisado. De posse dos mapas de determinados atributos (fósforo, potássio e saturação por bases, por exemplo), são gerados mapas de prescrição de fornecimento de fertilizantes e de calcário, de acordo com a mudança na condição de fertilidade de um local para outro dentro do talhão; existe maquinário capaz de variar, automaticamente, a aplicação desses insumos no campo em conformidade com os mapas de prescrição. O conjunto dessas etapas é designado pelo termo em inglês *variable rate technology* (VRT), que pode ser traduzido como “tecnologia de adubação a taxa variável”.

A etapa de amostragem de solo para AP é passível de críticas porque nem sempre oferece resolução satisfatória, podendo acarretar falhas no mapeamento de atributos de solo e levar a tomadas de decisão equivocadas ou pouco efetivas para o refinamento que se busca com o manejo sítio-específico. O usuário deve definir o esquema de amostragem com

custos viáveis, mas sem prejuízo dos critérios técnicos, uma vez que os procedimentos utilizados afetam as etapas posteriores de processamento dos dados por geoestatística e SIG, podendo implicar em erros de interpretação, culminando com manejo inadequado da lavoura e insucesso no uso da AP.

Trabalhos realizados em solos brasileiros (Barbieri *et al.*, 2008; Cherubin *et al.*, 2014; Cora & Beraldo, 2006; Gimenez & Zancanaro, 2012; Machado *et al.*, 2004; Montanari *et al.*, 2008; Resende *et al.*, 2006) comprovam a dificuldade de garantir a confiabilidade em diagnósticos espacializados da fertilidade química. Há necessidade de grades amostrais relativamente densas, em muitos casos com mais de uma amostra por hectare, totalizando um grande número de amostras a ser analisado para que se possa captar a variabilidade real do solo nas lavouras (Coelho, 2003; Machado *et al.*, 2004; Resende *et al.*, 2006). Desse modo, a quantidade de amostras ideal sob o aspecto geoestatístico geralmente é inviável na prática da AP nas fazendas. Como

medida para baixar custos, é comum o uso de amostragens de baixa densidade.

Na região dos Campos Gerais do Paraná, Machado *et al.* (2004) estudaram uma área de 13 hectares em Latossolo Vermelho distroférico, concluindo que seria necessária a coleta de catorze amostras por hectare, a fim de representar a variabilidade dos atributos do solo naquele talhão. Resende *et al.* (2006) avaliaram amostragens em grades com tamanho de quadrícula variando de 0,25 a 9,0 hectares em lavoura no cerrado do entorno do DF, obtendo dependência espacial para os principais atributos de fertilidade em quadrículas de até 2,25 ha, exceto para o fósforo, que só apresentou dependência espacial na amostragem mais densa, com tamanho de quadrícula de 0,25 ha. Em geral, atributos como textura, matéria orgânica, pH, K, Ca e Mg tendem a apresentar gradiente de variação com maior continuidade espacial, ao passo que P e micronutrientes expressam alta variabilidade espacial a curta distância (Amado *et al.*, 2009; Resende *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2001; Montezano *et al.*, 2006).

Quando são comparados diferentes grids para amostragem de um talhão, mesmo quando se encontra dependência espacial na análise dos dados, os mapas diagnósticos obtidos podem expressar conformações de áreas muito diferentes de disponibilidade de um dado nutriente (Figura 3), o que implicaria em divergências entre os respectivos mapas de prescrição para a adubação a taxa variável.

Resende *et al.* (2019) consideram que o monitoramento do comportamento espacial por meio da geoestatística constitui uma abordagem mais eficiente para atributos cuja variabilidade deriva de processos naturais associados às características de formação do solo e que tendem a permanecer estáveis ao longo do tempo, como, por exemplo, a textura e a mineralogia. No caso de atributos

(Fonte: Resende *et al.*, (2006))

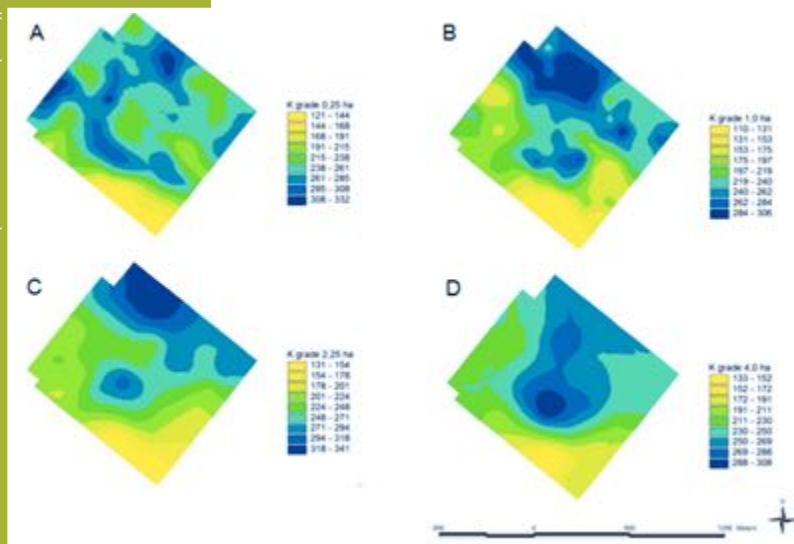


Figura 3. Teores de potássio (K, em mg dm^{-3}) no solo obtidos a partir de amostragens em grades com células de 0,25 ha (A); 1,0 ha (B); 2,25 ha (C); e 4,0 ha (D), que resultam em diferentes conformações das zonas de alta e de baixa disponibilidade do nutriente

químicos, ocorrem oscilações espaciais e temporais causadas pelo próprio uso agrícola do solo, adubações e manejo geral das culturas, gerando variabilidades aleatórias e de baixa continuidade espacial, levando periodicamente a alterações nas zonas de manejo. Portanto, o manejo na AP deve ter uma perspectiva de ajustes contínuos ao longo do tempo, utilizando-se toda ferramenta que agregue informações sobre a variabilidade espacial e temporal do talhão como mapas de produtividade, imagens aéreas, amostragens periódicas de solo etc. (Resende *et al.*, 2019).

Falhas operacionais nas aplicações a taxa variável frequentemente passam despercebidas por técnicos e produtores, sendo necessárias aferições constantes nas regulagens em condições de campo para diferentes doses e produtos que se deseja aplicar. Também devem ser observadas as limitações de alguns equipamentos quanto às defasagens de tempo de resposta na mudança de doses, para mais ou para menos, durante as aplicações a taxa variável (Resende *et al.*, 2019). Processos de segregação por tamanho e densidade de partículas dificultam a obtenção de uniformidade nas aplicações a lanço de corretivos e fertilizantes, em especial de adubos NPK do tipo mistura de grânulos (Fulton *et al.*, 2013). Em conclusão, por mais que se busquem homogeneidade e estabilidade das condições de fertilidade do solo por meio da AP ainda existirão variações involuntárias induzidas pela atividade humana, ou pelo próprio maquinário nos ambientes de produção agrícola.

Um maior detalhamento sobre os diversos aspectos envolvidos na amostragem de solo para fins de manejo da fertilidade por agricultura de precisão, bem como sugestões de procedimentos e cuidados operacionais, estão em publicação de Resende & Coelho (2017).

2.2 Sensores para monitoramento das plantas

Uma das principais diferenças entre o algodão e outras *commodities* é que não basta apenas produzir em grande quantidade, mas é preciso otimizar a qualidade da fibra, observando o equilíbrio entre micronaire, resistência, comprimento e maturidade, pois o mercado têxtil é muito exigente.

Para isso, as condições nutricionais, o controle de pragas e doenças e o fornecimento de água adequado devem ser monitorados

durante todo o ciclo produtivo. Se as condições são muito favoráveis, o algodoeiro prioriza o crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo, e, nesse caso, é necessário também estabelecer os limites de correções e/ou suplementações aplicadas para o controle do crescimento excessivo da planta, observando-se a manutenção das estruturas reprodutivas.

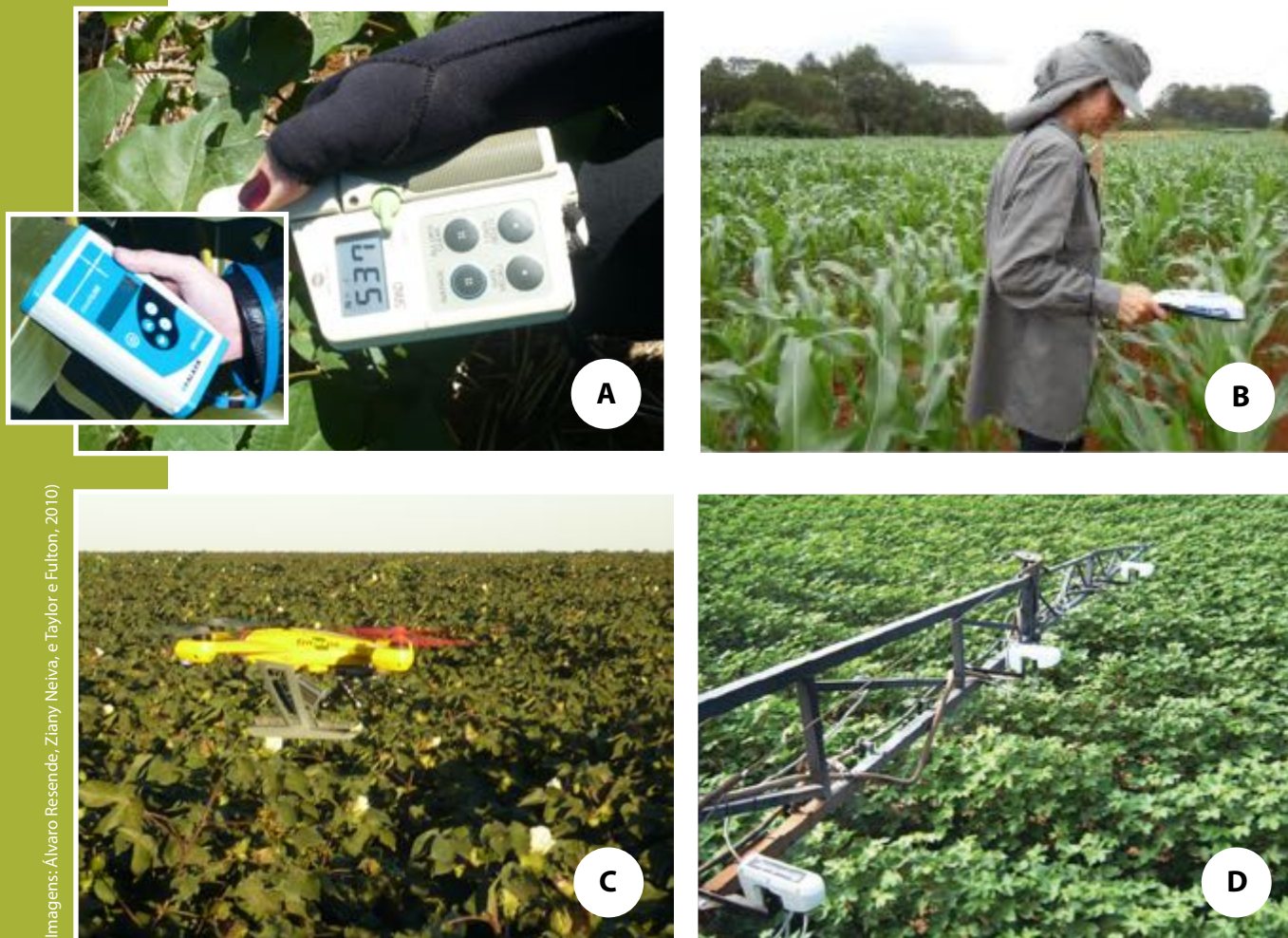
Jorge & Inamasu (2014) mencionam possibilidades de uso de diferentes sensores embarcados em máquinas e implementos; tais sensores, como sensores ativos de dossel (para detecção de refletância do dossel e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI), câmeras multiespectrais (detecção de estresse nutricional, índices fisiológicos e estrutura da copa), câmeras termais (para estresse hídrico e uniformidade de irrigação) ou câmeras RGB já estão hoje sendo vendidos separadamente ou a bordo de veículos aéreos não tripulados (VANTs), ou mesmo em plataformas compostas instaladas em máquinas agrícolas (Figura 4D).

Sensores de dossel funcionam baseados na espectroscopia de refletância, ou seja, em medidas da reflexão da radiação eletromagnética após interação com diferentes superfícies, considerando comprimentos de onda preestabelecidos, oriundos do chamado espectro refletido, na região do visível (VIS – 0,4-0,7 μm), infravermelho próximo (NIR – 0,7-1,3 μm) e infravermelho de ondas curtas (SWIR – *short wave infrared* – 1,3-2,5 μm) (Shiratsuchi *et al.*, 2014). Segundo esses autores, sensores que trabalham em diferentes comprimentos de onda podem ser acoplados aos VANTs, criando um enorme leque de possibilidades de aplicação na agricultura, como, por exemplo, captar imagens no espectro visível para quantificação da biomassa, no infravermelho para detecção de estresses nutricionais, na faixa termal para evidenciar estresses hídricos, além de imagens hiperespectrais para identificar coberturas vegetais, presença de doenças e muitas outras características das plantas.

De acordo com Brandão *et al.* (2014), vários avanços estão sendo obtidos para detecção e correção de deficiências nutricionais durante o ciclo de desenvolvimento do algodoeiro, mas sua implantação no campo ainda carece de dados de calibração para as condições do Brasil. Nas culturas de trigo, milho, algodão e cana-de-açúcar,

sensores estão sendo validados buscando ganhos de eficiência no manejo da adubação nitrogenada de cobertura. Existe uma gama de sensores para avaliação em plantas, sendo comuns os manuais (Figuras 4A e 4B) e os

embarcados em tratores (Figura 4D). Um dos desafios tecnológicos a serem superados refere-se ao desenvolvimento de algoritmos de calibração dos equipamentos para utilização em diferentes culturas e sistemas de produção.



(Imagens: Álvaro Resende, Ziany Neiva, e Taylor e Fulton, 2010)

Figura 4. Equipamentos com sensores para o manejo de nitrogênio. (A) Clorofilômetros SPAD® e Falker; (B) Sensor ativo de dossel Green Seeker® no milho; (C) Vant com câmera RGB no algodoeiro, em Cristalina - GO, e (D) Sensor Green Seeker® montado em pulverizador para VRT baseada em NDVI

Para monitoramento da vegetação podem ser usados sensores de contato direto, como os clorofilômetros, que servem para estimar os teores relativos de clorofila (Figura 4A) e cujos

valores são associados diretamente aos teores foliares de nitrogênio (N). Brandão *et al.* (2012), avaliaram que medições realizadas com o clorofilômetro SPAD (Figura 4A) apresentam

correlação acima de 80% com os teores foliares de N obtidos no algodoeiro irrigado.

Apesar do bom desempenho na estimativa dos teores de N, os clorofilômetros portáteis manuais podem ser úteis em avaliações localizadas, mas são operacionalmente pouco viáveis em áreas extensas, comuns na região do Cerrado. Para avaliações em grandes áreas, usando o mesmo princípio de funcionamento, já se encontram disponíveis

sensores acoplados a equipamentos que permitem estimar os teores foliares de N e dosar a quantidade de fertilizante nitrogenado para a aplicação a taxa variada em tempo real. Esses equipamentos não operam por contato direto com as plantas; registram dados ao medirem quanto da luz emitida pelos sensores as plantas refletem. São chamados sensores remotos de campo ou sensores proximais (*Figura 5*).

(Imagens: Trimble, 2018)



Figura 5. Sistema composto da Trimble usando os sensores GreenSeeker® e OptRx®

Sensores remotos orbitais (a bordo de satélites) ou sensores usados em imagens aéreas, como a câmera multiespectral, termal e RGB de alta resolução da Micasense® (*Figura 6A*), possuem em comum o princípio de imageamento por faixas. A largura das faixas e a precisão dos dados dependem do tipo de sensor, altitude ou órbita. Enquanto imagens

aéreas podem oferecer uma melhor resolução apresentando diferentes tons, o que possibilita uma classificação subjetiva do dossel de plantas da lavoura (*Figura 6B*), elas dependem de processamento posterior à coleta dos dados para formação de uma única imagem e remoção dos erros ocasionados pelo posicionamento da aeronave.

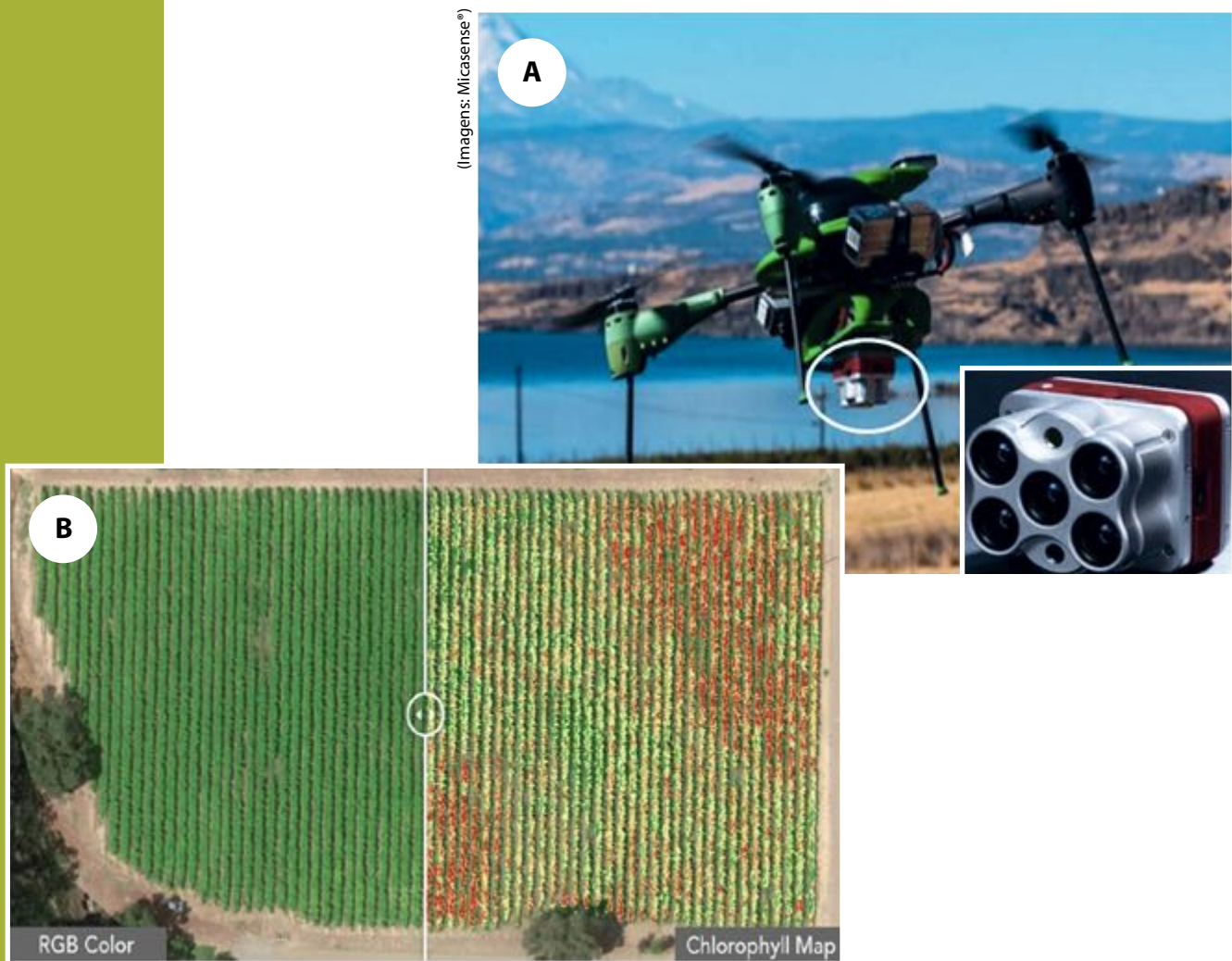


Figura 6. Sensores remotos para vegetação. (A) Câmera termal, multiespectral e RGB de alta resolução da Micasense®, instalada em VANT comercial para monitoramento de culturas. (B) Imagem aérea obtida com câmera Altum da Micasense®, instalada em VANT, mostrando a imagem RGB de alta resolução e sua classificação em quatro classes distintas em mapa de estimativa da clorofila na mesma área

Já as imagens orbitais podem oferecer desde a temperatura do terreno até valores da luz refletida pelas plantas, exatamente como os sensores usados em solo, mas tendo como vantagem as largas faixas imageadas, embora, algumas vezes, o excesso de nuvens possa impossibilitar a extração de dados em datas essenciais para a suplementação nutricional ou hídrica adequada em culturas agrícolas. Por sua vez, os radares, apesar de mais caros, fazem o imageamento da área sem problemas de interferência

de nuvens, dependendo de mão de obra especializada para a correta interpretação dos dados.

A decisão sobre qual sensor usar dependerá do estágio de adoção da AP em que o agricultor se encontra. No Brasil, muitos produtores de algodão já iniciaram seus processos de gerenciamento da lavoura utilizando técnicas de agricultura de precisão. Em média, são registrados de 20% a 25% de economia em insumos após o início do processo de AP, quando em comparação às lavouras que usam o

manejo convencional. Com as safras seguintes, a tendência é a redução dessa diferença inicial à medida que as correções vão sendo feitas, e as áreas de cultivo tendem a tornar-se mais homogêneas.

2.3 Sensores de produtividade e mapas de rendimento

Os mapas de produtividade possibilitam a identificação da variabilidade de um talhão que não seria detectada pelo mapeamento de outras variáveis isoladas. Assim, subáreas com rendimentos contrastantes, que permanecem visíveis mesmo com rotação de culturas na área, devem receber maior atenção para diagnósticos direcionados e manejo sítio-específico das causas da variabilidade. Sem dúvida, o mapeamento das colheitas é uma etapa crucial para se avançar no gerenciamento das propriedades baseado na AP (Louhaichi *et al.*, 2013; Santi *et al.*, 2009). Não obstante, mesmo quando dispõe de colhedoras equipadas com sensores, a maioria dos produtores ainda não reconhece o real valor dos mapas de produtividade.

A avaliação da produtividade das culturas ao final de seu ciclo fornece um dado real que permite a criação de zonas de manejo (ZM) daquela lavoura a partir de históricos da produtividade combinados com dados de atributos do solo, explicando a maior parte da variabilidade e suas causas (Brandão *et al.*, 2018).

A geração dos mapas de produtividade só é possível se a colhedora estiver equipada com sensor de rendimento, sistema de posicionamento global (GPS) e um dispositivo para o armazenamento dos dados de produtividade que vêm associados a suas coordenadas geográficas, como o kit apresentado na *Figura 7*.

Para o algodão, a produtividade é medida por sensores de fluxo de massa que são instalados e conectados aos dutos de entrada de pluma e caroço de algodão na máquina e medem a quantidade que por ali passa (John Deere, 2006), como apresentado na *Figura 7*. Os dados de produtividade devem ser submetidos à limpeza para retirada de erros, seguido pelo processo de filtragem dos dados brutos, permitindo assim a obtenção de resultados mais coerentes e o aumento da qualidade final das informações (Molin *et al.*, 2015).

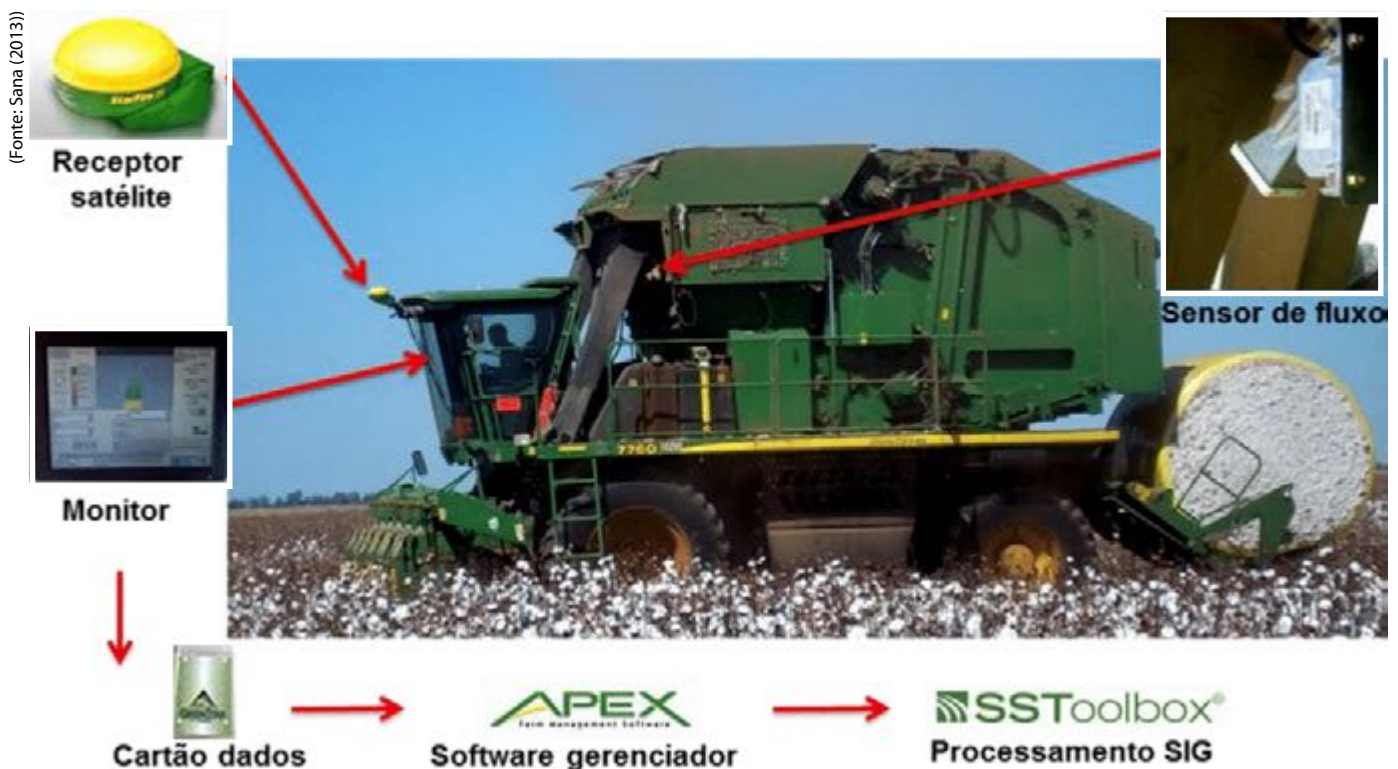


Figura 7. Processo para geração mapas de produtividade na cultura do algodão

Tem-se encontrado variação da produtividade das culturas de soja, milho e trigo (Amado, 2007) e sua correlação com atributos de solo, como pH, Ca e Mg trocáveis, CTC e argila (Reichert *et al.*, 2008).

Vellidis & Brannen (2012) reportam experimentos da Universidade da Geórgia em cinco estados nos EUA onde os mapas de colheita auxiliaram na localização de áreas de baixa produtividade de algodão. Eles obtiveram altas correlações com os mapas

de condutividade elétrica aparente do solo (CEa) criados com o Veris 3100; com esses mapas, os pesquisadores identificaram em experimento de 26 ha no Estado de Oklahoma uma área com aproximadamente 2 ha com produtividade muito baixa, sendo muito inferior à média na área estudada (Figura 8A). Após identificarem a causa, foram aplicadas ações corretivas e a mesma área, no ano seguinte, apresentou as mais altas produtividades da lavoura (Figura 8B).

(Fonte: Vellidis e Brannen (2012))

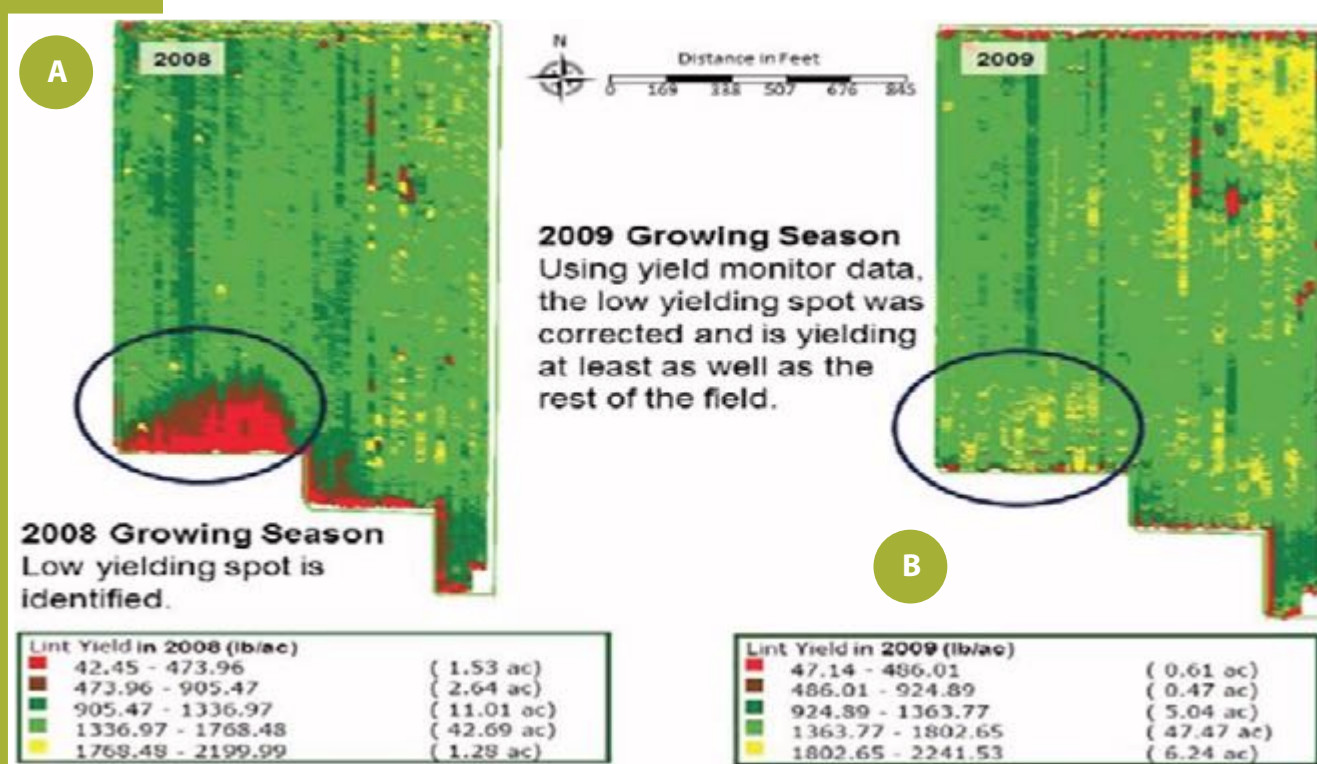


Figura 8. Mapas de produtividade do algodão obtidas em campo com 26 ha, em Altus, Oklahoma, (A) em 2008 antes e (B) em 2009, após as melhorias implantadas

3. Uso de drones na agricultura

Em busca de soluções para o aumento de produtividade das culturas, os agricultores brasileiros vêm usando cada vez mais novas tecnologias no campo. Esse novo produtor não só está automatizando semeaduras e aplicações de insumos, como também está em busca de formas de monitoramento durante o ciclo da cultura que o auxiliem na tomada de decisão em

tempo hábil, de forma a manter ou a melhorar a produtividade da safra em andamento. Além de tratores guiados por GPS, pulverizadores com sensores instalados usados na aplicação de nitrogênio e diversas outras automações, destaca-se também o uso de imagens aéreas de boa qualidade a bordo de drones agrícolas (Figura 9), ou simplesmente VANTs, capazes de coletar imagens que, dependendo do

sensor usado, podem ser multiespectrais ou em RGB convencional. Tais equipamentos muitas vezes são vendidos com softwares para o tratamento prévio das imagens, ou a montagem de cenas mais completas, facilitando o mapeamento aéreo

das lavouras, tendo a vantagem de terem voos planejados de acordo com o desenvolvimento da cultura, permitindo assim a aplicação de defensivos ou suplementação de nutrientes em tempo hábil.

(Fonte: Flygus.com)



Figura 9. Imagem de um drone sobrevoando área agrícola

Esse planejamento proporciona a identificação de pragas, doenças e falhas de plantio com rapidez, facilitando eventuais intervenções durante o ciclo da cultura. Além disso, as imagens são georreferenciadas, possibilitando a aplicação localizada, otimizando o trabalho, minimizando os custos e reduzindo o risco de problemas ambientais.

Além de câmeras e sensores para imageamento, novos sistemas estão sendo adicionados aos VANTs, de forma a torná-los verdadeiras plataformas multifuncionais, que, além de receber e tratar imagens, também atuam diretamente na correção dos problemas detectados, como é o caso das plataformas de pulverização agrícola instaladas em VANTs. A *Figura 10* apresenta um drone pulverizador da Agridrones aplicando defensivo agrícola; o equipamento tem capacidade de transportar até 25 kg e é certificado pelo serviço de aviação civil de Israel.

No Brasil, para o monitoramento de culturas e acompanhamento de safras têm sido utilizadas câmeras digitais com boa resolução, mas que não são métricas. Embora a maioria das fotografias aéreas utilizadas em mapeamento seja obtida com câmeras aerofotogramétricas (em geral, 153 mm), muitas aplicações com finalidades agrícolas têm sido bem sucedidas adotando-se câmeras de 35 mm e 70 mm embarcadas em VANTs para o registro e análise de lavouras (Resende *et al.*, 2019). As câmeras digitais não métricas proporcionam flexibilidade de coleta de dados quando o produtor necessita, pois a obtenção de imagens só depende do operador da aeronave, apresentando as vantagens de baixo custo, simplicidade de operação e boa capacidade de memória, suficiente para armazenar centenas de imagens em um único voo.



Figura 10. Equipamento da Agridones aplicando defensivo agrícola

O processamento de imagens dessas câmeras deve ser feito por método analítico, utilizando-se softwares com funcionalidades específicas. De acordo com Brandão *et al.* (2014), após as correções adequadas, as imagens obtidas por câmeras não métricas podem alcançar precisão similar àquelas obtidas por métodos convencionais da fotogrametria. Embora tenha a vantagem da rapidez na obtenção e armazenamento dos dados, o uso de câmeras digitais de pequeno formato apresenta como desvantagens a necessidade de um número maior de imagens para recobrir a área desejada, distorções geométricas maiores, dificuldade de conseguir a superposição planejada devido às variações de velocidade

durante o voo e dificuldade de estabilização durante o voo (Jorge, 2003; Silva *et al.*, 2005). Jorge (2003) reportou que, após o descarte de várias imagens e o tratamento adequado das imagens escolhidas, foi possível identificar áreas atacadas por doenças e pragas em culturas como soja, milho, eucalipto, cana-de-açúcar e citros (Figura 11).

Depois de georreferenciadas, as imagens devem ser aprimoradas para interpretação visual e confecção de mapas, ressaltando os aspectos de interesse. Todo o processamento e o mapeamento dos dados formarão a base do Sistema de Informações Geográficas (SIG), que, por sua vez, armazenará as informações necessárias à tomada de decisão em AP.

(Fonte: Jorge (2003))



Figura 11. Emprego de imagens aéreas obtidas a partir de câmeras digitais em aeromodelos, para identificação de áreas anormais em lavouras. Imagem da cultura de citros tomada a 50 m de altura, evidenciando a presença de plantas afetadas pela doença “declínio dos citros” (A). Lavoura de soja com área afetada por nematoides (B)

Os planos de voos fotogramétricos são projetados de modo que se tenha uma cobertura completa da área desejada. Para isso devem ser obtidas sucessivas fotografias, idealmente verticais e nadirais, que apresentem uma zona de sobreposição, ou seja, a mesma área da superfície terrestre deverá ser captada e registrada em várias imagens distintas com sobreposição longitudinal entre 60% e 80% e sobreposição transversal entre 20% e 30% do tamanho da cena.

Nesse sentido, câmeras digitais automáticas podem ser programadas em quadros por segundo, dependendo da resolução que se deseja. Após a obtenção das imagens, deve-se observar todas as técnicas de correção necessárias, incluindo as correções de posicionamento e ortorretificação das imagens, as relacionadas com o relevo e com variações da estação de exposição ocorridas durante o voo, bem como os procedimentos de mosaicagem necessários para obtenção de uma imagem única.

A adoção de drones como plataforma de sensores no gerenciamento das fazendas deve sempre ser uma decisão tomada após a revisão completa de questões legais e de responsabilidades envolvidas com a utilização dos veículos. O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) é complementar às normas de operação de drones estabelecidas pelo Departamento de Controle do

Espaço Aéreo (Decea) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), devendo ser analisado com atenção. Para operar um aeromodelo, as normas da Anac são bem simples, mas deve-se respeitar a distância-limite de terceiros (30 m) e observar as regras do Decea e da Anatel. Aeromodelos com peso máximo de decolagem (incluindo-se o peso do equipamento, de sua bateria e de eventual carga) de até 250 gramas não precisam ser cadastrados junto à Anac. Os aeromodelos operados em linha de visada visual até 120 m acima do nível do solo devem ser cadastrados e, nesses casos, o piloto remoto do aeromodelo deverá possuir licença e habilitação específicos para tal.

O produtor deve estar atento às normas e contratar ou ter profissional habilitado na fazenda para o serviço. Mais informações sobre as regras e os registros de aeronaves não tripuladas devem ser obtidas diretamente dos órgãos gestores citados acima.

No Brasil ainda há certa confusão entre os sensores utilizados para mapeamento de informações de solo e planta com aqueles embarcados pela indústria agrícola para facilitar a operacionalidade do maquinário. Como exemplo, os controladores de seção em pulverizadores são equipamentos acoplados naqueles implementos mas que não têm sua ação necessariamente voltada para aplicação seguindo alguma variabilidade existente no terreno. Nas semeadoras

ocorre a mesma confusão, pois são oferecidas aos produtores alguns modelos com dispositivos de controle de fluxo de fertilizantes e de distribuição de sementes como sendo mecanismos para a AP, mas que, na verdade, também independem da variabilidade existente no terreno (Adamchuck *et al.*, 2004; Resende *et al.*, 2019).

4. Técnicas usadas no tratamento dos dados

Os sensores são úteis para o registro de dados espacializados, mas sem o devido tratamento, a grande quantidade de dados gerados não será aproveitada adequadamente. Dentre as ferramentas, destacam-se o uso da geoestatística e o tratamento de dados de imagens de satélite ou captadas por câmeras instaladas em drones.

Na análise de dados, quanto maior o número de técnicas trabalhadas em conjunto ou em complementaridade, como métodos de estatística multivariada, mineração de dados e geoestatística, maior será a capacidade de obter informações mais representativas da realidade.

Souza *et al.* (2010), estudando a variabilidade de atributos químicos do solo na cultura da cana-de-açúcar, utilizaram geoestatística e mineração de dados, concluindo que a indução de árvores de decisão permitiu verificar que a altitude foi a variável com maior potencial para interpretar os mapas de produtividade de cana-de-açúcar. Nesse caso, as técnicas utilizadas

mostraram-se adequadas para o estudo de definição de zonas de manejo na área cultivada.

De acordo Grego *et al.* (2014), após a obtenção dos dados deve ser realizada uma verificação exploratória nestes com o intuito de verificar a existência de valores discrepantes, conhecidos como outliers, que incluem valores obtidos fora da faixa permitida pelo sensor utilizado, erros de análise laboratorial ou até mesmo erros de digitação. Posteriormente, parte-se para a etapa de análises de variabilidade espacial para se chegar à geração de mapas padronizados e precisos de todos os atributos coletados, a partir da geoestatística.

4.1 A geoestatística e a confiabilidade na tomada de decisão

Ao considerar-se a variabilidade espacial, parte-se do princípio que todas as amostras são relacionadas com seus vizinhos e que amostras separadas por pequenas distâncias são mais parecidas umas com as outras do que amostras separadas por grandes distâncias (Vieira, 2000). Isso possibilita a identificação das áreas de maior e menor variabilidade dentro de um talhão ou região amostrada.

Como exemplo, a *Figura 12* apresenta um mapa de classes da variabilidade espacial da condutividade elétrica aparente do solo (CEa), obtida dentro de um talhão de cana-de-açúcar de 14 ha, onde a CEa foi obtida usando-se um sensor de solo por indução eletromagnética (equipamento EM38).



Figura 12. (A) Mapa de classes de medidas de condutividade elétrica aparente do solo em talhão de cana-de-açúcar localizado em Ibaté/SP; (B) Medição da condutividade elétrica aparente (CEa) em Ibaté/SP, usando o equipamento EM38 em tubo de PVC

A variabilidade espacial, comprovadamente, pode ser modelada de maneira adequada pela ferramenta geoestatística que é fundamentada na teoria das variáveis regionalizadas, por intermédio do ajuste do semivariograma e da interpolação de dados traduzida na forma de mapas digitais, permitindo tomadas de decisões precisas e com maior eficiência (Isaaks e Srivastava, 1989; Vieira, 2000).

Segundo Grego *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2015), a geoestatística considera que quanto menor a distância entre as amostras, maior

o grau de semelhança entre elas. A análise geoestatística parte da hipótese que existe relação de dependência espacial entre os dados separados por certa distância; tal relação é investigada pela análise do semivariograma, em que é verificada a existência ou não da dependência espacial. Nele são realizados ajustes a uma função em que são determinados os parâmetros efeito pepita (C_0), variância estrutural ou contribuição (C_1) e alcance (a). Na Figura 13, tem-se um exemplo de gráfico ajustado à função esférica do semivariograma.

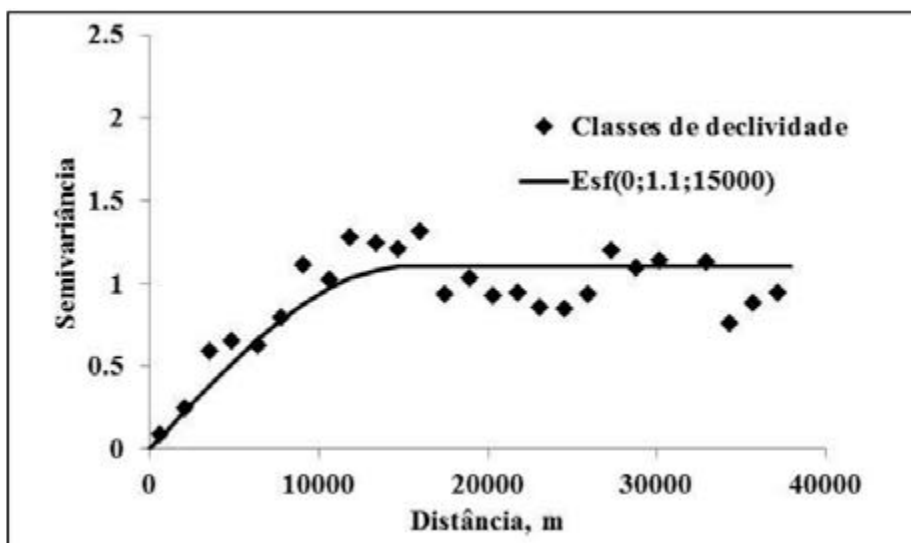


Figura 13. Exemplo de semivariograma ajustado pelo modelo esférico para dados de classes de declividade

Assim, considerando a existência de dependência espacial do atributo em análise, é realizada a interpolação de valores nos locais/pontos que não dispõem de registro do respectivo sensor ou que não foram amostrados em campo. O método mais utilizado em agricultura de precisão é a krigagem ordinária (Inamasu e Benardi, 2014), que consiste em ponderar os vizinhos mais próximos do ponto a ser estimado, obedecendo aos critérios de não tendenciosidade e mínima variância.

Ao final, um mapa poderá ser construído em ambiente SIG de maneira a representar adequadamente a variabilidade espacial, como o mostrado na *Figura 14*, produzido a partir de dados de biomassa de pastagem após a identificação da variabilidade espacial por meio da geoestatística. Portanto, um talhão que muitas vezes é considerado uniforme pelo produtor e manejado uniformemente quanto à aplicação de insumos ou controle de pragas e

plantas daninhas poderá receber aplicações em taxa variada de acordo com as diferenças espaciais identificadas.

Dessa forma, a utilização de tecnologias como a geoestatística fornece subsídios para auxiliar em decisões estratégicas e gerenciais, procurando sempre indicar um manejo localizado que traga sustentabilidade econômica e ambiental ao sistema produtivo.

4.2 Softwares para tratamento, geoprocessamento e mineração de dados

Para trabalhar com os novos sensores e as diferentes formas de captação de dados são necessários mais que operadores e técnicos agrícolas de formação convencional. Além disso, com a reserva de mercado, softwares e sensores de empresas concorrentes não possuem compatibilidade (Landau *et al.*, 2014). Assim, a precisão das análises e dos mapas obtidos por meio de dados de sensores dependerá da habilidade dos especialistas em tratar e converter adequadamente dados de formatos diferenciados em linguagem simples, para que sejam acessíveis desde o produtor até o operador de campo (Rezende *et al.*, 2019). Aqui falaremos apenas de alguns tipos de dados e formas de tratá-los.

As imagens obtidas tanto por meio de satélites quanto por meio de imageamento aéreo proximal necessitam processamento para que possam ser úteis ao produtor, auxiliando na tomada de decisão em AP. As imagens oriundas de câmeras a bordo de VANTs, cuja resolução espacial pode chegar a poucos centímetros, são originalmente capturadas em forma de imagens individuais que precisam ser unidas, formando uma imagem única da área de cultivo. Esse procedimento, chamado mosaico de imagens, bem como a retirada de

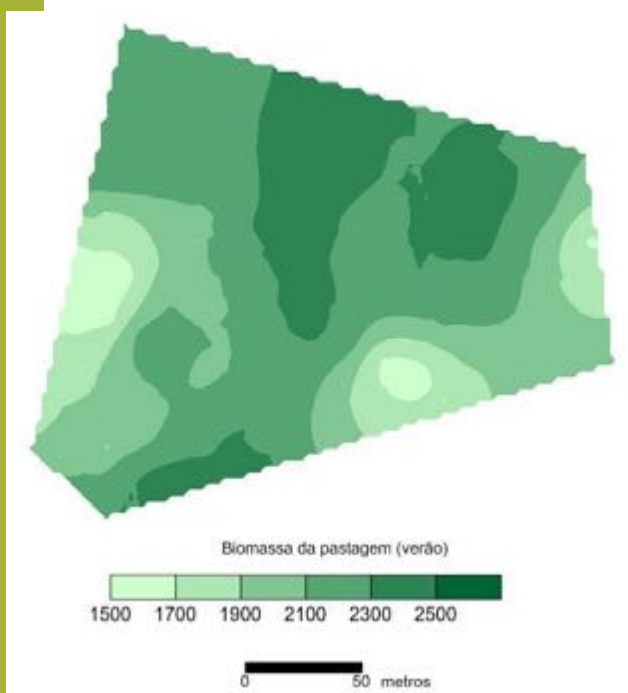


Figura 14. Mapa de isolinhas para biomassa seca da pastagem no período do verão em Nova Odessa/SP

erros originados durante a aquisição dos dados e a correção do posicionamento das imagens, são procedimentos normalmente realizados em solo, por meio de computadores ou servidores com alta capacidade, *softwares* específicos e mão de obra especializada.

Para a execução dessa atividade, existem diversos softwares disponíveis, gratuitos ou pagos; o principal software gratuito é o OpenDroneMap (ODM)(Santos & Koenigkan, 2018) (<http://www.opendronemap.org>). O ODM possui diversos projetos em sua plataforma, sendo possível sua instalação em computador local ou em servidores para prover acesso às ferramentas de mosaicamento.

Em se tratando de softwares pagos, destacam-se as plataformas Pix4D (<https://pix4d.com>) e DroneDeploy (<https://www.dronedeploy.com>), que possuem diversos módulos, incluindo funcionalidades de planejamento de missão e voos e pós-processamento, em que é possível obter mapas de índices como, por exemplo, o NDVI, a partir das imagens mosaicadas, que são amplamente usados em AP. Assim como na plataforma WebODM, as ferramentas de pós-processamento do Pix4D e do DroneDeploy não precisam ser instaladas em computador local, pois são acessadas diretamente pela internet.

Imagens de satélite podem ser tratadas por *softwares* gratuitos como o GvSig ou o QGIS. Um dos principais *softwares* gratuitos para aquisição e tratamento de imagens de satélite usados pela Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa em projeto com parceria do IMAmt tem sido a plataforma Google Earth Engine (GEE) (<https://earthengine.google.com>). Por meio dessa plataforma, o usuário pode acessar e processar imagens gratuitas com resolução espacial aceitável para a AP, como as oriundas dos satélites Landsat-8 (30 m) e Sentinel-2 (10 m), sem a necessidade de ter disponíveis as imagens localmente. Entretanto, a plataforma exige certo conhecimento de programação de computadores por parte do usuário, pois as aplicações que realizam geoprocessamento sobre as imagens, tais como geração de séries temporais e mapas de NDVI, são desenvolvidas a partir de *scripts* de linguagem própria da plataforma. Por outro lado, uma vez que o *script* é desenvolvido, ele pode ser compartilhado para outros usuários, sendo que

os próprios *scripts* permitem a criação de interfaces amigáveis para uso. Por permitir o acesso via aplicativos, a plataforma GEE tem servido como base para diversas novas aplicações web para geoprocessamento.

Para obtenção de bons mapas de produtividade são necessários procedimentos de calibração das colhedoras a fim de evitar erros na obtenção dos dados. Mesmo assim, por conta do grande volume de dados produzido, ferramentas de *software* capazes de eliminar erros que ainda possam existir nos mapas, ou até mesmo dados desnecessários para análise, como os coletados nas bordaduras dos talhões, devem ser empregadas para melhorar ainda mais a qualidade da informação. Nesse contexto, podem ser destacados dois *softwares* (ambos gratuitos para uso): Yield Editor (Sudduth & Drummond, 2007), atualmente na versão 2.0.7; e Map Filter (Spekken *et al.* 2013), atualmente na versão 2.0. O Map Filter ainda pode ser utilizado para remoção de erros em mapas com alta densidade de pontos e que não sejam especificamente de produtividade, como os mapas de condutividade elétrica do solo.

Outros dois softwares gratuitos merecem destaque por possibilitarem o tratamento eficiente tanto de imagens georreferenciadas quanto de dados vetoriais. O software R (<https://www.r-project.org>) disponibiliza uma série de bibliotecas gratuitas que permitem realizar diversos procedimentos em dados georreferenciados, tais como: leitura e gravação em diferentes formatos, limpeza dos dados e remoção de *outliers*, interpolação espacial, extração de padrões e modelos de classificação, índices de correlação, dentre outros. Esse software também exige conhecimento prévio de programação de computadores por parte dos usuários, porém aplicativos como o RStudio e RStudio Web (<https://www.rstudio.com>) podem facilitar bastante essas atividades. Outro software gratuito extremamente utilizado para esse fim é o Sistema de Informações Geográficas QGIS (<https://www.qgis.org>). O QGIS é um SIG gratuito com diversas funcionalidades nativas de processamento de imagens e dados vetoriais, que podem ser potencializadas com a inclusão de uma gama de *plugins* gratuitos disponíveis para download, alguns deles específicos para a área de AP. Ao contrário do software R, apenas com conhecimento

de conceitos básicos de geoprocessamento, o usuário já pode realizar diversas operações úteis de tratamento de dados pelo QGIS.

5. Considerações finais

Em determinado momento, a disseminação da AP valeu-se da promessa ou da expectativa de homogeneização das lavouras e da produtividade, condições que, na realidade, não podem ser garantidas de forma permanente como resultado de apenas uma ou algumas intervenções de manejo sítio-específico. A variabilidade espacial é uma característica intrínseca aos ambientes de produção e diferenças de produtividade normalmente são condicionadas por interações entre múltiplos fatores, os quais não são estáticos. Pode-se afirmar que, a cada cultivo, mudam as condições e

ocorrem interferências diversas que podem acarretar alteração dos padrões de variabilidade em um mesmo talhão ao longo do tempo.

Assim, dificilmente os padrões espaciais encontrados, por exemplo, para os atributos de fertilidade química do solo em uma área mantêm-se inalterados com o passar do tempo, independentemente do uso ou não de manejo sítio-específico (Figuras 15 e 16). Raramente se verifica alta correlação entre um fator de produção isolado, seja ele edáfico ou não, com a produtividade em áreas consolidadas de produção tecnificada. Essas constatações reforçam a necessidade de se trabalhar com uma abordagem transdisciplinar na aplicação da AP, visando aproveitar melhor seu potencial na busca de maior eficiência no gerenciamento da propriedade agrícola (Resende e Coelho, 2017).

(Fonte: Wilda, 2013)

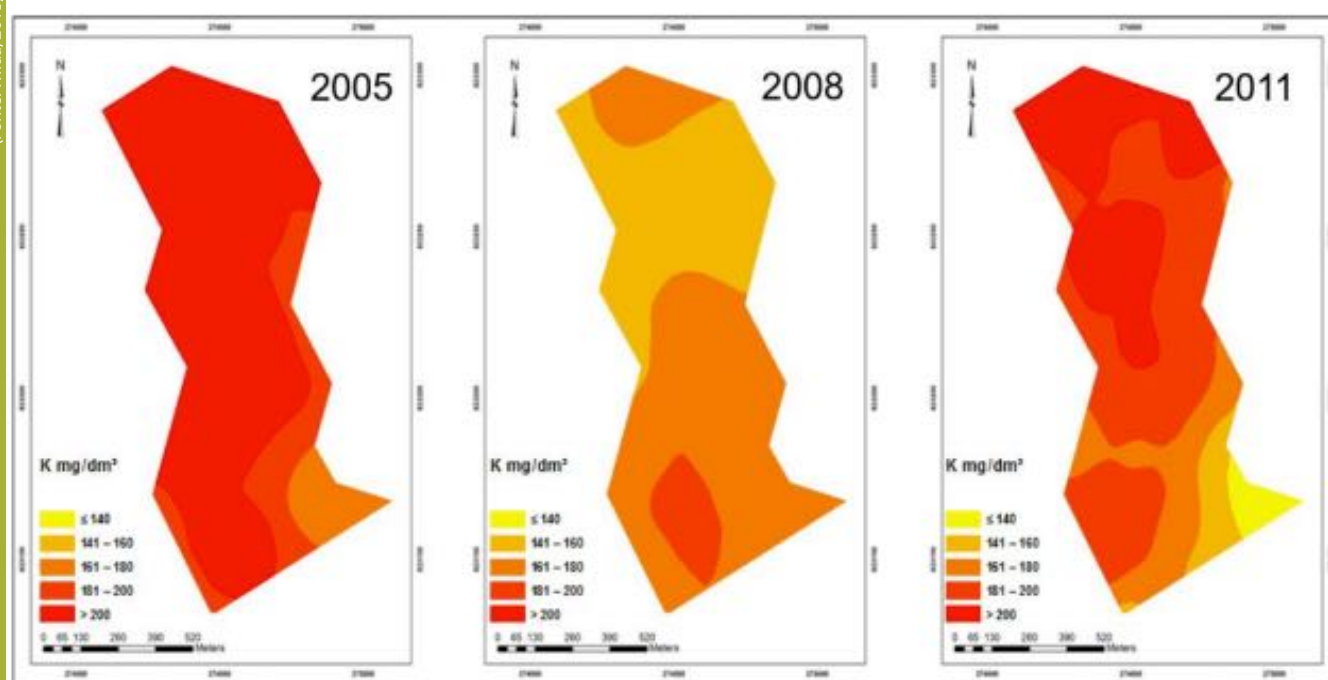


Figura 15. Diferentes padrões de variação da disponibilidade de potássio (K) no solo a partir de amostragens em malha de 2 ha, realizadas em 2005, 2008 e 2011, em lavoura de 119 ha, manejada com adubação a taxa uniforme

Apesar dos obstáculos técnicos e operacionais a serem ainda superados, os benefícios potenciais da AP são muito relevantes e, com a evolução contínua das tecnologias disponibilizadas, diferentes abordagens constituirão alternativas para o agricultor aprimorar as rotinas na fazenda. Muito desse ferramental e das estratégias de obtenção e processamento de dados para tomada de decisão no gerenciamento da variabilidade ainda requerem validação em condições de lavouras comerciais no Brasil. Por fim, é preciso considerar que a aplicação das tecnologias de AP pressupõe certo nível de capacitação técnica nas diversas etapas compreendidas, desde o planejamento de amostragens, processamento de dados, decisão de intervenções no manejo das lavouras, operação de equipamentos agrícolas com eletrônica embarcada, até a análise do desempenho técnico e econômico resultante.

Muito mais do que a operacionalização de soluções pontuais, a tendência que vem se

consolidando nas principais regiões produtoras do Brasil envolve a integração de aplicações da AP em várias frentes/especialidades, que, no todo, contribuem para decisões gerenciais mais bem embasadas e com maior confiabilidade de que se estão fazendo as coisas certas, nos momentos certos e nos locais e nas quantidades requeridas. Esse “fazer o melhor possível” passa a constituir o protocolo natural no dia a dia das fazendas e depende, necessariamente, de um processo dinâmico e sem fim de captura de dados para diagnóstico, processamento de informações, tomada de decisão, intervenção, monitoramento de desempenho, retroalimentação/*feedback* e, se preciso, reorientação do manejo das lavouras. A capacidade de registro, armazenamento e análise/interpretação de informações recentes e históricas das unidades produtivas certamente será um diferencial de competitividade entre agricultores em um futuro próximo.

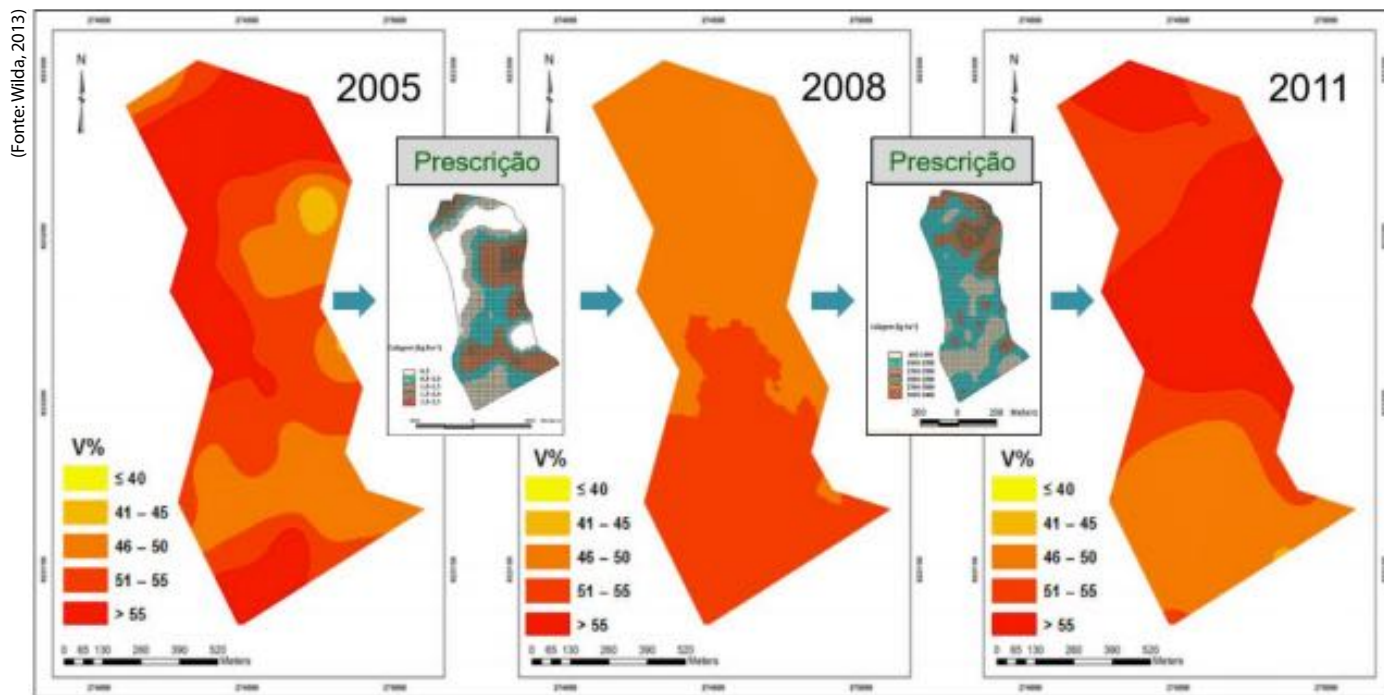


Figura 16. Variação da saturação por bases (V%) no solo a partir de amostragens em malha de 2 ha, realizadas em 2005, 2008 e 2011, em lavoura de 119 ha, manejada com calagem a taxa variável. Nota-se que, depois de seis anos, após dois ciclos de amostragem do solo e aplicação diferencial de calcário, ainda não se evidencia plena uniformização da área, havendo alternância da localização de zonas com maior acidez no talhão

Referências bibliográficas: algumas referências no final do manual. Para complementos, entrar em contato com os autores

Levantamento da área, amostragem de solo e de folhas



Leandro Zancanaro
Fundação MT



Claudinei Kappes
Fundação MT

1. Levantamento de dados

O **levantamento detalhado** de dados consiste em conhecer o máximo de detalhes de cada campo. Para isto, há necessidade de:

- Percorrer todo o campo para avaliar e caracterizar o solo (classificação, textura, profundidade, coloração, etc.), topografia, posição na paisagem, etc;
- Resgatar o máximo de detalhes quanto ao histórico de manejo desde a abertura (ano de abertura, correções e adubações realizadas, equipamentos utilizados, uniformidade de aplicação, profundidades das operações, fontes e doses de corretivos, etc.);
- Culturas utilizadas e rotação de culturas adotadas, com as respectivas produtividades nas safras anteriores. Havendo possibilidade de detalhar as variedades, será uma oportunidade a ser aproveitada;
- Informações sobre a uniformidade de desenvolvimento das culturas

dentro de cada campo, existência de áreas regulares ou irregulares onde as culturas demonstram desenvolvimento diferenciado, mapeando-as, buscando com a equipe da propriedade informações complementares sobre as causas dessas “manchas”;

- Definir as zonas de manejo dentro de cada campo: fazer quantas subdivisões forem necessárias para executar o plano de amostragem em cada uma dessas zonas de manejo (*Figura 1*). Ao longo do tempo, essas subdivisões podem ser mantidas ou ajustadas conforme a necessidade técnica. Estar ciente de que as subdivisões das zonas de manejo são fundamentais para a realização do diagnóstico. Nessa etapa, a preocupação com o operacional não pode afetar o diagnóstico. Na definição das zonas de manejo dentro de cada campo, podem ser utilizadas várias ferramentas relacionadas à área de conhecimento da agricultura de precisão, mas esse uso exige conhecimento específico e profundo da fundamentação de

(Fonte: Fundação MT/PMIA)



Figura 1. Subdivisões dos talhões para amostragem de solo

cada ferramenta. A utilização destas ferramentas deve associar todas as informações obtidas no levantamento prévio especificado anteriormente. Muitas dessas ferramentas podem gerar mapas, porém, que têm valor restrito se forem utilizados de forma mecânica ou matemática, ou pela utilização direta de um software. A primeira ferramenta a ser utilizada é o mapa de colheita; com ele, elabora-se uma estratégia de investigação para melhor entendimento das causas da variação da produtividade observada, se for o caso.

2. Amostragem de solo para fins de recomendação de calagem e adubação

Fazer a amostragem de solo dentro de cada uma das zonas de manejo e dentro de cada uma das “manchas” ou “faixas” com o desenvolvimento diferenciado. Se dentro de uma zona de manejo estabelecida houver faixa ou mancha com o desenvolvimento diferenciado, há necessidade de duas amostras: uma para a mancha ou faixa específica e outra para a zona de manejo, sem misturar as amostras, pois são condições diferentes.

Definir a metodologia de amostragem

As opções existentes são várias. Abaixo, seguem algumas considerações sobre as principais metodologias, mas há necessidade de se respeitar o princípio de que independentemente do tamanho de cada zona de manejo ou de cada “faixa”, “mancha” ou “grid”, há necessidade de coletar um mínimo de 20 amostras simples para

formar uma amostra composta. Este número de amostras simples é muito discutido, já que varia conforme o parâmetro avaliado. Porém, como na maioria das vezes todos os parâmetros de uma análise de rotina são determinados, há de se considerar o parâmetro que exija o maior número de amostras simples.

Utilizar equipamento que realmente permita coletar solo na profundidade desejada de forma uniforme.

Se alguma das amostras simples, antes de ser inserida no recipiente que será utilizado para homogeneizá-las para formar a amostra composta, apresentar sinal de contaminação por resíduos de calcário, fertilizantes, resíduos vegetais ou com algum erro no procedimento de coleta, deve ser imediatamente descartada, ou seja, não ser inserida ao recipiente. Daí surge a responsabilidade da pessoa designada para realizar a coleta de solo.

Há várias metodologias para a coleta de solo quanto à posição do ponto para a coleta de cada amostra simples. Em áreas que não estão sob sistema plantio direto consolidado e “verdadeiro”, recomenda-se fazer a amostragem de solo na entrelinha da cultura anterior (*Figura 2*). Em solos com sistema plantio direto consolidado e “verdadeiro”, há outras metodologias específicas para esta condição.

Evitar todo e qualquer risco de contaminação das amostras coletadas com a presença de resíduos de corretivos, fertilizantes, resíduos vegetais sobre a superfície e no interior do volume de solo.

(Foto: Claudinei Kappes)



Figura 2. Amostragem de solo na entrelinha do algodoeiro

Amostragem nas zonas de manejo definidas

Adotar um caminhamento em zigue-zague que percorra de forma representativa a área a ser amostrada (Figura 3), respeitando uma distância mínima da bordadura. Não coletar solo das manchas específicas presentes dentro de cada zona de manejo estabelecida. Se necessário, fazer amostragem específica para estas manchas.

Amostragem em Grid

Fazer estudos prévios para avaliar a variabilidade espacial existente, por semivariogramas, para ver se é possível fazer essa coleta em "grid". Se o for, definir o tamanho do "grid"; ou seja, há necessidade de se ter conhecimentos de geoestatística. Somente após isto, e com conhecimento

apropriado, parte-se para as etapas de interpolações e confecção dos mapas de aplicação.

Profundidade de amostragem

Em todos os estudos de calibrações oficiais, quando realizados, considerou-se a profundidade de 20 cm, ou seja, na interpretação dos resultados das análises, devem-se levar em consideração os teores dos nutrientes determinados nessa camada.

A cultura do algodão é muito sensível à acidez do solo. Por este motivo, recomenda-se fazer amostragem no mínimo nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

A amostragem nas camadas mais profundas (20 a 40 e de 40 a 60 cm) é obrigatória para a interpretação

(Fonte: Catani & Jacintho)

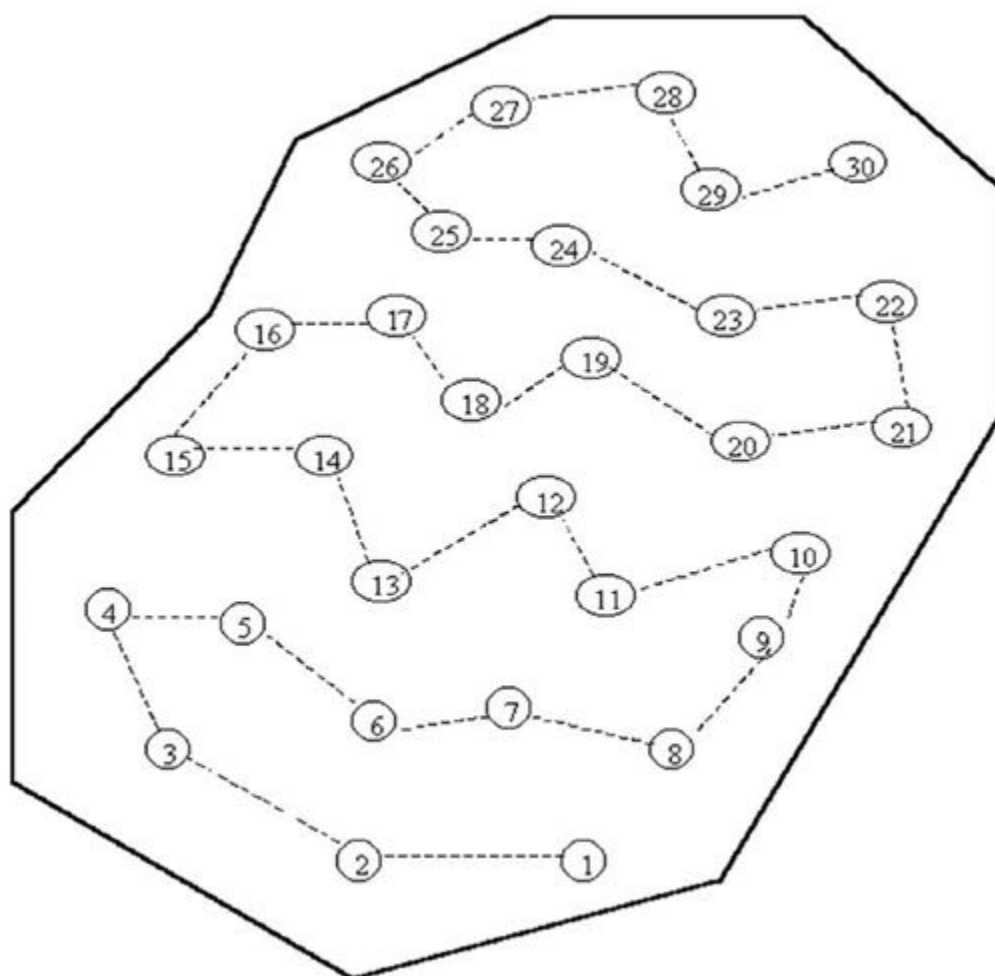


Figura 3. Percurso em zigue-zague para a amostragem de solo

dos níveis de enxofre no solo e também para avaliar a condição química para o crescimento das raízes em profundidade, e, automaticamente, a necessidade de práticas de correção do solo em profundidade por meio de preparo do solo ou da gessagem.

Em campos onde foi realizada calagem superficial e/ou adubação superficial, pode ser interessante fazer amostragem estratificada na camada de 0 a 20 cm para favorecer o diagnóstico, embora a interpretação dos resultados e a recomendação de corretivos e adubação devem considerar as profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

Condicionamento da amostra e envio ao laboratório

As amostras simples, que são aquelas coletadas em cada um dos pontos e que vão formar a amostra composta, devem ser destorroadas e devidamente homogeneizadas.

Em seguida, separar 400 gramas da amostra composta e colocá-los em saco plástico novo e devidamente identificado.

As amostras devem ser enviadas o mais rápido possível ao laboratório selecionado. No entanto, se por questão de logística, o tempo de envio ao laboratório for maior, deve-se secar as amostras a serem enviadas. Secar à sombra e em ambiente livre de risco de contaminação.

Enviar a um laboratório de sua confiança.

3. Amostragem de folhas

Geralmente, os teores de nutrientes presentes nas folhas são reflexo das condições de fertilidade do solo, incluindo a influência do sistema de

produção adotado ao longo dos anos e da adubação realizada na cultura, associadas às condições meteorológicas ocorridas durante seu ciclo. Assim, espera-se a existência de relação entre os teores no solo e aqueles presentes nas folhas, e destes com a produtividade até um determinado limite. Trata-se de uma ferramenta essencial para a avaliação do estado nutricional do algodoeiro e da disponibilidade de nutrientes no solo, sobretudo para os micronutrientes, devendo ser usada em conjunto com a análise do solo e o histórico de uso da área, visando uma recomendação de adubação que proporcione a máxima eficiência econômica.

A recomendação é coletar, pelo menos, 25 folhas por área homogênea, colhidas de 25 plantas diferentes, sendo a folha retirada da 4ª ou 5ª posição do caule principal, contada a partir do ápice, durante o período de máximo florescimento. Esta folha é a mais adequada para avaliar o estado nutricional da cultura, porque está recém-madura, completamente expandida, fisiologicamente mais ativa e se encontra em equilíbrio fisiológico.

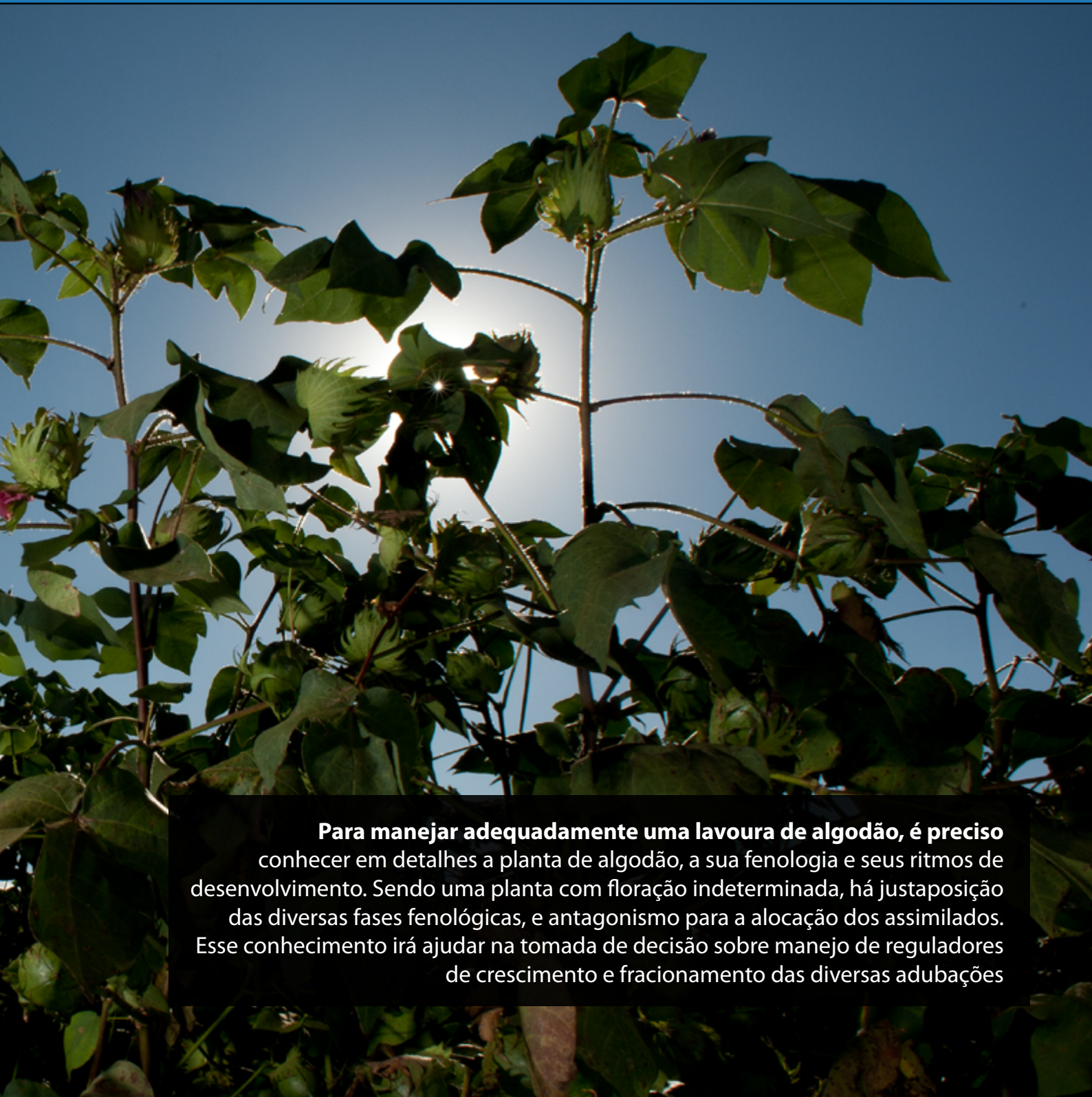
Ao realizar a coleta, deve-se ter cuidado para não coletar folhas com idade inferior ou superior ao que é recomendado, pois essa condição poderá alterar as concentrações dos nutrientes. Não coletar amostras na bordadura dos talhões, onde há chance de contaminação com poeira. Não coletar amostras de folhas em campos que receberam aplicação foliar recente.

As amostras coletadas devem ser enviadas imediatamente ao laboratório. Se não for possível, é necessário desidratá-las. As amostras devem ser acondicionadas em sacos de papel novos e que não tenham impressão gráfica.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



A PLANTA DE ALGODÃO



Para manejar adequadamente uma lavoura de algodão, é preciso conhecer em detalhes a planta de algodão, a sua fenologia e seus ritmos de desenvolvimento. Sendo uma planta com floração indeterminada, há justaposição das diversas fases fenológicas, e antagonismo para a alocação dos assimilados. Esse conhecimento irá ajudar na tomada de decisão sobre manejo de reguladores de crescimento e fracionamento das diversas adubações



Ciro Antonio Rosolem
Unesp

Crescimento do algodoeiro

O algodoeiro, sendo uma planta perene, apresenta crescimento vegetativo e reprodutivo concomitantes; no entanto, é necessário que eles

ocorram de modo balanceado.

Na *Tabela 1*, encontra-se uma estimativa do valor de cada posição produtiva da planta.

Tabela 1. Produção de fibra e valor da produção de algodão estratificada na planta, experimento com a variedade ITA 90, em Pederneiras/SP, produtividade de 360 @.ha⁻¹, espaçamento de 0,90 m e população de 88 mil plantas ha⁻¹ (Preço de US\$ 0,70 lb⁻¹)

| | Nó Produção de fibra (kg.ha ⁻¹) | | | | Valor da produção (US\$ ha ⁻¹) | | | |
|-------|---|------------|------------|-------------|--|------------|------------|-------------|
| | 1ª posição | 2ª posição | 3ª posição | % | 1ª posição | 2ª posição | 3ª posição | % |
| 6 | 111 | | 41 | 6 | 171 | | 63 | 6 |
| 7 | 263 | | | | 88 | 406 | | 88 |
| 8 | 131 | 162 | | | 206 | 249 | | |
| 9 | 128 | | 41 | | 197 | 63 | | |
| 10 | 120 | 108 | | | 185 | 165 | | |
| 11 | 220 | 54 | 44 | 88 | 339 | 83 | 67 | |
| 12 | 213 | 215 | | | 328 | 332 | | |
| 13 | 53 | 50 | | | 116 | 108 | | |
| 14 | 133 | | 288 | | | | | |
| 15 | 76 | 64 | | | 116 | 99 | | |
| 16 | 132 | | | 6 | 204 | | | 6 |
| Total | 1582 | 654 | 128 | 2359 | 2556 | 1036 | 193 | 3785 |
| % | 67 | 28 | 5 | 100 | 67 | 28 | 5 | 100 |

A maior parte da produção, ou seja, 88% do valor do algodão produzido, está entre os nós 7 e 15 da planta. Isso mostra a enorme importância em se ter uma lavoura que fixe — e não perca — as primeiras posições do baixeiro.

A temperatura influencia fortemente o crescimento da planta, e estudos já foram feitos para determinar a exigência de temperatura para cada fase do crescimento do algodoeiro. As

exigências térmicas e, portanto, o ciclo da cultura, podem ser estimadas. Na *Tabela 2*, encontra-se a estimativa de ciclo para variedades do tipo da Delta Pine 90 para algumas regiões do Brasil. Trata-se de uma estimativa baseada nas temperaturas dos últimos 30 anos, de modo que, em cada ano em particular, o ciclo vai variar, dependendo da temperatura daquele ano e microrregião em particular.

Tabela 2. Número de Graus-Dia e dias calculados para o ciclo do algodoeiro em três regiões algodoeiras do Brasil, considerando-se as médias de temperatura dos últimos 30 anos. Considerada semeadura em 15 de dezembro e emergência em 21 de dezembro

| | Graus-Dias* | MT Sudeste | MT Meio-Norte | BA Oeste |
|--|-------------|---------------|------------------|-------------|
| | °C | Dias | | |
| Da emergência ao primeiro botão | 360 | 31 | 34 | 36 |
| Do primeiro botão à primeira flor | 270 | 22 | 26 | 27 |
| Da primeira flor ao primeiro capulho | 620 | 58 | 67 | 63 |
| Da emergência ao primeiro capulho* | 1350 | 115 | 135 | 133 |
| Da flor branca no quinto nó à colheita | 620 | 64 | 64 | 69 |
| Da emergência à colheita | 1970 | 179 | 199 | 202 |

(*) Ver cálculo de Unidades de Calor (UC).

UC - Unidades de Calor acumuladas, valor calculado por:

$$UC = \sum [(T - t)/2] - 15, \text{ onde:}$$

T - Temperatura máxima diária

t - Temperatura mínima diária

15 - (°C), temperatura base

1. Fenologia do algodoeiro

A cultura do algodão necessita de monitoramento constante com vistas ao controle de pragas e doenças, realização de operações de adubação em cobertura ou foliar, aplicação de reguladores de crescimento e maturadores ou desfolhantes. Marur e Ruano, em 2001, desenvolveram a “Escala do Algodão”, ou seja, um sistema de identificação de estádios de desenvolvimento do algodoeiro. O ciclo do algodoeiro é dividido em quatro fases: a vegetativa (V), formação de botões florais (B), abertura de flores (F) e abertura de capulhos (C).

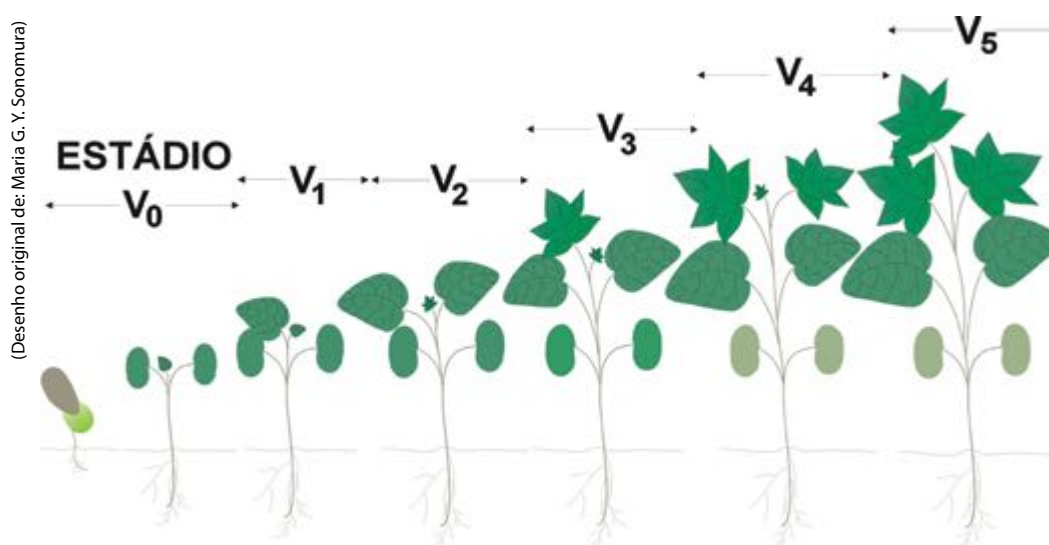
1.1 Fase vegetativa (Figura 1)

V0 - vai da emergência da plântula ao momento em que a nervura principal da primeira folha verdadeira alcança 2,5 cm de comprimento;

V1 - do final de V0 até que a segunda folha alcance 2,5 cm de comprimento;

V2 - do final de V1 até que a nervura central da terceira folha atinja 2,5 cm;

V3–Vn – segue-se o mesmo critério.



(Desenho original de: Maria G. Y. Sonomura)

Figura 1. Estádios vegetativos do algodoeiro, segundo escala de Marur e Ruano (2001)

1.2 Fase de formação de botões florais (Figura 2)

- B1** - inicia-se quando o primeiro botão floral se torna visível;
- B2** - primeiro botão floral do segundo ramo frutífero visível;
- B3** - primeiro botão floral do terceiro ramo frutífero visível. Nesta época, o segundo botão do primeiro ramo também se torna visível;
- B4-Bn** - segue-se o mesmo critério.

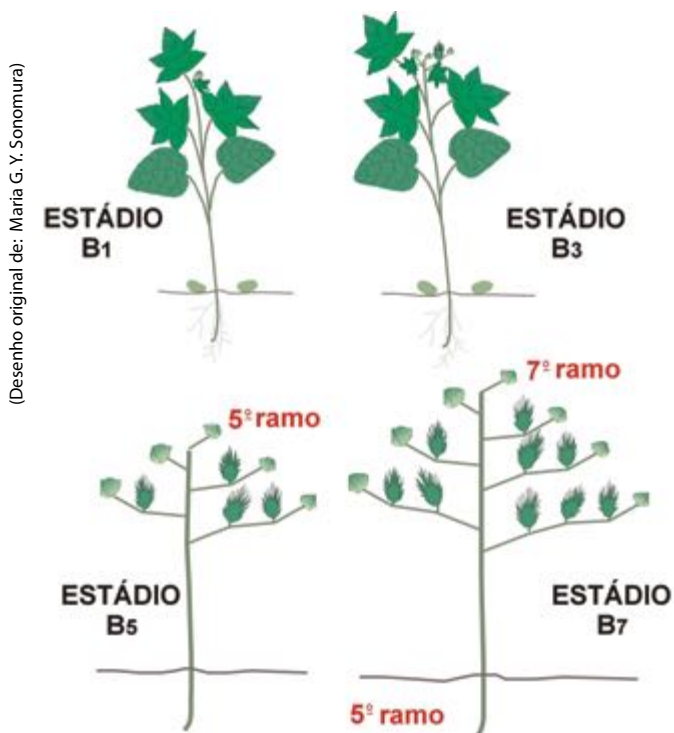


Figura 2. Fase de botões florais do algodoeiro, segundo a escala de Marur e Ruano (2001)

1.3 Florescimento (Figuras 3 e 4)

- F1** - primeiro botão floral do primeiro ramo se transforma em flor;
- F2** - primeiro botão floral do segundo ramo se transforma em flor;
- F3-Fn** - mesmo critério.

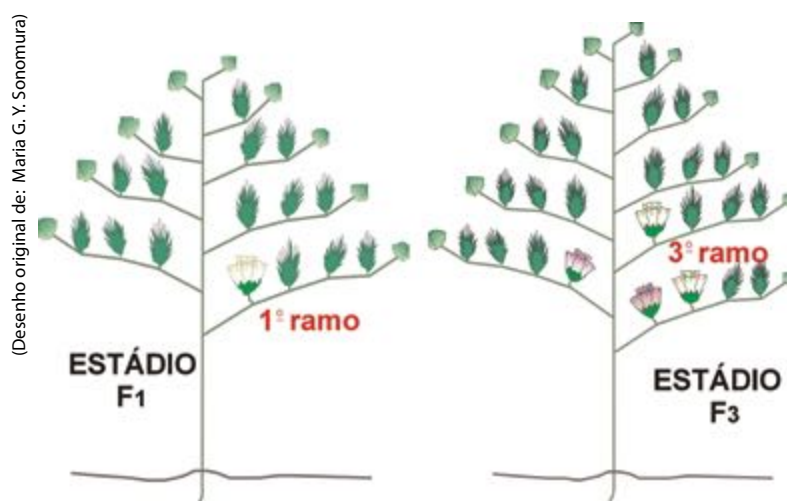


Figura 3. Fase de florescimento do algodoeiro, segundo a escala proposta por Marur e Ruano (2001)

(Desenho original de: Maria G. Y. Sonomura)

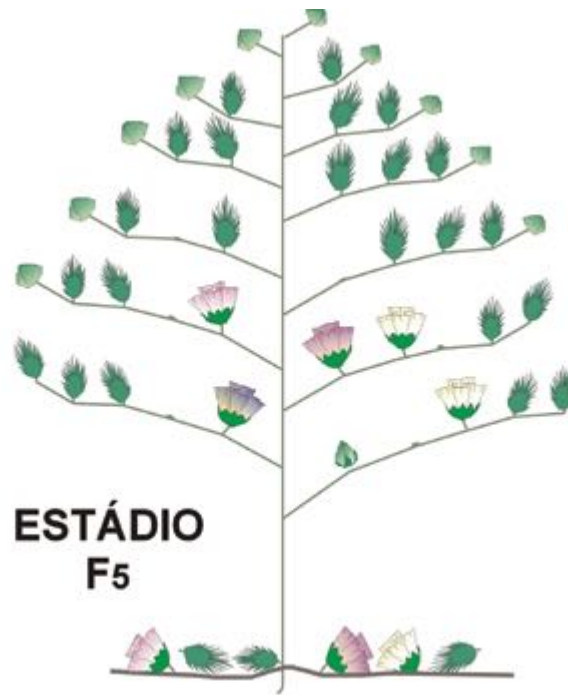


Figura 4. Planta de algodão no estágio F5, de acordo com a escala de Marur e Ruano (2001)

1.4 Abertura de capulhos (Figura 5)

- C1** - a primeira maçã do primeiro ramo se abre, transformando-se em capulho;
- C2** - a primeira maçã do segundo ramo se abre, transformando-se em capulho;
- C3-Cn** - mesmo critério.

(Desenho original de: Maria G. Y. Sonomura)

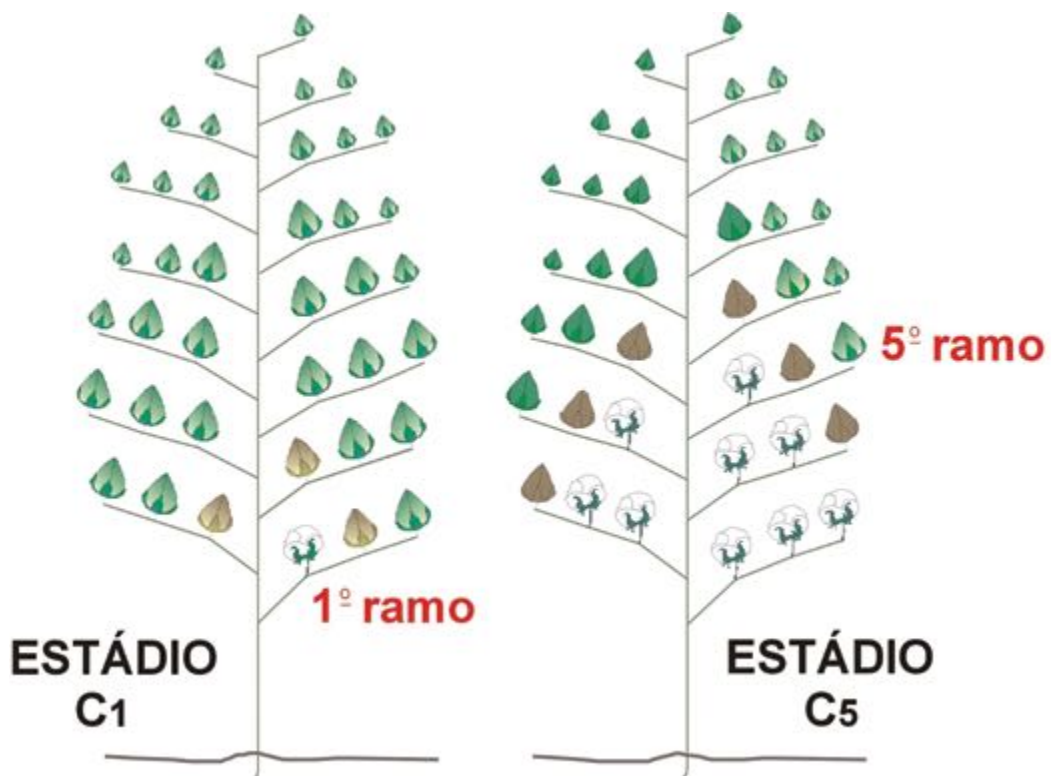


Figura 5. Plantas de algodão em estádios com capulhos, segundo escala de Marur e Ruano (2001)

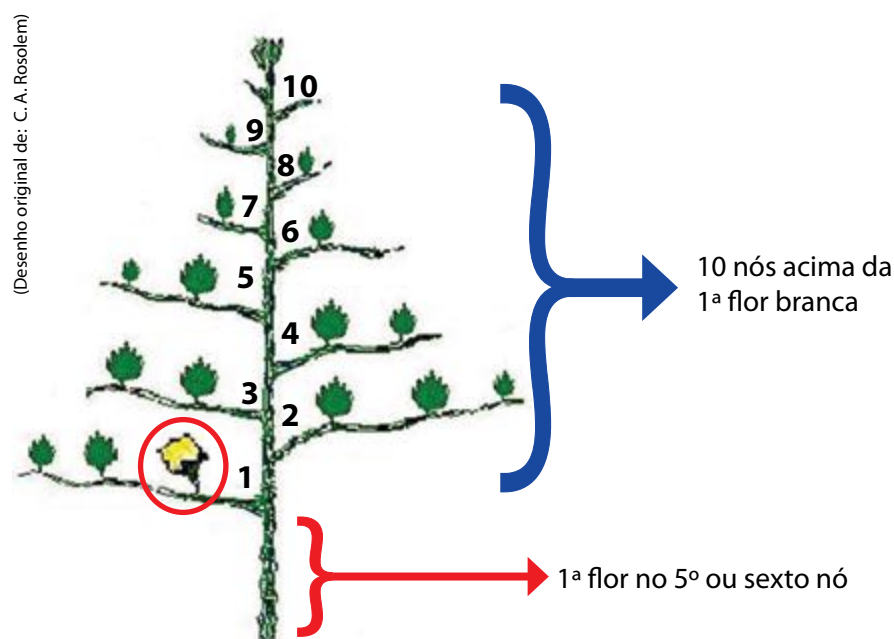


Figura 6. Esquema de uma planta entrando no estágio F1 (Marur e Ruano, 2001). Em uma planta vigorosa, com alto potencial produtivo, a primeira flor deve aparecer no 5º nó da haste principal, de preferência. Nesta fase, uma planta com alto potencial deverá ter, na haste principal, dez nós acima da flor branca

É interessante notar que o estágio pode ser determinado mesmo com a ocorrência de queda de estruturas, tomando-se outras estruturas como referência. Assim, se a primeira estrutura de um determinado ramo foi perdida, toma-se a segunda, dois ramos abaixo, que deverá ter a mesma idade fisiológica (Figura 4).

2. Recomendações para as diferentes fases de crescimento do algodoeiro

2.1 Semeadura e emergência

O bom estabelecimento da cultura é chave para o sucesso da lavoura. Em termos de manejo, nesta fase, o objetivo será estabelecer um estande adequado no mínimo tempo possível.

A velocidade de emergência do algodoeiro depende fundamentalmente da temperatura e, em condições normais, deve ocorrer entre cinco e dez dias. Ao contrário do que se pode pensar inicialmente, se o solo não estiver muito seco, a temperatura tem maior

efeito na velocidade de emergência da planta do que a própria água. A temperatura média ótima para germinação e emergência do algodoeiro, no campo, é de 32°C, mas pode ocorrer normalmente entre 21°C e 34°C. Se a temperatura média for menor que 21°C ou maior que 34°C, não haverá emergência normal da planta, mesmo que o solo esteja úmido. Neste caso, a cultura será desuniforme, pois apenas as sementes mais vigorosas do lote conseguirão enfrentar o estresse e emergir. Com a normalização da temperatura, parte das outras sementes pode emergir, gerando uma lavoura desuniforme.

Providências para garantir o bom estabelecimento da cultura: utilizar sementes de boa qualidade, semear na época adequada, com temperatura e umidade adequadas e com sementes colocadas em profundidade uniforme por máquinas bem reguladas.

2.2 Da emergência ao primeiro botão floral: fase vegetativa

Nesta fase, devem estabelecer-se um bom sistema radicular e plantas vigorosas.

Nesta fase, o crescimento da parte aérea é relativamente lento, mas há vigoroso crescimento do sistema radicular. Dependendo da temperatura, esta fase pode demorar de 27 a 38 dias. No Brasil, de acordo com a *Tabela 2* (p. 105), deve-se esperar que esta fase demore de 31 a 36 dias, dependendo do local.

A raiz pivotante penetra o solo rapidamente, podendo atingir uma profundidade de 25 cm ou mais por ocasião da abertura dos cotilédones. Quando a parte aérea tiver por volta de 35 cm de altura, a raiz deverá estar a 90 cm de profundidade. O comprimento total das raízes continua a aumentar até que a planta atinja sua máxima altura e os frutos comecem a formar-se.

Nesta fase, desenvolvem-se nós e internós, podendo haver início de crescimento de um ou mais ramos vegetativos. O algodoeiro possui dois tipos de ramos: reprodutivos e vegetativos. Em cada nó, desenvolve-se um ramo reprodutivo. Por outro lado, não é desejável o desenvolvimento de muitos ramos vegetativos.

Os primeiros quatro ou cinco nós da haste principal são vegetativos, e suas folhas têm duração curta. O primeiro botão floral deve aparecer entre o quinto e o sexto nó.

Providências para o estabelecimento de um bom sistema radicular e plantas vigorosas: semeadura na época correta, uniformidade na profundidade de semeadura, bom programa de correção e fertilização do solo e ausência de camadas compactadas.

2.3 Do primeiro botão à primeira flor: fase de botões florais

Nesta fase, o objetivo do agricultor será obter uma planta com o maior número de nós possível, providenciando espaço na planta para que haja florescimento e produção.

A duração desta fase é também regulada pela temperatura, durando usualmente de 22 a 27 dias, no Brasil (*Tabela 2*, p.105). Em temperaturas médias de 22°C a 25°C, as plantas iniciam a produção de um

novo ramo simpodial (frutífero) na haste principal a cada três dias. Por ocasião do aparecimento da primeira flor, as plantas devem ter desenvolvido entre 14 e 16 nós na haste principal, acima do nó cotiledonar. Nesta fase, o crescimento vegetativo é fundamental para gerar um grande número de posições frutíferas. Por ocasião do aparecimento da primeira flor (branca), uma planta com bom potencial de produção deve ter dez nós acima dessa flor (*Figura 6*).

Providências necessárias para obtenção de uma planta vigorosa, com alto potencial produtivo: as mesmas dos anteriores, mais um bom acompanhamento do crescimento e um ótimo controle de pragas iniciais.

2.4 Da primeira flor ao primeiro capulho: fase de florescimento

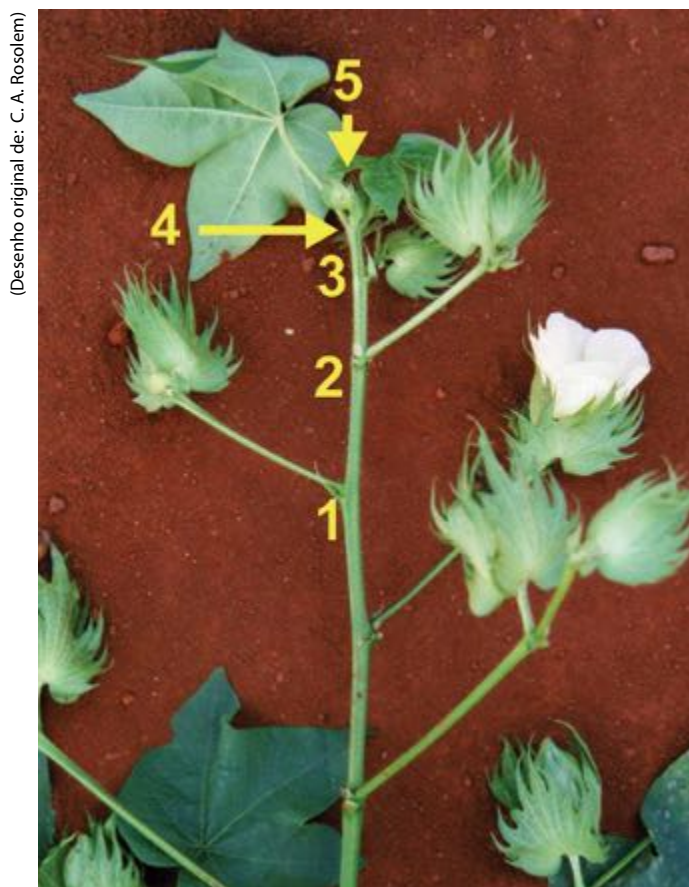
O objetivo do agricultor nesta fase é a fixação do maior número possível de maçãs.

No Brasil, espera-se que esta fase demore de 58 a 67 dias, como aparece na *Tabela 2* (p. 105). É a fase em que acontecem diversos eventos na planta, com grande intensidade e ao mesmo tempo. A competição entre crescimento vegetativo e reprodutivo acentua-se, exigindo maior atenção. É atingida a máxima interseção de luz (fechamento da copa).

No final da fase que vai da primeira flor à abertura do primeiro capulho, muitas maçãs já estão em processo de maturação. Portanto, na segunda metade desta fase, a ocorrência de qualquer estresse que diminua a fotossíntese, como temperaturas muito altas ou muito baixas, muitos dias nublados, seca, etc., além do prejuízo pela queda de estruturas mais novas, resultará em prejuízo nas maçãs em amadurecimento.

A fase encerra-se com o que, em inglês, se chama "cut-out", que, traduzindo-se ao pé da letra, seria "corte". Ou seja, é quando a planta já está com a carga total e entrará em senescência se tiver carga pendente suficiente. Mas como reconhecer este momento? O "cut-out", considerando-se a produção econômica da planta, ocorre quando houver cinco nós acima da flor branca, de primeira posição, mais alta na planta (*Figura 7*). Na contagem, devem ser considerados como nós aqueles que tiverem uma folha, no mínimo, do tamanho de uma moeda de R\$ 1.

Providências para conseguir a fixação do maior número possível de maçãs: excelente controle de pragas e doenças, acompanhamento da queda de estruturas reprodutivas e controle do crescimento da planta em altura.



(Desenho original de: C. A. Rosolem)

Figura 7. Planta de algodão na fase de “cut-out”, que corresponde, mais ou menos, à fase C1 definida por Marur e Ruano (2001). Foram tiradas algumas folhas para maior clareza

2.5 Do primeiro capulho à colheita

O objetivo nesta fase será consolidar a produção, preparar uma colheita rápida e limpa.

Para temperaturas médias de 30°C, 26°C e 23°C, o tempo para se obter maçãs maduras será, respectivamente, de 40, 50 e 60 dias. Nesta fase, a carga pendente deve ser suficientemente

alta para inibir o crescimento vegetativo, em função da competição que o grande número de maçãs em desenvolvimento deve promover. A atividade do sistema radicular está em declínio, assim como a fotossíntese da copa da planta diminui. Assim, nesta fase, o principal processo que ocorre na planta é a translocação.

Providências para preparar uma colheita rápida e limpa: acompanhamento da maturação das maçãs, controle de pragas tardias, aplicação de maturadores e/ou desfolhantes na época e dose corretas.

Referências bibliográficas: entrar em contato com o autor



Distribuição da produção no algodoeiro: conceitos, fatores ecofisiológicos e implicações sobre a produtividade e sobre a qualidade de fibra



Juan Piero Antonio Raphael
Unesp



Ciro Antonio Rosolem
Unesp



Fábio R. Echer
Unoeste

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é originalmente uma planta perene arbustiva, nativa de regiões tropicais e subtropicais, de baixa disponibilidade hídrica, tendo sido adaptada para cultivo como cultura anual. Apresenta hábito de crescimento indeterminado, caracterizado pelos processos simultâneos e competitivos entre si do crescimento vegetativo e do crescimento reprodutivo após a emissão das primeiras estruturas reprodutivas ou, em outros termos, pela competitividade entre o crescimento e o desenvolvimento da planta. Essa caracte-

terística dificulta a identificação das diferentes fases de desenvolvimento e de seus respectivos momentos de transição. Uma das consequências do crescimento indeterminado é que se pode observar que o algodoeiro apresenta um padrão de desenvolvimento peculiar e muito afetado pelo ambiente.

Morfologicamente, a planta é composta por um sistema radicular pivotante, que pode ter de 35 cm a mais de 2 m, dependendo do solo e do período de crescimento. O caule, ou haste principal, é composto por uma série de nós e entrenós, encerrando-se na gema terminal. A contagem de nós da haste principal é, de acordo com seu desenvolvimento, realizada no sentido ascendente. Inicia-se no primeiro nó verdadeiro (primeiro nó acima do nó cotiledonar) e encerra-se no último nó antes da gema apical (Figura 1). Localiza-se o nó cotiledonar por meio da respectiva cicatriz pareada na haste principal, logo acima do solo. Por convenção, o nó cotiledonar é contado como nó "0" (Figura 2).

(Fonte: adaptado de Oosterhuis (1999))

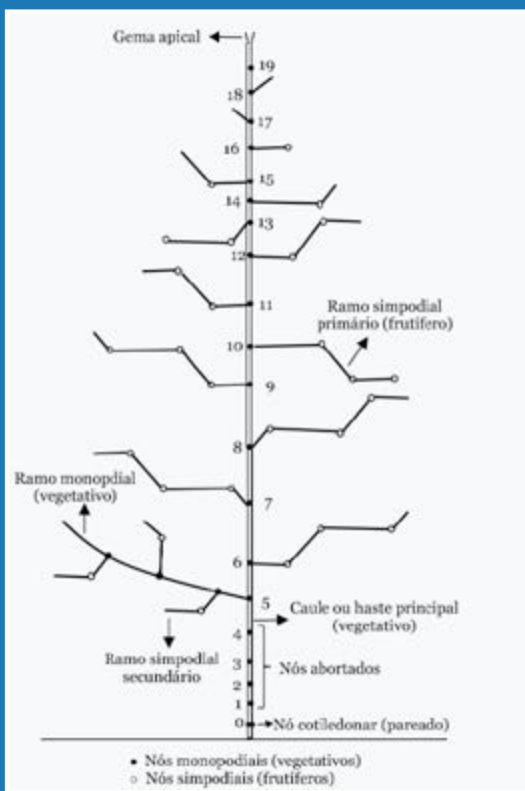


Figura 1. Representação esquemática da estrutura de uma planta de algodão, com identificação da haste principal, nós, ramos vegetativos (monopodiais) e ramos frutíferos (simpodiais)

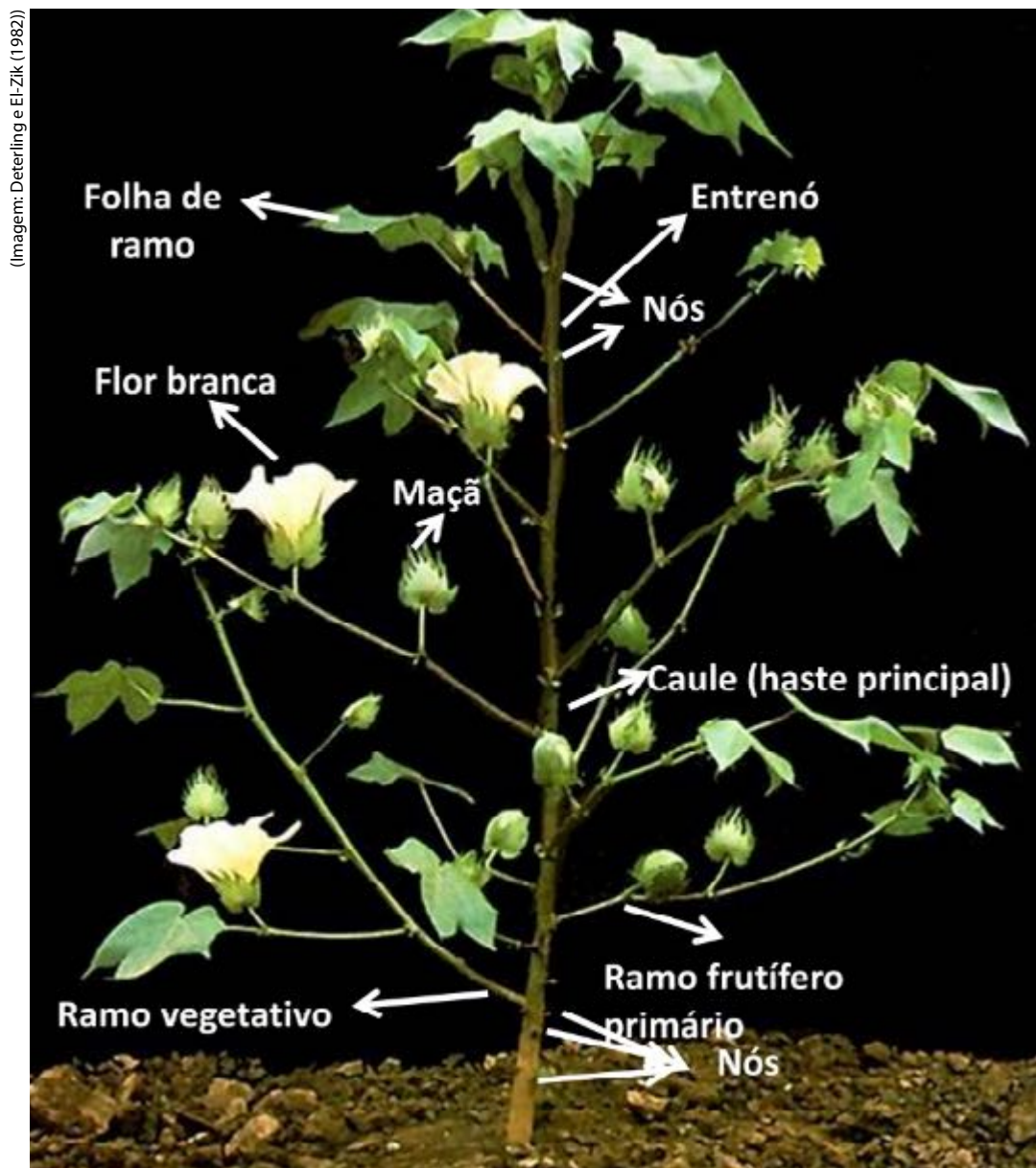


(Imagem: Bob Hutmacher e Brian Marsh. Disponível em: http://cottoninfo.ucdavis.edu/Plant_Mapping/)

Figura 2. Identificação do nó cotiledonar em caule lignificado, após a queda dos cotilédones

Dos nós desenvolvem-se folhas (folhas da haste) e ramos; os ramos originários da haste principal podem ser vegetativos, de crescimento monopodial governado pela gema situada no ápice do ramo, e reprodutivos (ou frutíferos), governados por várias gemas que se desenvolvem sucessivamente no ramo (Figura 3). Em áreas comerciais, em que o número de plantas por unidade de área é alto, a quantidade de ramos vegetativos geralmente é pequena, sendo comum encontrarem-se de dois a cinco ramos. Os ramos vegetativos situam-se nos primeiros nós da haste principal, na parte inferior

da planta; eles também contêm nós, nos quais podem desenvolver-se ramos vegetativos ou ramos frutíferos (Figuras 1 e 3). O primeiro ramo frutífero primário (diretamente ligado à haste principal) surge geralmente entre o 4º e o 8º nó do caule. Esses ramos apresentam, visualmente, uma forma de zigue-zague, desenvolvendo em cada ponto de inserção de cada entrenó do ramo uma folha (folha de ramo) e uma estrutura frutífera (botão floral). Assim, a produção de algodão é resultante do desenvolvimento dos botões em flores e frutos em ramos simpodiais (Figuras 3, 4 e 5).



(Imagem: Deterling e El-Zik (1982))

Figura 3. Estruturas (nós, caule e ramos e estruturas reprodutivas). As folhas da haste foram removidas para facilitar as identificações

(Fonte: Oosterhuis (1990))

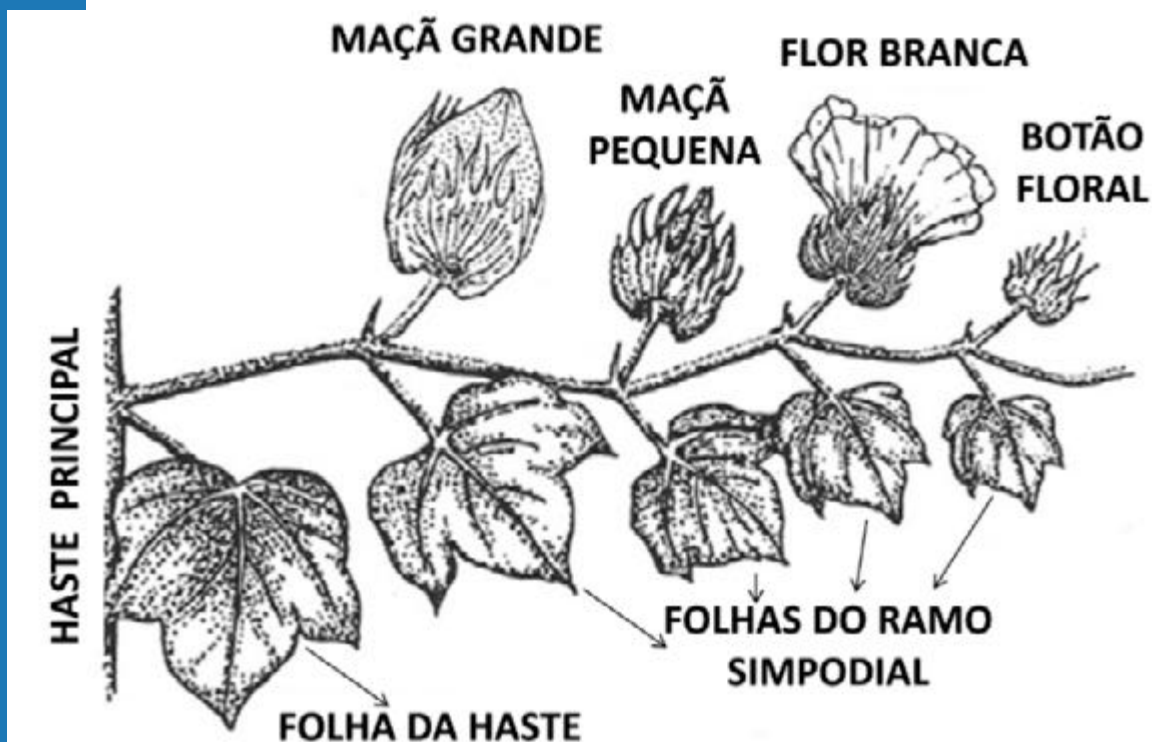


Figura 4. Ramo frutífero primário (originário diretamente da haste principal), destacando-se a folha da haste, as folhas de ramo e as estruturas reprodutivas

(Imagem: <https://cottageattheroads.com>)

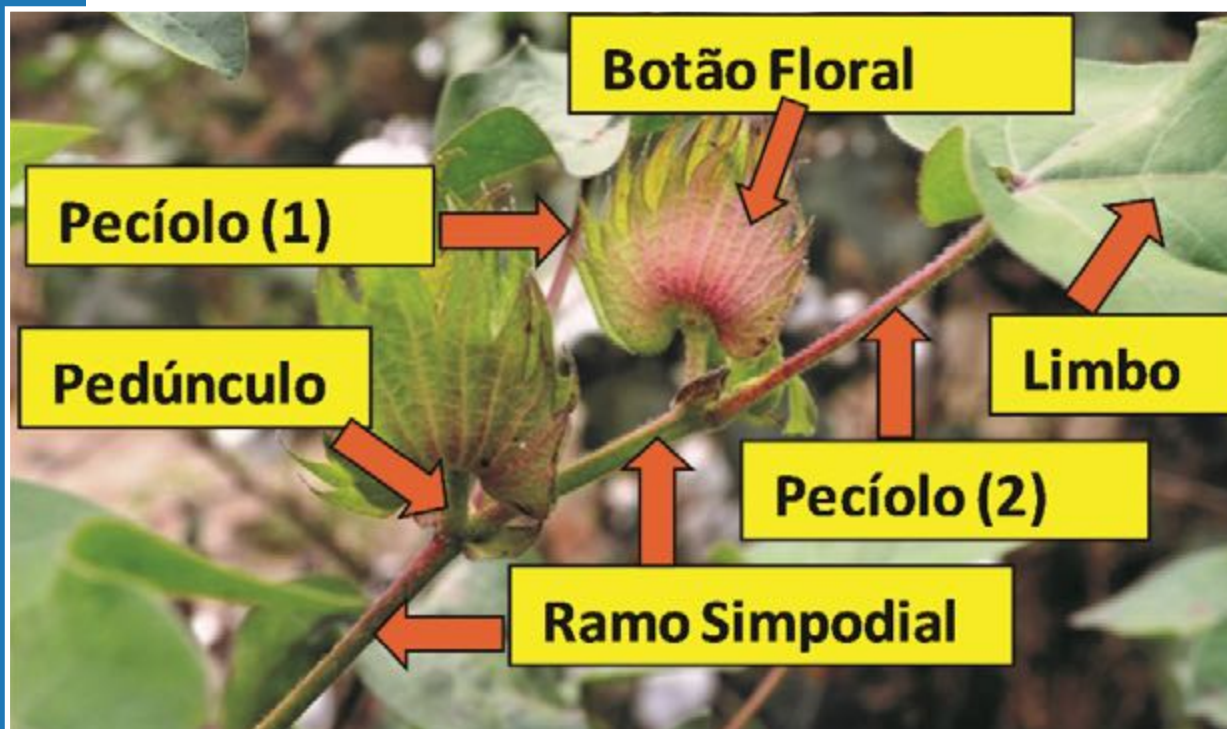


Figura 5. Ramos simpodiais em uma planta de algodão (*G. hirsutum* L.), destacando-se as estruturas de folha de ramo (limbo e pecíolo) e reprodutivas (botão floral e pedúnculo)

O algodoeiro apresenta um padrão peculiar de florescimento, o qual, conseqüentemente, influencia os atributos da produção formada. A flor do algodoeiro é branca no dia da abertura, tornando-se roxa ou púrpura após a fecundação e à exposição solar, caindo alguns dias depois e deixando no local o fruto jovem, no caso de este não ter sido abortado. Aponta-se na literatura que, em média, o intervalo entre a abertura de flores consecutivas situadas em uma mesma posição de ramos imediatamente sucessivos é de aproximadamente três dias, e que o intervalo entre a abertura de flores consecutivamente localizadas no mesmo ramo frutífero é de seis dias (Figura 6). O resultado é um padrão de florescimento em forma de espiral, que possibilita um ordenamento cronológico dos frutos formados. Mesmo que mais recentemente alguns experimentos tenham demonstrado redução no intervalo de tempo entre flores sucessivas, a relação aproximada de 2:1 entre intervalos horizontais (posições imediatamente sucessivas no mesmo ramo) e verticais (mesma posição de ramos imediatamente consecutivos) tem sido constatada. A previsibilidade do florescimento é um dos pontos fundamentais para a avaliação das estruturas da planta visando-se à caracterização do ciclo e da produção formada.

Trataremos, neste capítulo, da apresentação e das respectivas aplicações de métodos de avaliação de estruturas vegetativas e reprodutivas da planta. Também serão feitas discussões pontuais sobre as relações entre essas avaliações e fatores abióticos.

1. Mapeamento de plantas no algodoeiro

A técnica de localização e identificação de estruturas reprodutivas e vegetativas mediante um critério sistemático é conhecida como mapeamento de plantas. Entre os objetivos do mapeamento estão:

a) determinar se o crescimento das plantas ocorre ou ocorreu normalmente;

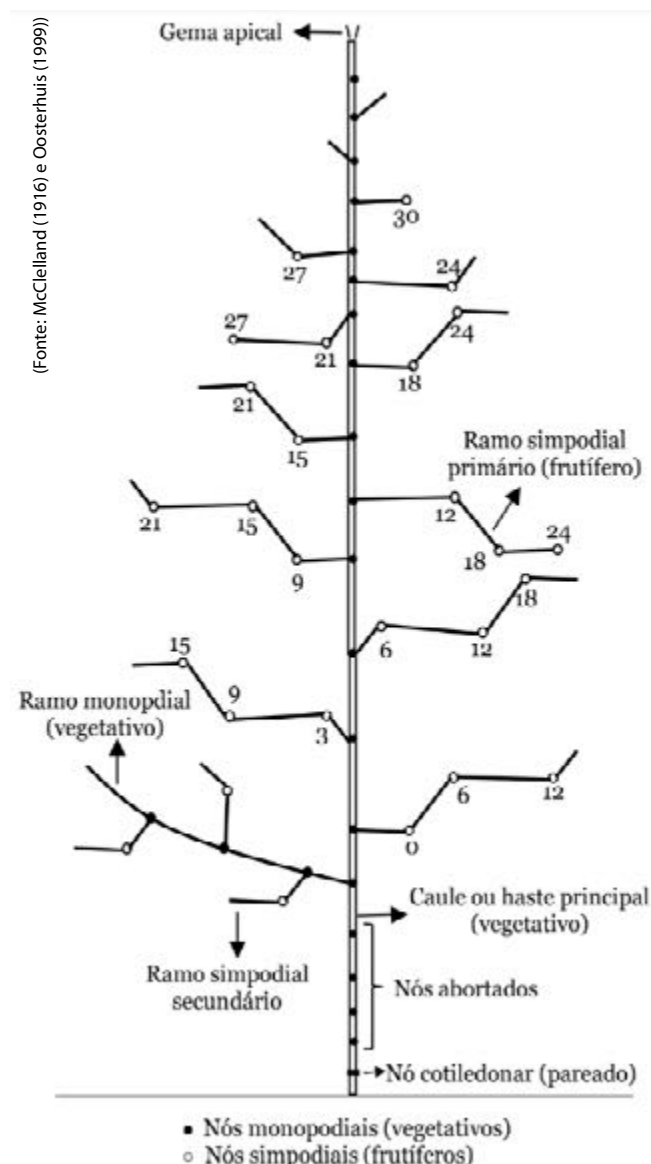


Figura 6. Representação esquemática da estrutura de uma planta de algodão com dias teóricos de abertura das flores nos ramos frutíferos primários, tendo sido atribuído ao dia de abertura da primeira flor o valor "0"

b) determinar se o progresso do desenvolvimento está adequado de acordo com o manejo planejado;

c) determinar se a retenção de frutos está adequada ou se são necessários, se possível, ajustes de manejo;

d) avaliar o balanço entre crescimento vegetativo e reprodutivo;

e) determinar o início e o fim do manejo de fertilizantes, pragas, irrigação etc;

f) diagnosticar efeitos ocorridos durante o ciclo sobre a distribuição da produção de capulhos final da planta.

Conforme descrito anteriormente, a planta apresenta nós, entrenós, ramos vegetativos e frutíferos. Os ramos frutíferos, por sua vez, apresentam posições mais proximais ou distais em relação ao caule (*Figuras 4, 5 e 6*). Todas essas características devem ser levadas em conta para efetuar o mapeamento, que pode ser uma estratégia importante para relacionar o desenvolvimento da planta e a sua capacidade produtiva com observações pontuais ou sequenciais no campo. Há basicamente dois tipos de mapeamento: o mapeamento durante o ciclo, em que as estruturas podem ser avaliadas para diagnóstico do estado atual das plantas ou mesmo para nortear decisões de manejo; e o mapeamento no fim do ciclo, que tem por objetivo a constatação de eventos acontecidos anteriormente, servindo para diagnosticar efeitos ambientais ou de manejo. Uma modalidade desse último caso é a avaliação da distribuição de capulhos ou de sua respectiva produção. Serão abordadas avaliações dentro dessas duas classificações de mapeamento.

No mapeamento, os resultados observados são confrontados com valores referenciais prévios apontados pela literatura científica. No entanto, é importante ressaltar que não há uma forma única definida para todas as condições possíveis, isso porque há uma série de fatores que influenciam as respostas das plantas, incluindo local, tipo de solo, temperatura, manejo, população de plantas, época de semeadura etc. As referências são, de fato, muito úteis, mas, sempre que possível, devem ser aperfeiçoadas para cada ambiente. Reitera-se, nesse contexto, a necessidade

de novas pesquisas e levantamentos no Brasil para fornecer valores referenciais de mapeamento em lavouras produtivas considerando-se os novos sistemas de manejo, principalmente aqueles que envolvem o uso da cultura em segunda safra.

A seguir, serão especificadas avaliações de mapeamento. Em áreas de monitoramento durante o ciclo, com boa distribuição de plantas, recomenda-se que se avaliem grupos de ao menos três plantas consecutivas por ponto de avaliação, número que pode ser aumentado em áreas mais desuniformes. O número de pontos de avaliação varia, sendo possíveis resultados satisfatórios em cinco pontos aleatórios em áreas uniformes (regiões uniformes de um mesmo talhão). Para avaliações mais rigorosas e detalhadas, ou em áreas muito grandes ou desuniformes, pode ser necessário, no entanto, aumentar o número de pontos. Avaliações que envolvam colheita de capulhos devem ser delineadas e dimensionadas previamente visando-se a garantir a representatividade da área estudada.

1.1 Altura de plantas

No algodoeiro, a altura total das plantas é normalmente medida como a distância entre o solo e o nó da gema apical da haste principal. Como o algodoeiro apresenta hábito de crescimento indeterminado, a altura é um indicador da magnitude do crescimento vegetativo; a planta é muito responsiva em altura a fatores que afetam sensivelmente o crescimento. Um exemplo é o rápido aumento da altura em resposta a altas doses de adubo nitrogenado. Durante a fase de crescimento vegetativo mais rápido (entre o 1º botão floral e a 1ª flor), podem ser observados incrementos de até 3 cm por dia. O valor final de altura da planta deve estar em torno de 1,5 vez o espaçamento entre linhas; há casos,

porém, de cultivares modernas que são altamente produtivas com plantas mais baixas. É possível, por exemplo, que algumas áreas sejam muito produtivas com espaçamento entre linhas de 90 cm e altura final de plantas de 1,05-1,10 m (1,1-1,2 vez o espaçamento). A altura de plantas é uma avaliação complementar a outras feitas durante ou ao final do ciclo. Alguns fatores de manejo podem influenciar muito a altura durante o ciclo e a altura final, como presença de nematoides no solo, ausência ou excesso nitrogênio no solo, estresse térmico ou hídrico, reguladores de crescimento etc. Medidas de altura podem ser utilizadas para determinar o manejo de regulador de crescimento.

1.2 Números de nós da haste principal

A contagem do número de nós da haste principal é importante para localizar as estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas. O número total de nós da haste principal também é utilizado como indicador do crescimento vegetativo e, se avaliado durante o desenvolvimento periodicamente, indica também a velocidade de crescimento; no entanto, o número total de nós da planta é também influenciado por características genéticas. O número final de nós em áreas produtivas no Brasil está geralmente entre 20 e 25, mas pode ser reduzido se a planta for submetida a estresses severos ou quando a semeadura é muito tardia, com pouco tempo para formação de um grande número de nós. A contagem do número de nós inicia-se no primeiro nó verdadeiro (primeiro acima do nó cotiledonar) e vai até o último nó antes da gema apical (*Figura 1*, p.112). Para fins de avaliação durante o desenvolvimento da planta, considera-se como o último nó da planta o mais próximo da gema apical que apresente uma folha da haste com diâmetro de 2,5 cm.

A contagem do número de nós é muito responsiva ao acúmulo de graus-dias até o florescimento; a partir de então, passa a sofrer influência determinante do balanço entre as fontes e os drenos vegetativos e reprodutivos. Taxas de até 3,5 dias para formação de um novo nó são observadas durante as épocas de incremento máximo em média. O intervalo observado para a formação de uma nova folha em um nó da haste principal é, em média, de cinco dias, enquanto que na época de crescimento mais

intenso, entre o 6º e o 16º nó, o intervalo pode reduzir-se para 3,5-4 dias.

1.3 Intervalos de florescimento vertical e horizontal

Os intervalos de florescimento entre posições iguais de ramos imediatamente consecutivos (intervalo vertical) ou de posições consecutivas de um mesmo ramo (intervalo horizontal) indicam a velocidade de formação de novas flores; tais intervalos podem variar em função de cultivares ou da temperatura. Conforme já discutido, a relação de intervalo horizontal para vertical está em torno de 2:1. Há registros de intervalo de crescimento horizontal variando entre 5,8 e oito dias e de florescimento vertical entre dois e quatro dias; esses intervalos são indicadores da precocidade da planta. No exemplo da *Figura 6*, ilustra-se bem o conceito desses intervalos, no qual enquanto o intervalo de florescimento vertical é três dias, o de florescimento horizontal é de seis.

1.4 Comprimento médio do entrenó

O comprimento médio do entrenó é obtido dividindo-se a altura da planta pelo número de entrenós totais em questão; trata-se de característica muito influenciada pela temperatura, sobretudo no início do ciclo. Em áreas bastante produtivas, com plantas que possuem mais de vinte nós finais, médias de 4,5-5,5 cm/entrenó são encontradas. O aumento de temperatura resulta em maiores valores de comprimento de entrenós, enquanto a redução de temperatura reduz seus valores. Estresses, como deficiência nutricional e baixa disponibilidade de água, também reduzem o comprimento médio do entrenó. A altura da planta é um fator mais responsivo a estresses ambientais do que o número de nós.

O comprimento médio de entrenó de uma planta inteira é um indicador que apresenta a desvantagem de ser uma medida cumulativa. Para tomada de decisão de manejo, são mais úteis os valores dos últimos entrenós da planta, que indicam o crescimento atual. Por exemplo, de acordo com Echer *et al.* (2014), a necessidade de aplicação de regulador de crescimento pode ser definida a partir do comprimento médio de entrenós envolvendo os últimos cinco nós da haste principal (*Figura 7*).

(Fonte: Echer et al. (2014))



Figura 7. Medida do comprimento dos entrenós delimitados pelos últimos cinco nós da planta (quatro últimos entrenós), que pode ser utilizada para recomendação de aplicações de reguladores de crescimento

1.5 Taxa periódica de crescimento

Pode-se determinar as taxas periódicas de crescimento medindo-se, em intervalos sucessivos de tempo, altura, o número de nós e o comprimento de entrenós. Esses valores são bastante úteis quando comparados com plantas referenciais para avaliação de uma cultivar ou de um estresse decorrente do ambiente ou de decisões de manejo. Exemplo: se uma planta tem, em uma avaliação, 50 cm de altura e doze nós e, após dez dias, 75 cm e dezesseis nós, houve um crescimento de $(75-50) / (16-12) = 15/4 = 3,25$ cm/nó.

Considerando-se o intervalo de dias, o crescimento em altura é de $(75-50) / 10$ dias = $25/10 = 2,5$ cm/dia.

1.6 Nó do primeiro ramo frutífero primário

Normalmente, em áreas de produção, o primeiro ramo frutífero aparece assiduamente entre o 4º e o 8º nó da haste principal, ocorrendo mais frequentemente entre o 5º e o 7º nó (*Figura 8*); o nó em que se situa o primeiro ramo simpodial indica preliminarmente se uma planta tende a um hábito de crescimento mais determinado ou mais indeterminado.

No momento em que emite o primeiro ramo frutífero, a planta já acumulou um desenvolvimento vegetativo prévio. Conforme mencionado, uma vez que se inicia a fase reprodutiva, a velocidade de abertura de flores é maior do que a de formação de novos nós; assim, em algum momento do ciclo, uma flor será aberta no topo da planta. Se o primeiro ramo frutífero situa-se em um nó inferior da haste principal, o desenvolvimento vegetativo prévio foi mais limitado, e uma flor atingirá o topo da planta mais rapidamente. Por outro lado, se a formação do primeiro ramo frutífero é “atrasada” para um nó superior, é indicativo de um desenvolvimento vegetativo prévio maior e, conseqüentemente, maior duração de tempo até as últimas flores abrirem-se nos últimos ramos, tendo-se, portanto, um ciclo mais longo. Assim, um menor valor do nó de inserção do primeiro ramo frutífero indica uma planta de ciclo mais determinado, de menor duração. Estresses muito severos causados por ataques de nematoides ou compactação do solo reduzem esse nó. Dias com temperaturas médias muito baixas (<20°C) e altas doses de N têm sido associadas a um aumento desse primeiro nó de inserção. Os resultados de pesquisa sugerem uma faixa ótima de temperatura entre 22°C e 25°C para que não ocorra um atraso fenológico desse momento.

1.7 Taxa de retenção percentual nos primeiros cinco ramos simpodiais

Trata-se do percentual de frutos retidos nos primeiros cinco ramos simpodiais, podendo-se considerar na avaliação apenas as primeiras posições de ramo ou todas as posições formadas. Essa contagem deve ser feita quando a última maçã retida no grupo contado já tenha atingido catorze dias após a antese da respectiva flor, visto que, a partir desse tempo, a chance de abscisão é drasticamente reduzida. Esse valor é um indicador da capacidade de produção de frutos precoces e, portanto, da

precocidade das plantas; também pode ser interpretado para nortear decisões de manejo. Por exemplo, se a retenção for baixa, possivelmente o crescimento vegetativo é excessivo e demandaria, nesse caso, aplicação de regulador de crescimento. No entanto, se a retenção inicial é baixa e o crescimento vegetativo é baixo, uma possível opção seria a aplicação de nitrogênio em cobertura, caso seja possível alongar o ciclo. No início do ciclo, retenções inferiores a 80% indicam perdas por estresses ambientais ou ataques de pragas; atenção especial deve ser dada durante o período de desenvolvimento entre o 7º e o 16º nó, pois nessa região é produzida a maior parte da fibra e onde está a fibra de melhor qualidade.

1.8 Nós acima da primeira flor branca (NAFB)

No momento da abertura da primeira flor do primeiro ramo reprodutivo, normalmente entre cinquenta e sessenta dias após a emergência, há uma série de nós, folhas de haste e ramos acima dela que indicam o “crescimento acumulado” da planta até o momento. Se esse número de nós é grande, houve grande crescimento acumulado anterior, e infere-se que haverá mais sítios de frutificação disponíveis para a formação de flores e frutos. Por outro lado, se esse número for baixo, o florescimento levará menos tempo para alcançar o topo da planta, o que está relacionado a uma redução do número de frutos a serem produzidos. Em sistemas de manejo tradicional, preconiza-se que as plantas tenham entre oito e dez nós acima da primeira flor no momento de sua abertura. Se esse número for inferior a oito, a planta provavelmente está submetida a um tipo de estresse que limitou o crescimento anterior e provavelmente terá sua produção final reduzida. Quanto menor esse valor, maior o “estresse acumulado” da planta. Uma ilustração da contagem de nós acima de primeira flor branca está na *Figura 8*.

(Desenho original: C. A. Rosolem)

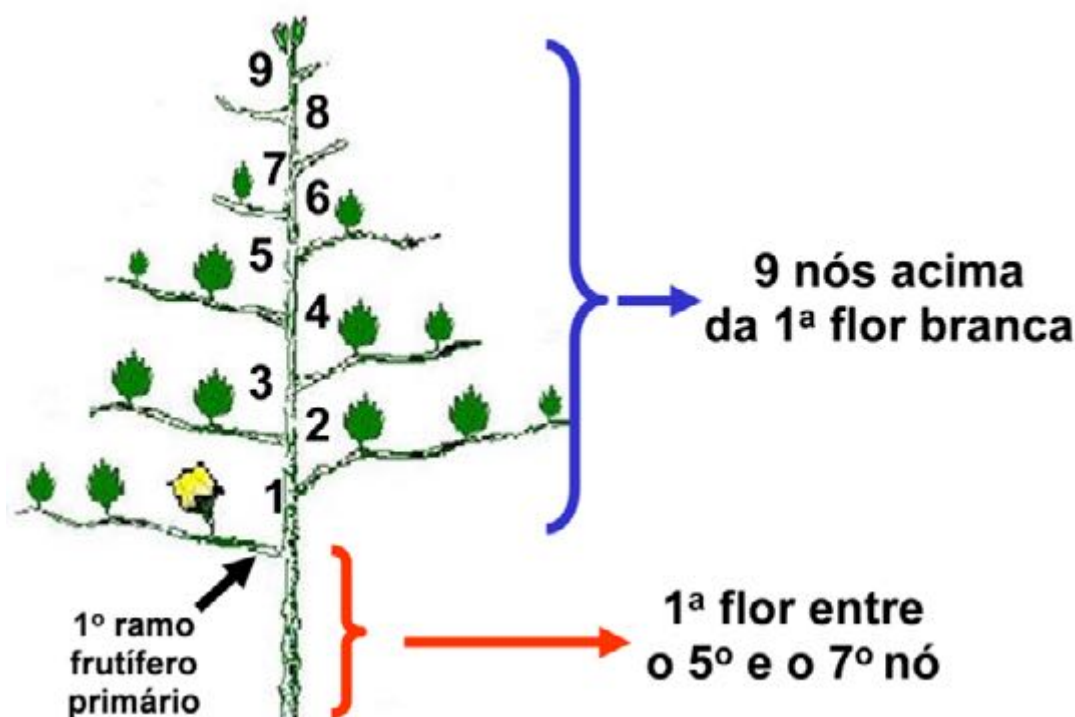


Figura 8. Localização do 1º ramo frutífero primário, onde se situa a primeira flor, e a contagem de nós acima dessa estrutura

Ao longo do florescimento, o número de nós acima da última flor branca aberta também pode ser monitorado; conforme o florescimento ocorre nas demais posições da planta e os frutos se desenvolvem, essa “distância nodal” entre a flor branca e o ápice da planta é gradativamente reduzida, pois os frutos são a demanda prioritária de fotoassimilados. A competição entre drenos vegetativos e reprodutivos é maior conforme o número de frutos retidos aumenta, o que resulta em cada vez menos recursos disponíveis para a formação de novos tecidos vegetativos.

1.9 Ponto de corte fisiológico (NAFB = 5)

Conforme as maçãs (frutos) são formadas após o florescimento, tornam-se os drenos prioritários da planta, de modo que os recursos disponíveis para formação de novas estruturas ficam cada vez mais escassos a um ponto em que cessa o desenvolvimento de novos

nós, ponto esse conhecido como “corte fisiológico” ou simplesmente “corte” (*cut out*, em inglês). Tal momento é evidenciado pela paralisação do crescimento vegetativo e pela ocorrência posterior de muitos abortos. Do ponto de vista teórico, o corte fisiológico é o momento em que o crescimento das maçãs iguala-se ao crescimento da cultura. Do ponto de vista prático, essa condição é diagnosticada quando há, acima da última flor branca de primeira posição, cinco nós na haste principal (*Figura 9*); essa flor delinea os frutos que efetivamente contribuem para a colheita. Como esse momento indica o fim do crescimento vegetativo, serve como um prognóstico da duração do ciclo, da maturidade cultural e da produção potencial; é normalmente avaliado em número de dias ou de nós da haste principal. O intervalo entre o aparecimento da primeira flor e o ponto de corte é variável, mas, em geral, situa-se entre vinte e trinta dias.

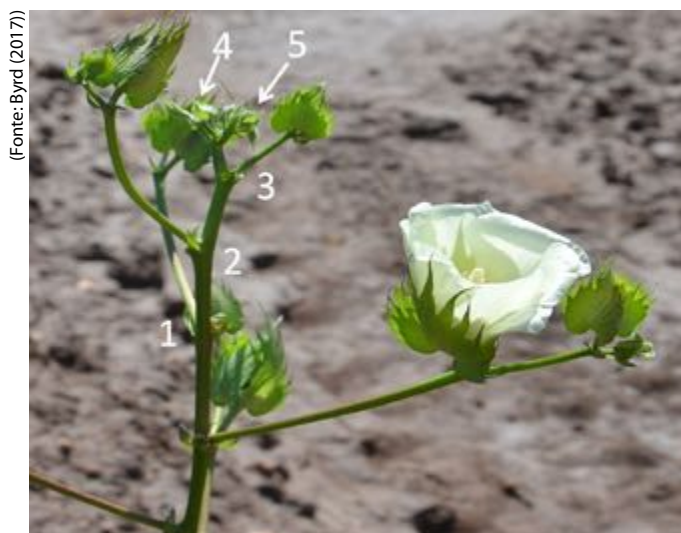


Figura 9. Planta em ponto de corte fisiológico (cut out), com cinco nós a partir da última flor de 1ª posição até o nó terminal

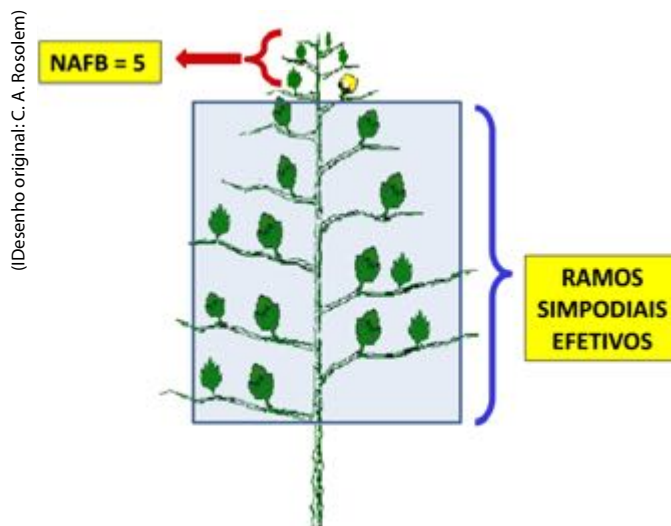


Figura 10. Identificação do ponto de corte fisiológico (NAFB = 5) e dos ramos simpodiais efetivos

O ponto de corte pode ser alterado, dependendo da presença de fatores que limitem ou estimulem o crescimento vegetativo. Fatores que limitam o crescimento, como déficit hídrico, redução da temperatura e altas doses de regulador, reduzem o ponto de NAFB correspondente ao corte, ao passo que condições de irrigação sem limitações ao desenvolvimento aumentam o ponto de NAFB em que se atinge o corte. Pode-se considerar, porém, como referencial, o valor de NAFB = 5 como indicador prático do ponto de corte.

1.10 Número de ramos simpodiais efetivos

Trata-se do número de ramos simpodiais entre o primeiro e aquele que contém a flor acima da qual se contam cinco nós (flor do corte fisiológico) até a gema terminal (NAFB = 5). A contagem de número de ramos simpodiais efetivos (ou da zona efetiva de frutificação) associada ao critério de corte está ilustrada na *Figura 10*. É normal serem encontrados entre dez e treze ramos simpodiais efetivos em plantas bastante produtivas. Um segundo método para determinar o número de ramos efetivos é localizar, ao fim do ciclo, o nó da planta correspondente a 95% da produção acumulada. É normal, em plantas bem desenvolvidas, que esse ponto seja atingido entre o 16º e o 19º nó, mas pode haver variações

relativamente altas dependendo da cultivar e das condições ambientais e de manejo.

1.11 Retenção de frutos em primeira posição na zona efetiva de frutificação

Por ocasião do ponto de corte fisiológico, na zona de ramos simpodiais precedentes (inferiores) àquele em que se tem NAFB = 5, é possível determinar também o percentual de frutos retidos em primeira posição de ramo. Por exemplo, se o ramo em que se tem NAFB = 5 é o 16º, devem ser contados o número de frutos retidos em primeira posição de ramos simpodiais até o 16º nó. A contagem é iniciada no primeiro ramo frutífero primário, na parte inferior da planta, e segue até o ramo em que NAFB = 5. Em seguida, deve-se dividir o número de maçãs retidas pelo número de posições (de 1ª posição) contabilizadas, calculando-se, assim, o percentual de frutos retidos na zona efetiva. Alternativamente, essa avaliação pode ser efetuada no fim do ciclo, segundo a literatura, calculando-se a taxa de retenção adotando-se como limite superior da planta o ramo em que a contagem chega a 95% do número (ou da produção) de capulhos acumulados. Esse é um valor preliminar indicativo da produção e da qualidade de fibra, visto que os frutos de primeira posição são, geralmente, os que mais contribuem para a produção final e os que possuem melhor qualidade de fibra.

1.12 Nós acima da maçã em abertura (NAMA)

Conforme os frutos completam a deiscência, aproxima-se o momento da colheita. No algodoeiro, aplicam-se desfolhantes e promotores (aceleradores) de abertura de frutos para preparar a colheita. Um dos critérios para definir o momento da aplicação é o número de nós acima da maçã em abertura. Como recomendação geral, é indicado que se o número de nós contado acima da maçã em primeira posição em abertura até o ramo que contém a última maçã de primeira posição que se deseja colher for igual ou inferior a quatro, a desfolha pode ser feita sem que haja perda de produtividade e de qualidade de fibra (Figura 11). Por outro lado, caso haja perda de uma fração do dossel por abortamento excessivo, o terço médio, por exemplo, e a planta tenha capulhos no

baixeiro (até o 9º ou 10º nó), falha no terço médio (11º ao 14º nó) e maçãs em desenvolvimento nos nós do ponteiro (acima do 15º nó), é prudente avaliar qual o impacto de uma desfolha precoce na perda de peso e de qualidade das maçãs do terço superior da planta e, em algumas situações, aguardar mais um pouco.

2. Outras considerações sobre o mapeamento - aspectos fisiológicos e de manejo

Os resultados do mapeamento estão muito relacionados com o balanço entre fonte (área foliar fotossinteticamente ativa) e drenos vegetativos e reprodutivos. O pico de fotossíntese líquida das plantas aumenta durante o florescimento (fase entre os 7º e 18º nós ao longo do ciclo), de modo que a sustentação das estruturas é dependente da quantidade e da idade das folhas; a idade da folha é um fator que altera a relação fonte-dreno de uma estrutura. Tipicamente, a folha atinge seu pico de fotossíntese aos 20-25 dias, decaindo logo em seguida até sua senescência, aproximadamente aos sessenta dias de vida. Conforme o ciclo avança e a formação de novas folhas é reduzida, o balanço fonte-dreno é cada vez mais direcionado no sentido de crescimento das maçãs.

Reitera-se que o crescimento vegetativo não deve ser pequeno, pois a ausência de formação de novas folhas inviabilizará a retenção e a produção de grandes quantidades de frutos, além de que a duração do ciclo será reduzida. Por outro lado, um crescimento vegetativo excessivo não é desejável, porque o número de frutos iniciais abortados aumenta, prejudicando a produção, sobretudo quando o ciclo não pode ser prolongado para compensar as estruturas perdidas por fatores ambientais. No entanto, mesmo quando há um efeito



Figura 11. Identificação do número de nós com ramos produtivos acima da maçã em abertura (NAMA) e dos ramos simpodiais efetivos. Note que, de acordo com o critério NAMA = 4, uma aplicação de produtos para preparação da colheita ainda não é recomendada

(Imagem: C. Craig (<https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/W075.pdf>))

compensatório observado, o aborto de frutos iniciais poderá resultar em redução da qualidade final de fibra quando os novos frutos forem formados em temperatura e disponibilidade hídrica decrescentes.

Quando se inicia o florescimento, as avaliações de taxas de crescimento vegetativo e de comprimento médio de entrenós são menos efetivas para prognosticar a velocidade de crescimento e o equilíbrio fonte-dreno do que o número de nós acima da flor branca. Isso é verificado porque, a partir dessa fase, os drenos reprodutivos exercem grande influência sobre a partição de fotoassimilados e, conseqüentemente, sobre o crescimento final.

Ao longo do ciclo, o número de nós contado que originam ramos simpodiais pode ser comparado com valores esperados. Com base na interpretação realizada, medidas de manejo podem ser adotadas; se o valor for menor do que o esperado, um estresse pode estar ocorrendo. Uma adubação nitrogenada de cobertura visando ao alongamento do ciclo pode ser uma opção. Se for maior do que o esperado, é recomendável conferir se o crescimento vegetativo é excessivo e se há a necessidade de aplicação de regulador de crescimento. Plantas que recebem doses de reguladores muito altas, por outro lado, podem apresentar redução no número total de nós da planta.

3. Maturidade do algodoeiro

Diagnosticar a maturidade das plantas é importante para predizer sua capacidade produtiva, mensurar seu crescimento acumulado indiretamente e definir o manejo no fim do ciclo. Geralmente, uma cultura apresenta duas fases de maturidade: a maturidade fisiológica propriamente dita e a maturidade de colheita. No algodoeiro, alguns pesquisadores adicionaram um terceiro tipo, a maturidade agrônômica.

A maturidade fisiológica da planta é atingida quando o último fruto da planta finaliza sua maturação; a maturidade agrônômica é definida como o momento em que as plantas podem receber a aplicação de produtos para preparação da colheita e pode coincidir ou não com a maturidade fisiológica. Quando as plantas estão agronomicamente maduras, os produtos não

causarão danos aos frutos que se deseja colher, como, por exemplo, impedimento da finalização da maturação das fibras. Há alguns critérios para definir a maturidade agrônômica da cultura, sendo os três principais:

a) Nós acima da maçã em abertura ≤ 4 (já descrito anteriormente);

b) Diagnose visual da maturidade do fruto, conhecida como técnica do corte da maçã: realiza-se um corte transversal na última maçã de primeira posição de ramo que se pretende escolher. Se as sementes apresentarem tegumento escurecido e consistência firme, a desfolha pode ser feita; se a consistência for gelatinosa e o tegumento ter coloração clara, o estágio de maturidade não foi atingido; e

c) Percentual de capulhos abertos: considera-se que a aplicação pode ser feita quando entre 60% a 70% dos frutos já estão abertos. Esse critério pode ser impreciso quando a planta tiver um padrão alterado de desenvolvimento, sendo recomendado ser combinado com os dois anteriores.

A maturidade do fruto, por sua vez, é atingida quando a maturidade de fibras e sementes em seu interior é verificada. A maturidade da fibra é definida em termos do espessamento de sua parede celular secundária que ocorre através da síntese e da deposição gradual de camadas concêntricas de celulose; as fibras que completam esse processo de espessamento atingem sua maturidade. A maturidade da fibra é determinada instrumentalmente. Por fim, a maturidade de colheita é o momento a partir do qual a colheita pode ser feita.

Uma característica comumente referida e preconizada em muitas situações, tendo-se como referência a maturidade da cultura, é a precocidade das plantas. Precocidade é a capacidade de uma planta desenvolver-se rapidamente e atingir sua maturidade fisiológica em um prazo mais curto no período disponível de uma safra.

As medidas de mapeamento para diagnosticar a maturidade são classificadas em temporais ou cronológicas (baseadas em uma escala de tempo) e relativas (baseadas na localização da planta, sem uma escala cronológica).

4. Medidas para diagnosticar a precocidade da maturidade

A seguir, são apresentados alguns métodos para diagnosticar a precocidade das plantas, ou, em termos mais exatos, a precocidade da maturidade das plantas.

4.1 Medidas efetuadas durante o ciclo (medidas que prognosticam maior ou menor precocidade)

São empregados como medidas para prognosticar a precocidade da maturidade da planta durante o ciclo:

- a) Número de dias em que se verificam o aparecimento do primeiro botão floral e a abertura da primeira flor;
- b) Taxa de aparecimento de novos botões florais em intervalos pré-definidos de tempo;
- c) Intervalos de florescimento horizontal e vertical (já descrito anteriormente);
- d) Dias necessários para o corte fisiológico (NAFB = 5);
- e) Dias até a data da maturidade fisiológica primeira maçã ou a até a data de sua abertura. A maturidade do fruto é diagnosticada pela técnica do corte da maçã, conforme o procedimento descrito na seção anterior. No entanto, neste caso, essa avaliação é realizada sobre o primeiro fruto da planta;
- f) Duração, em dias, do período entre a abertura da flor branca e a abertura do respectivo fruto (é comum o uso da escala de graus-dias, por conta das variações de temperatura nessa fase). Em vez da abertura do fruto, pode-se utilizar como momento final desse período a maturidade do fruto.

4.2 Medidas temporais ou cronológicas ao fim do ciclo ou associadas à colheita

São empregados como medidas temporais para diagnosticar a maturidade da planta:

- a) Número de dias após a emergência em que o número de nós acima da maçã em abertura é igual a quatro (NAMA = 4);
- b) Número de dias após a emergência em que se verifica abertura de 60-65% dos frutos;
- c) Data média de maturidade de colheita, calculada como a média ponderada a partir da produção (peso) parcial de colheitas sucessivas:

$$DM = \frac{P_1 \times Data_1 + P_2 \times Data_2 + \dots + P_n \times Data_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}$$

onde DM é a data média de maturidade de colheita; P_1 , P_2 e P_n são, respectivamente, os valores de pesagem de algodão na primeira, segunda e última colheitas sucessivas; e $Data_1$, $Data_2$ e $Data_n$ são as datas (em dias após a emergência) da primeira, segunda e última colheita, respectivamente.

4.3 Medidas relativas no fim do ciclo ou associadas à colheita

Como medidas relativas associadas à colheita de capulhos, podem ser determinados, em datas específicas (pré-determinadas):

- a) Nós acima da maçã em abertura;
- b) Quantidade de capulhos colhidos (cumulativa ou não), em duas ou mais colheitas sucessivas;
- c) Percentual da produção colhida em duas ou mais colheitas sucessivas;
- d) Percentual de frutos abertos (em contagens sucessivas ao longo do tempo);
- e) Distribuição de capulhos na planta (será detalhado mais adiante).

5. Distribuição de capulhos nas plantas - mapeamento de capulhos e mapeamento da produção

Antes da colheita, uma avaliação comumente realizada principalmente em pesquisas para observar efeitos ambientais ou de manejo, ou mesmo para

comparar genótipos, é a distribuição de capulhos nas plantas. Os capulhos são identificados segundo o nó da haste principal e a respectiva posição de frutificação do ramo (*Figura 12*); posteriormente, os resultados podem ser agrupados por frações da planta, havendo uma série de critérios possíveis. Conhecendo-se o peso dos capulhos, pode-se estimar a produtividade final por unidade de área, sendo para isso necessário conhecer os espaçamentos entre linhas e na linha de plantas.

Os valores finais também podem ser calculados em percentuais relativos à produção total. Algumas das avaliações possíveis de distribuição de capulhos serão apresentadas a seguir:

a) Nó da haste principal em que se atingem 95% da produção final da planta;

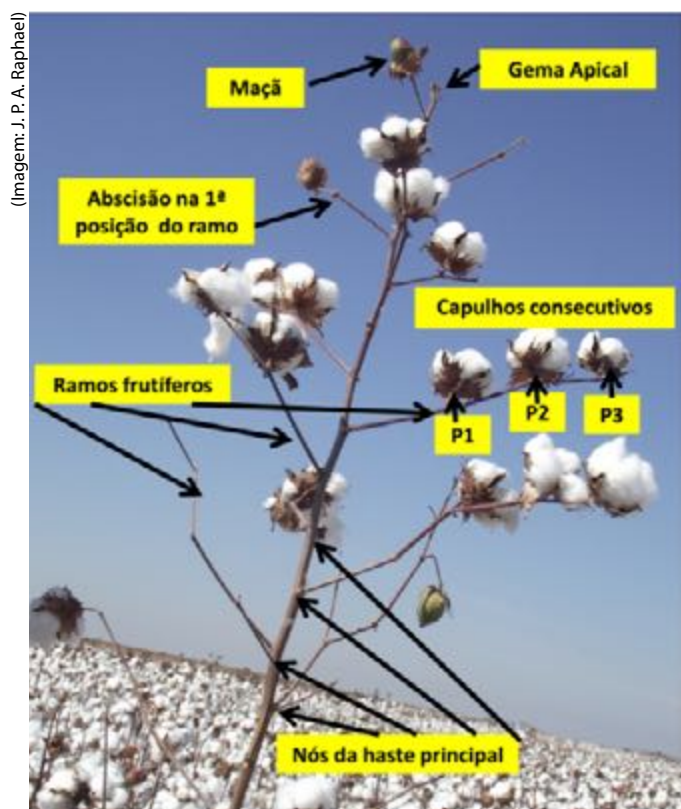


Figura 12. O mapeamento de capulhos ou da produção envolve a localização das estruturas com base em sua identificação e distribuição segundo o nó da haste principal e posição de ramo. P1, P2, e P3 referem-se, respectivamente à primeira, segunda e terceira posições de frutificação do ramo frutífero. A identificação de posições sem capulhos (abortadas) é importante para que se evitem erros de análise

b) Produção acumulada a cada nó da haste principal, ou a cada posição de frutificação, segundo a ordem cronológica ou a escala fenológica, tendo-se como referência a primeira posição de ramo;

c) Produção por grupos de nós da haste principal, com ou sem subdivisões por posição de ramo (posição 1, posição 2, posição 3 etc., em um mesmo ramo frutífero). Um exemplo desse caso é o agrupamento de capulhos por terços da haste principal (terços inferior, médio e superior) dos nós que originam ramos simpodiais primários.

Há, além dessas, outras formas de avaliar a distribuição de capulhos, que dependerão dos objetivos do avaliador. O mais importante, nesse contexto, é saber que o algodoeiro apresenta um padrão de florescimento e, portanto, de abertura de capulhos, caracterizado por uma boa previsibilidade de ordenamento cronológico. Frutos localizados em ramos inferiores são mais velhos do que aqueles localizados em superiores, ao passo que frutos localizados em posição de ramo mais próxima da haste principal são também mais velhos do que aqueles em posição mais distante, com raras exceções em situações anormais.

Conseqüentemente, a distribuição de capulhos pode ser empregada para constatar a influência de fatores ambientais durante o ciclo. De acordo com o que se conhece a partir dos resultados experimentais, determinadas respostas das plantas em termos de distribuição final estão associadas com esses fatores.

Procedimentos práticos e analíticos do mapeamento de capulhos e de sua produção no campo são o tema do manual de "Mapeamento da produção do algodoeiro" (<https://imamt.org.br/mapeamento-da-producc%a7a%cc%83o-no-algodoeiro-embasamentos-e-realizac%cc%a7a%cc%83o-a-campo/>).

A seguir, serão tratadas relações entre componentes ambientais e a distribuição final de capulhos.

5.1 Distribuição de capulhos e temperatura

No início do ciclo, a temperatura é o fator mais influente no crescimento da planta, o que

é constatado por altas correlações positivas entre o aumento de altura e de número de nós com o acúmulo de graus-dias. Ao final do florescimento, a temperatura pode afetar a retenção de frutos jovens; temperaturas baixas nesse período ($<20^{\circ}\text{C}$) atrasam a abertura da flor, o que leva à redução da viabilidade dos grãos de pólen. Consequentemente, a fecundação pode ser prejudicada ou inviabilizada, levando à abscisão ou à má-formação do respectivo fruto. Poderá ocorrer a formação de “lacunas” na planta por conta desse efeito. Se o fenômeno for verificado com as primeiras flores, a planta poderá compensar total ou parcialmente os frutos perdidos em posições mais tardias, o que resultará em um aumento no número de frutos e produção em ramos superiores e/ou em posições mais distais dos ramos. Temperaturas diurnas excessivamente altas não têm sido relatadas frequentemente como um problema crítico durante o florescimento, mas as implicações são semelhantes. A temperatura muito alta durante o dia pode afetar a retenção e o tamanho dos frutos pelo mau desenvolvimento dos gametófitos e pela redução da fotossíntese líquida nas folhas. Sabe-se, porém, que em regiões de menor altitude, a temperatura noturna elevada (acima de 25°C) vem ocorrendo nos meses de fevereiro e março, coincidindo com o início dos botões florais e metade do florescimento; as temperaturas noturnas altas resultam em aumento do consumo de energia por meio da respiração e aumentam os riscos de estresses. Frutos recém-formados podem sofrer abscisão ou ter seu crescimento reduzido, alterando a distribuição da produção da produção de capulhos dentro da planta.

No período de maturação das mães, sobretudo das mães jovens, as temperaturas são decrescentes (abril a junho). A velocidade de crescimento das sementes é menor, assim como as taxas de deposição de celulose são mais baixas nas fibras. Assim, frutos mais jovens, que se situam nas regiões mais altas da planta, são, em geral, mais leves e mais propensos a conter altas proporções de fibras imaturas.

5.2 Distribuição de capulhos e estresse hídrico (seca e alagamento)

A presença de períodos de seca durante o florescimento (veranicos) pode resultar em um grande número de abscisões de frutos jovens; o mesmo fenômeno pode ocorrer com botões florais. Se o ciclo for curto e não houver ambiente que possibilite a compensação da produção perdida, poderá haver a quebra de produtividade. Nesse caso, a produção estará situada em regiões mais baixas da planta e em posições mais proximais de ramo. Se o ciclo for longo e houver possibilidade de compensação, a proporção de frutos mais tardios será maior. As implicações sobre peso de capulhos e qualidade de fibra serão, então, bastante dependentes da temperatura.

As possibilidades de solos alagados (hipoxia) no Brasil são maiores no início do ciclo (dezembro-janeiro) em regiões mais afetadas pela Amazônia, podendo ocorrer nos meses de fevereiro e março, a depender do regime hídrico, da textura do solo e da capacidade de infiltração. O fenômeno limita o desenvolvimento radicular, que se concentrará próximo à superfície, tornando a planta mais vulnerável ao déficit hídrico durante o florescimento. A hipoxia durante a fase de botões florais aumenta o número de abscisões em resposta ao aumento da síntese

de etileno. Haverá grande possibilidade de que novas estruturas sejam retidas em posições mais tardias, as quais constituirão uma maior proporção da produção final.

5.3 Distribuição de capulhos e luz

A presença de luz é um fator crítico para assegurar a retenção de estruturas reprodutivas entre o início do florescimento e os primeiros vinte dias da fase de enchimento de maçãs. A ocorrência de dias nublados prolongados aumenta a frequência de abortamentos de frutos jovens, de modo que novas estruturas poderão ser retidas e desenvolvidas em posições mais tardias (nós superiores e/ou posições mais distantes da haste principal). Assim, o sombreamento aumenta as probabilidades de que frutos de sítios de frutificação mais tardios tenham maior contribuição na produção final, os quais estarão sujeitos às limitações térmica e hídrica do fim do ciclo. Frutos que foram retidos durante épocas de restrição luminosa são propensos a serem mais leves e possuem mais fibras imaturas, fenômenos decorrentes tanto da redução na fotossíntese quanto na atividade de enzimas-chave para a deposição de celulose (sacarose sintase, por exemplo).

5.4 Distribuição de capulhos e adubação nitrogenada

A adubação com doses muito altas de N favorece o crescimento vegetativo e o alongamento do ciclo. Conseqüentemente, a planta tende a abortar frutos jovens situados em posições mais precoces de frutificação, para priorizar a formação de folhas, ramos e o alongamento do caule; assim, há uma proporção maior de capulhos situados em ramos superiores. Esses capulhos poderão ser formados em condições mais desfavoráveis do que aqueles que foram abortados, tendo peso reduzido e qualidade de fibra prejudicada, com fibras imaturas, além do aumento do custo de produção para o controle do bicudo. Assim, a decisão de um aumento de dose ou da inclusão de uma adubação de N em cobertura adicional deve levar em conta se é compensatória por conta desses possíveis prejuízos.

5.5 Distribuição de capulhos e estresses severos

Se as plantas são mantidas de modo prolongado sob um estresse severo, como compactação do solo, ataque de nematoides, ou até mesmo seca, sem que haja condições disponíveis para compensação da produção perdida mediante o desenvolvimento de novas estruturas vegetativas e reprodutivas, o resultado será um encurtamento do ciclo com perdas severas de produtividade. O corte fisiológico é atingido mais rapidamente por conta das limitações impostas. A distribuição de capulhos será, então, concentrada em um pequeno número de ramos, que apresentarão geralmente no máximo duas posições de frutificação; esses ramos estarão situados provavelmente na região mais baixa da planta, ou seja, nos primeiros nós de onde emergem os ramos frutíferos primários. Ao final, espera-se que um menor número de nós seja formado na haste principal em comparação a plantas bem desenvolvidas. A distribuição poderá ser aparentemente desuniforme, com regiões vazias na planta.

5.6 Distribuição de capulhos e população de plantas

O aumento da população de plantas significa, em termos práticos, maior competição entre plantas vizinhas; a área de ocupação de cada planta é reduzida. Inicialmente, pode haver um estioamento nas primeiras fases do ciclo, mas, conforme a competição por água, luz, nutrientes e espaço aumenta, o crescimento diminui mais rapidamente. O resultado é que as plantas serão mais compactas, com ramos mais curtos (*Figura 13*); nessas condições, há um aumento da proporção de capulhos de primeira posição de ramo. O corte fisiológico é atingido mais rapidamente, e o ciclo da planta tende a ser mais curto; a produção será concentrada em uma menor faixa de nós e posições de ramos. Além disso, o autossombreamento pode aumentar o abortamento das estruturas frutíferas e, com a perda dos drenos, pode ocorrer crescimento vegetativo excessivo, aumentando a demanda por regulador de crescimento. Do contrário, a planta ficará muito alta, dificultando a colheita.

(Imagem: J. P. A. Raphael)

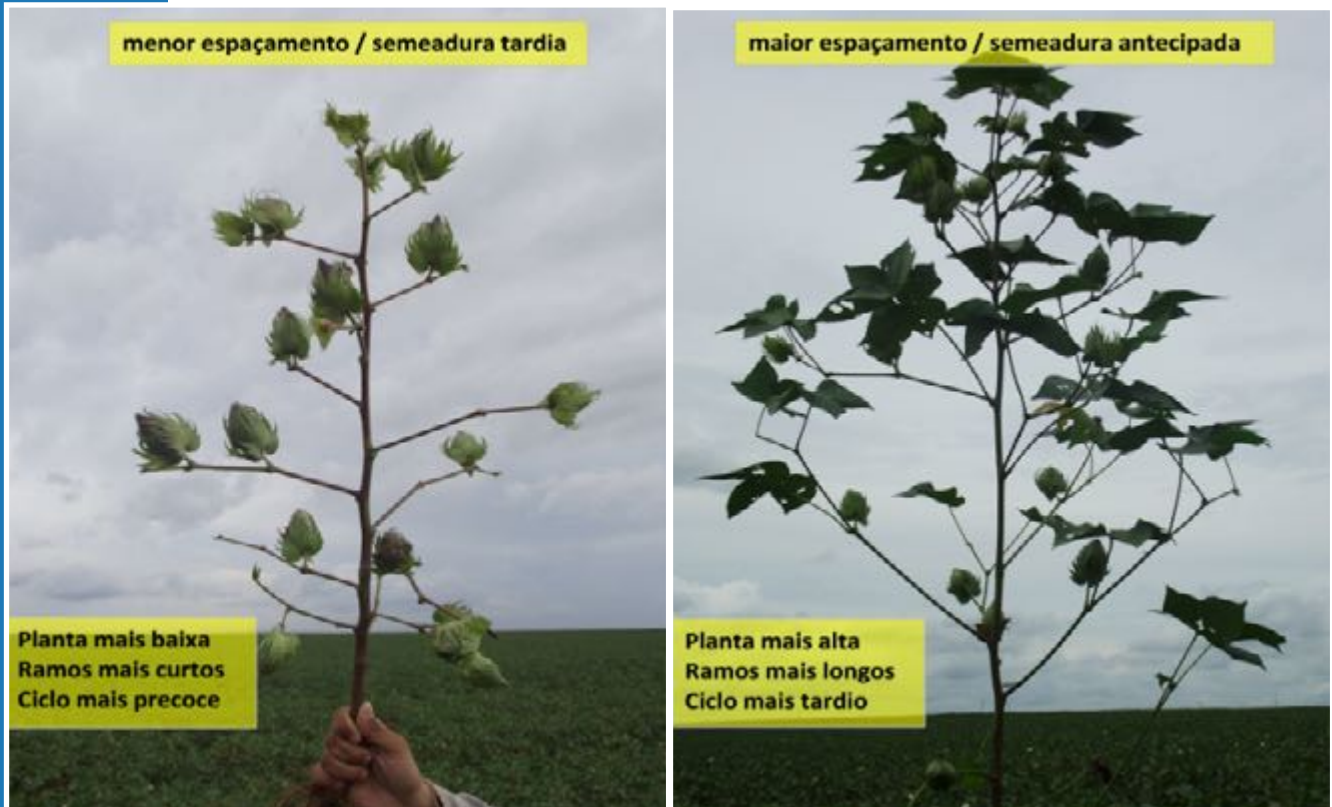


Figura 13. O mapeamento de plantas permite diferenciar padrões de crescimento e de distribuição de frutos por conta de fatores ambientais ou de manejo. Por exemplo, plantas semeadas mais tardiamente e em menor espaçamento são mais compactas do que aquelas semeadas anteriormente e em maior espaçamento

5.7 Distribuição de capulhos e duração do ciclo

Quanto maior o ciclo, maior o número de posições de frutificação que produzem capulhos, exceto quando as perdas iniciais são grandes. Um ciclo mais longo poderá estar, então, diretamente relacionado à produção individual de cada planta, cujos capulhos estarão distribuídos por um grande número de posições. Por outro lado, um ciclo mais longo pode ser resultado também de um desequilíbrio entre fontes e drenos, com crescimento vegetativo excessivo e pouca retenção de frutos. Se esses frutos estiverem situados em posições mais tardias, o que é bastante

provável, além de perdas de produtividade, ocorrerão perdas de qualidade de fibra. A adubação excessiva de N, conforme descrito anteriormente, pode levar a essa situação.

5.8 Distribuição de capulhos e época de semeadura

A época de semeadura nas principais regiões produtoras do Brasil estende-se de dezembro a fevereiro, com a colheita geralmente ocorrendo de junho a agosto. Conforme a época de semeadura é atrasada, reduz-se o tempo disponível para completar o ciclo. As plantas crescem menos, tendo porte mais baixo e menor número de nós, e os ramos também

se encurtam (*Figura 13*). A produção por planta individual é reduzida, concentrando-se em um menor número de posições na planta. Nos últimos anos, o algodoeiro tornou-se predominantemente uma cultura de segunda safra em Mato Grosso, tendo sido, em muitos locais, sua semeadura transferida de dezembro para meados de janeiro. Na safra atual (2018/2019), observou-se que uma boa parte das lavouras foi semeada no espaçamento de 0,9 m, em semeaduras que, em sua maioria, ocorreram até 20/1. O aumento do espaçamento (comumente o de 0,76 m era utilizado), aliado à redução da população de plantas, tem proporcionado melhor fixação de frutos do baixeiro e do terço médio. Nessa configuração de semeadura (espaçada e pouco densa), há possibilidade de compensação lateral de estruturas nas posições 2 e 3+, diminuindo a dependência do ponteiro, deixando a lavoura mais precoce. Por outro lado, sob altas populações, as chances de recuperação de abscisões são reduzidas e, mesmo com alta retenção de frutos precoces, há um aumento do risco de queda da qualidade de fibra, visto que boa proporção do total pode desenvolver-se com restrições ambientais.

5.9 Distribuição de capulhos e regulador de crescimento

Aplicação de reguladores (retardadores) de crescimento (cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat) é realizada para evitar o crescimento vegetativo excessivo e, assim, impedir o aborto de frutos situados nas regiões inferiores da planta. A finalidade é otimizar o balanço entre fontes e drenos de fotoassimilados para assegurar boa retenção e crescimento das maçãs. Nesse sentido, aplicações de retardadores favorecem a redução da duração do ciclo, tornando as plantas mais compactas e permitindo melhor passagem de luz através do dossel. Com o melhor equilíbrio fonte-dreno, as maçãs apresentam-se mais uniformes e não perdem peso. A distribuição de capulhos concentra-se em menor número de posições

frutíferas, situadas mais próximas entre si fenologicamente. Porém, a aplicação excessiva ou realizada em um momento em que a planta está em situação desfavorável para seu crescimento pode limitar a retenção de novas estruturas e reduzir irreversivelmente a produtividade. Assim, é importante uma abordagem criteriosa na aplicação desses produtos.

5.10 Distribuição de capulhos e qualidade de fibra

Desconsiderando-se as influências exercidas pelas etapas de colheita, armazenamento e beneficiamento, a qualidade final da fibra de uma área de algodão é o resultado da contribuição individual de cada sítio de frutificação. É, assim, dependente da qualidade estimada para cada posição de capulho nas plantas e de sua respectiva proporção em relação ao total. Logo, a qualidade de fibra de um fardo está diretamente relacionada à proporção de capulhos com boa ou má qualidade de fibra. De modo geral, capulhos produzidos em épocas mais quentes e sem restrição hídrica, os quais predominantemente se situam no terço inferior e em primeira posição do terço médio dos ramos frutíferos da haste principal, apresentam maior peso e maturidade de fibra. Por outro lado, capulhos produzidos mais tardiamente, localizados em ramos superiores e em posições mais distais dos ramos, desenvolvem-se em uma fase em que há maior competição por recursos com os frutos mais precoces. Além disso, as temperaturas e a disponibilidade hídrica são decrescentes e podem tornar-se altamente restritivas para os frutos mais tardios; esses capulhos, então, tendem a apresentar menor peso e maior proporção de fibras imaturas. Se o percentual de fibras imaturas no fardo estiver acima do limite preestabelecido, o produto receberá um deságio. A resistência da fibra também poderá ser prejudicada, visto que a diminuição de deposição de celulose torna-a mais suscetível à ruptura. O índice de fibras curtas também poderá aumentar, e o

comprimento e a uniformidade de comprimento ser reduzidos; no entanto, alterações relacionadas à maturidade são mais esperadas, pois a fase de alongamento da fibra é anterior à de maturação e é menos afetada por baixas temperaturas. É possível, portanto, que o perfil de distribuição de capulhos na planta seja útil para compreender

melhor os resultados de qualidade de fibra.

6. Mapeamento da carga frutífera antes da colheita

O mapeamento antes da colheita tem por finalidade auxiliar na definição do momento da capação final (*cut out*). Um modelo de planilha de campo é apresentado na *Figura 14*.

| Espaçamento | | | | Planta 2 | | | | Planta 3 | | | | | | | |
|-------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|---|---|---|
| Stand | | | | Planta 1 | | | | Planta 2 | | | | Planta 3 | | | |
| | | | | Posição do ramo | | | | Posição do ramo | | | | Posição do ramo | | | |
| Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 |
| RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 8 | M | M | 0 | 8 | M | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 9 | M | () | () | 9 | M | M | M | 9 | M | () | () | | | | |
| 10 | M | 0 | 0 | 10 | 0 | M | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 11 | M | 0 | 0 | 11 | 0 | M | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 12 | M | 0 | 0 | 12 | M | 0 | 0 | 12 | 0 | B | 0 | | | | |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 14 | 0 | M | 0 | 14 | M | B | B | 14 | M | 0 | 0 | | | | |
| 15 | M | B | 0 | 15 | M | B | 0 | 15 | B | 0 | 0 | | | | |
| 16 | M | B | 0 | 16 | B | 0 | 0 | 16 | B | 0 | 0 | | | | |
| 17 | B | 0 | 0 | 17 | B | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 18 | B | 0 | 0 | 18 | B | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 19 | B | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 25 | () | () | () | 25 | () | () | () | 25 | () | () | () | | | | |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | | | | |

Figura 14. Modelo de planilha utilizada para indicação das estruturas reprodutivas em cada nó e posição frutífera

O monitor deverá indicar na respectiva posição frutífera de cada nó qual estrutura está presente ou ausente: C para capulho; M para maçã; F para flor e B para botão floral. Recomenda-se a avaliação de três plantas por ponto e de pelo

menos cinco pontos por talhão; é importante que se anote o estande no local em que as plantas foram monitoradas. No escritório, a planilha de campo servirá de base para o preenchimento de uma planilha eletrônica (Figura 15).

| Espaçamento | | Maçãs | | | | | | | | | | | | Espaçamento | | Flores/Botões florais | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|----------|---|----|----------|---|---|----------|---|---|-------|----|----------|-------------|---|-----------------------|---|---|----------|----|---|---|---|--|--|--|--|
| Stand | | Planta 1 | | | Planta 2 | | | Planta 3 | | | Stand | | Planta 1 | | | Planta 2 | | | Planta 3 | | | | | | | | |
| | | Posição | | | Posição | | | Posição | | | | | Posição | | | Posição | | | Posição | | | | | | | | |
| Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | Nó | 1 | 2 | 3 | | | | |
| RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | RV | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 11 | 0 | 1 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 12 | 1 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | | | | |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 14 | 0 | 1 | 0 | 14 | 1 | 0 | 0 | 14 | 1 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 1 | 1 | 14 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 15 | 1 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 1 | 0 | 15 | 0 | 1 | 0 | 15 | 1 | 0 | 0 | | | | |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 1 | 0 | 16 | 1 | 0 | 0 | 16 | 1 | 0 | 0 | | | | |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 | 1 | 0 | 0 | 17 | 1 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 1 | 0 | 0 | 18 | 1 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 1 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | | | | |

Figura 15. Planilha duplicada para preenchimento do número de maçãs e botões florais/flores. RV: ramos vegetativos

A planilha será duplicada: a da esquerda será utilizada para preenchimento das maçãs e a da direita, para botões florais e flores. A função “substituir” do MS Excel pode ser utilizada para facilitar o preenchimento. O “zero” deve ser utilizado quando não houver posição frutífera correspondente, caso contrário, a célula não será contabilizada na média das plantas avaliadas. Uma terceira planilha fará o cálculo da média

das três plantas avaliadas (por nó e por posição) em cada ponto e uma quarta planilha fará a média de todos os pontos avaliados. A quarta planilha será utilizada para calcular o número de estruturas por metro quadrado (utilizando-se a seguinte fórmula: (1/espaçamento [em metros])*estande). Essa planilha será usada para plotar o gráfico da distribuição da carga frutífera da planta (Figura 16).

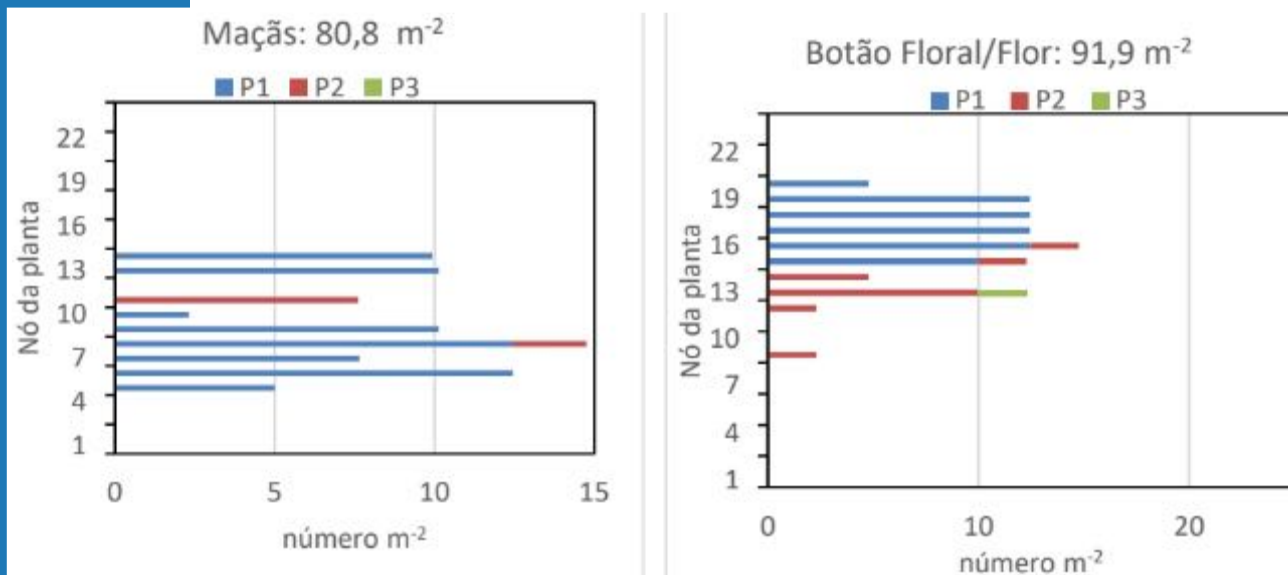


Figura 16. Distribuição de estruturas frutíferas (maçãs e botão floral/flor) por nó e posição. P1, P2 e P3 representam, respectivamente, 1^a, 2^a e 3^a posições do ramo

Interpretação dos resultados

A avaliação que deu origem à *Figura 16* foi realizada no começo de maio, em uma lavoura com 98 DAE. Aliando-se o conhecimento do padrão de frutificação da cultivar (nesse caso uma cultivar precoce que concentra a carga no baixeiro e no terço médio) com as características do local (regime de chuvas, disponibilidade de água no solo e temperatura no mês de junho) é possível decidir o

momento da capação. Por outro lado, a *Figura 17* mostra a distribuição da carga frutífera de uma cultivar de ciclo médio que apresenta distribuição regular da carga frutífera nos terços da planta, indicando que seria possível a emissão de mais um ou dois nós com chance de pegamento das estruturas. Assim, a decisão de capar (*Figura 16*) ou não (*Figura 17*) a lavoura naquele momento poderia ser baseada nessas informações.

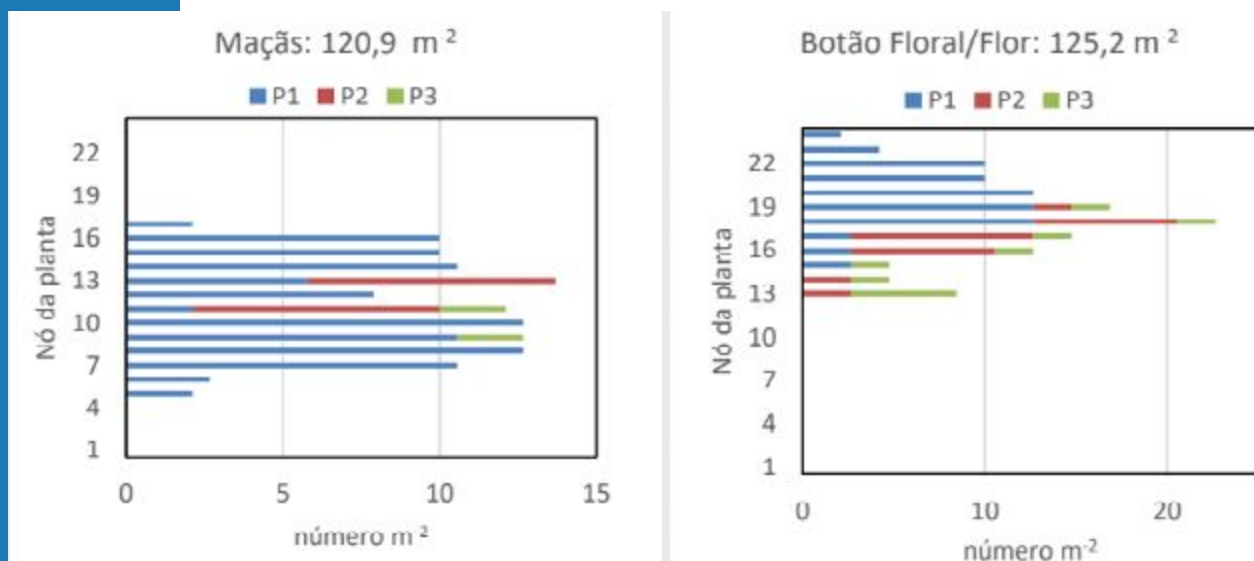


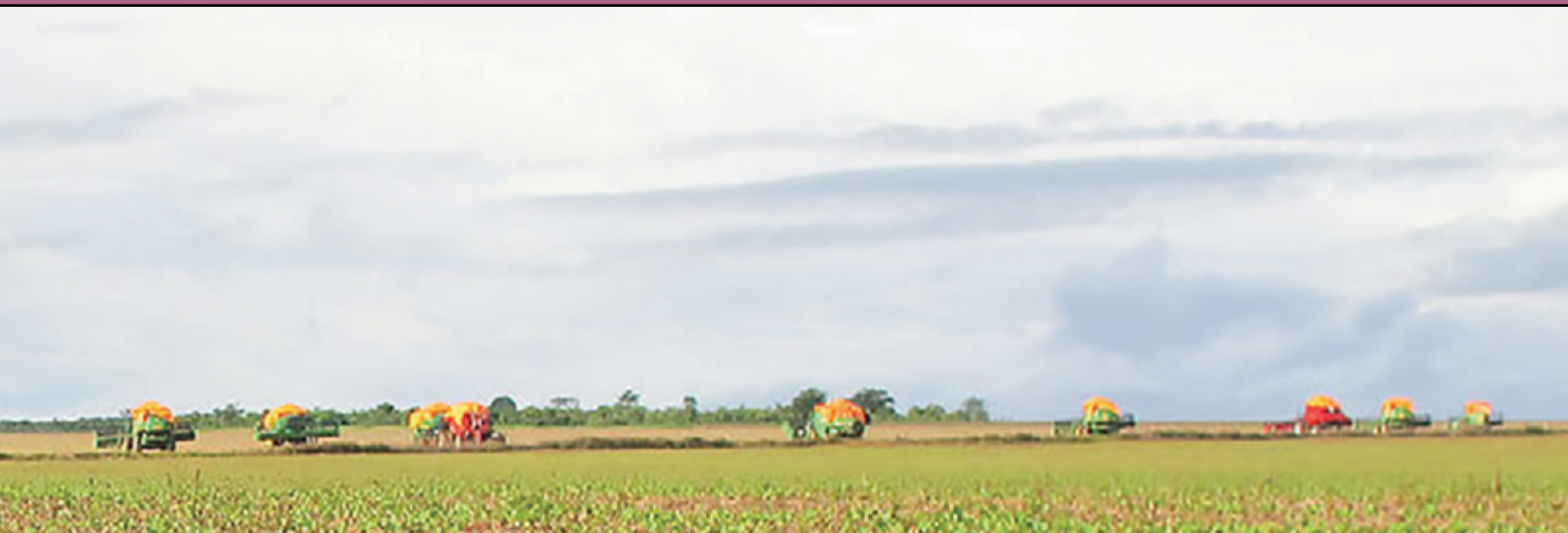
Figura 17. Distribuição de estruturas frutíferas (maçãs e botão floral/flor) por nó e posição. P1, P2 e P3 representam, respectivamente, 1^a, 2^a e 3^a posições do ramo

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores e com os obtentores





IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA DE ALGODÃO



Primeiras decisões a tomar para iniciar o plantio do algodoeiro

A escolha da variedade é considerada uma das decisões mais importantes para o sucesso do cultivo. As variedades oferecidas no mercado são cada vez mais sofisticadas do ponto de vista genético, agregando características de tolerância a certas doenças e a nematoides, podendo representar ganhos significativos de produtividade e economia no custo de produção. Ademais, a semente é agora usada como suporte para as biotecnologias, conferindo resistência a certos herbicidas ou pragas do algodoeiro. Escolher a variedade certa não é tudo. É preciso comprar uma semente de alta qualidade fisiológica e usar tratamentos de sementes adequados, a fim de proteger as plântulas nos primeiros estádios de desenvolvimento. Não se fala suficientemente da incidência significativa da qualidade da semente sobre a produtividade da lavoura. Não esquecer que, usando essas variedades modernas, elas poderão expressar seu potencial só na medida em que as condições de cultivo forem adequadas. O sistema de cultivo praticado e o manejo da lavoura são fundamentais e só poderão ser adequadamente conduzidos com o perfeito conhecimento do modo de crescimento da planta de algodão. A definição da data de plantio e da densidade de plantas para o cultivo terão incidência significativa sobre produtividade e qualidade da fibra.

A qualidade das sementes



**Priscila Fratin
Medina**
IAC



Sheila Fanan



Leonardo Scoz
IMAmt

A primeira providência a ser tomada para o cultivo bem-sucedido do algodão consiste na escolha da cultivar, que deve ter sido desenvolvida por meio de melhoramento genético. Os avanços da pesquisa, assim alcançados e contidos nesse genótipo, são disponibilizados ao agricultor transformados em insumos, sob a forma de sementes.

A cultivar escolhida deve estar registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), que tem por finalidade habilitar cultivares e espécies para a produção e a comercialização de sementes e mudas no país. Essa informação pode ser obtida no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa): <http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc> e, em seguida, selecionando o ícone “Pesquisa de cultivares registradas no RNC”.

A cultivar escolhida deve ser adaptada às condições de clima e solo da região de cultivo e ter boas características genéticas, tais como resistência a insetos e patógenos causadores de doenças, precocidade, grande capacidade de produção e boa qualidade da fibra.

Aquisição de sementes

A cotonicultura brasileira ocupa posição de destaque mundial em área plantada, produção, produtividade e exportação, resultante de uma cadeia produtiva bem organizada e de investimentos públicos e privados em pesquisa e tecnologia. Tecnologias empregadas para beneficiamento e armazenamento, visando à manutenção da qualidade das sementes colhidas, também têm contribuído para o aumento da produtividade da cultura.

Nesse contexto, a aquisição de sementes

de boa qualidade, produzidas em condições rigorosamente controladas, seguindo-se procedimentos regulamentados pelo Governo Federal em legislação específica, que trata do comércio e fiscalização de sementes e mudas, é indispensável à implantação de uma lavoura de algodão tecnicamente conduzida.

É direito do produtor rural, assegurado em legislação federal, reservar a cada safra uma parte de sua produção para a semeadura de lavouras próprias. No entanto, a produção de material próprio pode ser realizada apenas após a primeira aquisição comercial da semente e, para realizar esse procedimento, é preciso seguir as normas do Ministério da Agricultura.

Por outro lado, a taxa de utilização de sementes de algodão, produzidas e comercializadas segundo a legislação vigente, na safra 2017/2018, foi de apenas 57% no Brasil e de 60%, no Estado de Mato Grosso, conforme consta no Anuário 2018 da Associação Brasileira de Produção de Sementes (Abrasem). Por isso, fracassos em algodoais nas várias regiões produtoras do país ainda são frequentes por conta da utilização de sementes de origem e qualidade desconhecidas.

Os produtores de sementes têm a grande responsabilidade de disponibilizar ao cotonicultor o trabalho desenvolvido pelo melhorista, por meio de sementes com qualidades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias superiores, que vão garantir a reprodução das características especificadas na descrição da cultivar, e inúmeras outras vantagens ao cultivo do algodoeiro, que estão relacionadas a seguir.

SEMENTE DE BOA QUALIDADE É ESSENCIAL PARA O SUCESSO DA LAVOURA

- Um número menor de sementes é requerido por área plantada;
- A emergência de plântulas é mais rápida e o crescimento das raízes, mais vigoroso;
- O estabelecimento do estande é mais uniforme, com melhor arranjo espacial e menor risco de replantio;
- As plântulas são mais tolerantes ao estresse inicial causado por condições como excessiva disponibilidade hídrica e baixa temperatura;
- Há maior resistência a pragas e doenças iniciais;
- O aparecimento de invasoras, pragas e doenças é menor, com maior facilidade de controle;
- A ação dos demais insumos e dos fatores de produção é maximizada;
- Propicia maior número de botões florais e de capulhos, rendimento de fibras, rendimento de caroço e o rendimento total é de 19% a 20% maior;
- Reduz a incidência de doenças transportadas e transmitidas por sementes, causadas por fungos, vírus e bactérias, que reduzem o estande, debilitam plantas e causam epidemias.

Armazenamento de sementes

O armazenamento desempenha um importante papel no processo produtivo e, quando bem conduzido, minimiza a deterioração e o descarte de lotes de sementes. No entanto, a capacidade de manter-se o potencial fisiológico e sanitário ao longo do tempo depende da longevidade da semente, inerente à espécie e de sua qualidade inicial, de forma que procedimentos adequados, adotados na colheita e no beneficiamento, influenciarão o período pelo qual a semente será viável durante o armazenamento.

A semente atinge seu nível máximo de qualidade e mínimo de deterioração na maturidade fisiológica, antes de ser colhida. A partir de então, o processo de deterioração pode ser

desencadeado por variações de temperatura, flutuações de umidade relativa do ar, pragas, doenças, técnicas inadequadas de colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte, além de especificamente para sementes de algodão, por danos causados no armazenamento temporário no campo ou durante o descaroçamento ou o deslintamento.

A composição química das sementes é outro fator importante que interfere em sua longevidade. Vale ressaltar que sementes oleaginosas, como as de algodão, apresentam menor potencial de armazenamento do que as amiláceas, como as de milho, por conta da menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido.

| Espécie | COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SEMENTE (%) | | |
|---------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | Proteínas | Lipídios | Carboidratos |
| Algodão | 39 | 33 | 15 |
| Milho | 9 | 4 | 72 |

Além disso, o óleo presente nas sementes de algodão possui maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados, como o linoleico, o que reduz seu potencial de conservação no armazenamento; no entanto, essas sementes também possuem elevado teor de tocoferol (vitamina E), um composto antioxidante, que, em curto prazo, pode reverter o processo de deterioração. Porém, se o armazenamento for realizado em condições inadequadas à conservação da semente, há decréscimo nos teores de lipídios e de tocoferol, concomitantes ao aumento da acidez e dos teores de peróxidos, caracterizando a oxidação dos lipídios dos tecidos de reserva das sementes de algodão e a consequente perda da qualidade fisiológica.

O ambiente de armazenamento deve ser capaz de manter as sementes viáveis e vigorosas por longo período de tempo, da colheita à próxima semeadura, para a manutenção da qualidade fisiológica e sanitária, minimizando a velocidade do processo de deterioração e o descarte de lotes.

Por isso, caso não haja possibilidade da adoção de equipamentos para controle de temperatura e de umidade relativa do ar do ambiente, o armazém deve ser instalado em local seco e ventilado, onde sementes de algodão deslintadas são, geralmente, armazenadas em sacos de papel multifoliado.

O potencial de germinação de sementes de algodão acondicionadas em embalagens que permitem a troca de vapor d'água (sacos de tela de plástico ou de papel) e armazenadas em condições ambientes é maior em sementes tratadas com fungicida. Dependendo da qualidade inicial,

podem ser preservadas por um período de quatro a doze meses nessas condições; porém não vale a pena tratar com fungicidas sementes com baixo nível de vigor, que devem ser descartadas.

O tratamento com fungicidas e inseticidas registrados para sementes de algodão tem sido adotado pelos produtores de sementes após a operação de deslintamento, uma vez que as sementes tratadas apresentam melhor conservação. Além do controle químico exercido sobre os microrganismos transmitidos pelas sementes, os fungicidas apresentam ação residual, que protege sementes e plântulas contra a invasão de microrganismos do solo e do armazenamento (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* sp.), principalmente quando as condições externas não são favoráveis à germinação, ao crescimento e à conservação das sementes.

Por outro lado, deve-se escolher com cuidado produtos para o tratamento, pois há referências na literatura sobre princípios ativos fungicidas que reduzem os percentuais de germinação e vigor de sementes de algodão e, nesse caso, a perda da qualidade fisiológica das sementes tratadas é proporcional ao aumento do período de armazenamento.

Quanto menor a umidade relativa do ar e a temperatura, dentro de certos limites, maiores serão as possibilidades de prolongar a conservação das sementes de algodão. Temperaturas acima de 25°C aceleram o processo de oxidação dos lipídios de reserva das sementes armazenadas, principalmente das com baixo vigor associado à presença de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

| Regra básica de armazenamento* | |
|---|--|
| Período de conservação da semente pode dobrar | Para cada unidade por cento (1%), reduzida no teor de água da semente. |
| | Para cada 5,5°C reduzidos na temperatura do ambiente. |
| *Válida para teores de água entre 5 e 14% e para temperaturas entre 0 e 50°C. | |

Recomenda-se o armazenamento da semente de algodão com teor de água abaixo de 10%, por, no máximo, oito meses, em condições de ambiente com valores médios de 26°C e 57% de umidade relativa do ar. Nessas condições, sementes de alto vigor podem apresentar valores de germinação dentro dos padrões de comercialização até os dez meses de armazenamento; porém, em ambientes com alta umidade relativa do ar, a germinação pode ser reduzida pela metade após o primeiro mês de armazenamento.

Em câmara fria a $10\pm 2^\circ\text{C}$ e $70\pm 2\%$ de umidade relativa do ar, as sementes de algodão podem manter o potencial de produção de plântulas normais inicial de 90% no teste de germinação por pelo menos doze meses.

Controle de qualidade

Em sementes de algodão, a qualidade pode ser afetada por diversos fatores em campo, antes e/ou durante a colheita, pelos processos de pós-colheita, como armazenamento temporário no campo, secagem, descarçamento, beneficiamento, deslintamento — seja ele mecânico ou químico — e no armazenamento, pela ação de microrganismos, pelo teor de água da semente e pela temperatura do armazém.

A somatória desses fatores, operando em conjunto, pode resultar na produção de lotes de sementes com padrões de qualidade inapropriados à comercialização. Nesse contexto, fica claro que o controle de qualidade deve ser realizado em todas as etapas da produção de sementes.

No centro dos programas de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes encontra-se o laboratório, para onde são

encaminhadas amostras de sementes retiradas antes e após as etapas de produção mencionadas, visando à realização de testes que identificarão as possíveis perdas na qualidade geradas por tais procedimentos. Os resultados assim obtidos fornecem informações para o aperfeiçoamento dos procedimentos de produção, subsidiando ainda as decisões sobre beneficiamento, tratamento e descarte de lotes.

O laboratório, se devidamente credenciado pelo Mapa, será registrado no Registro Nacional de Sementes (Renasem) e estará autorizado a realizar os testes necessários para a emissão de boletins de análise de sementes destinadas à comercialização.

Avaliação da qualidade das sementes

A avaliação da qualidade das sementes fornece informações úteis não apenas aos produtores e tecnólogos de sementes, mas também aos agricultores, subsidiando as decisões sobre aquisição, quantidade de sementes necessárias para a semeadura e o conhecimento do desempenho destas em campo e no armazenamento em diversas condições de ambiente.

Quando o objetivo é a emissão de Boletim de Análise de Sementes, documento necessário para a comercialização, após o beneficiamento e o ensaio das sementes, retira-se uma amostra por lote, seguindo-se os procedimentos apropriados para que a amostra seja representativa, conforme constam das Regras Brasileiras de Análise de Sementes (RAS), disponíveis no site http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. A amostra é então remetida a

um laboratório credenciado pelo Mapa, para as análises devidas.

Para sementes de algodão, é avaliada a qualidade física do lote de sementes (Pureza, Determinação de outras Sementes por Número) e a fisiológica (Germinação), seguindo-se procedimentos que também constam das RAS. Os resultados são registrados no boletim e devem estar de acordo com os padrões de produção e comercialização de sementes de algodão vigentes definidos pelo Mapa (Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013, disponibilizada no site <http://apps.agr.br/instrucao-normativa-no-45-de-17-de-setembro-de-2013/>) para que o lote possa ser liberado para a comercialização.

Quando o objetivo está relacionado ao controle de qualidade da produção, realizam-se outros testes além desses, conforme a característica que se quer diagnosticar, destinados a avaliar o potencial fisiológico, a qualidade sanitária ou a genética, que podem estar incluídos nas RAS ou em outras publicações, como artigos científicos, livros técnicos e manuais.

As principais análises realizadas em laboratórios para avaliar a qualidade de sementes de algodão estão descritas a seguir.

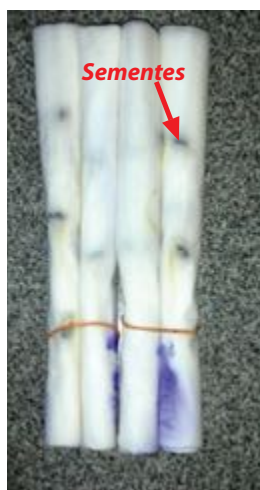
1. Teste de germinação

Dentre as análises realizadas para a emissão do boletim de análise de sementes, a de germinação é uma das mais importantes, e o padrão exigido para comercialização de sementes das categorias C1 e C2 (certificadas), S1 e S2 (não certificadas) é de, no mínimo, 75%, e de 70% para sementes básicas.

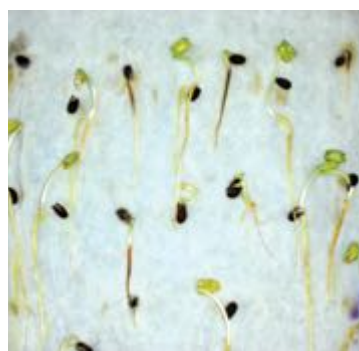
O teste de germinação foi desenvolvido para proporcionar germinação rápida e completa das amostras avaliadas, estimando a porcentagem máxima de sementes de uma amostra capaz de produzir plântulas normais. Por esse motivo, o teste é realizado em condições ótimas e padronizadas de disponibilidade de água, aeração, temperatura, luminosidade e características do substrato, que estão descritas por espécie nas RAS e, visam garantir a eficiência do processo de germinação. O teste tem como objetivo a obtenção de informações para determinar o valor das sementes para semeadura e a comparação de lotes diferentes, quanto à viabilidade.

A temperatura ótima para a germinação de sementes de algodão situa-se entre 28°C e 36°C, a mínima, entre 12°C e 14°C e a máxima, entre 39°C e 40°C. Abaixo de 20°C e acima de 32-34°C, a germinação pode decrescer acentuadamente, dependendo da cultivar. No laboratório, de acordo com as RAS, o teste deve ser conduzido em germinador regulado para fornecer temperaturas alternadas de 20-30°C (a menor temperatura fornecida por 16 h e a maior durante 8 h, a cada dia), ou temperaturas constantes de 25°C ou 30°C, com avaliações realizadas aos quatro e aos doze dias, computando-se a porcentagem de plântulas normais. Por ser padronizado, o teste apresenta ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, e alto grau de confiabilidade para analistas, produtores de sementes, agricultores e para a fiscalização do comércio.

Teste de germinação



Rolos de papel toalha, umedecidos com volume de água em mililitro, equivalente a 2,5 o peso do substrato em gramas



Aspecto das plântulas no rolo de germinação



Plântulas normais



Plântulas anormais



Plântula infectada



Semente morta

2. Avaliação do potencial fisiológico

O teste de germinação fornece informações sobre a capacidade de um lote em originar plântulas normais em condições favoráveis de campo; porém, se a sementeira for realizada em condições ambientais desfavoráveis, o potencial de desempenho do lote (relação entre o potencial de germinação, o vigor e a qualidade e quantidade de patógenos presentes) vai manifestar-se e, portanto, a emergência de plântulas normais poderá ser inferior à determinada em laboratório. Por isso, os resultados de testes de germinação considerados isoladamente não são suficientes para avaliar o potencial fisiológico de lotes de sementes.

Os testes de vigor, apesar de não serem obrigatórios pela legislação, fornecem informações complementares ao de germinação, pois por meio deles é possível detectar, com maior precisão, os avanços da deterioração das sementes. São realizados com o objetivo de diferenciar lotes com poder germinativo semelhantes, indicando aqueles com maior ou menor probabilidade de sucesso, após a sementeira em

campo ou durante o armazenamento em condições de ambiente diferentes, ampliando o leque de informações disponíveis sobre a viabilidade das sementes. Dessa forma, os testes de vigor possibilitam maior confiabilidade no momento de definir o número de sementes a ser distribuído por metro linear, na lavoura, e se têm constituído em ferramentas de uso cada vez mais rotineiro em programas de controle de qualidade, pela indústria de sementes.

Para avaliar o vigor de sementes de algodão, a pesquisa tem indicado como eficientes os testes que se baseiam na resistência a estresses (germinação à baixa temperatura, frio, envelhecimento acelerado e deterioração controlada), em características bioquímicas (tetrazólio e condutividade elétrica) e, mais recentemente, os que envolvem análises de imagem de sementes e plântulas (raios-X e sistema de imagens para avaliar o vigor de sementes). A emergência de plântulas em areia ou em campo, pela facilidade de condução, também pode ser usada para determinar o valor do lote de sementes para sementeira no campo.

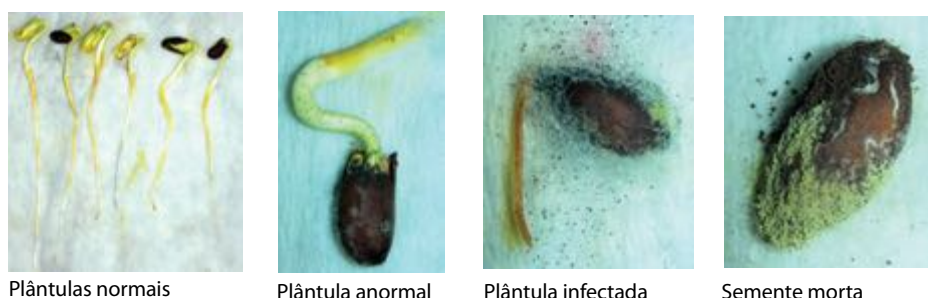
| Germinação à baixa temperatura | | |
|---|---|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| Baixas temperaturas, no início da germinação, são prejudiciais ao desenvolvimento das plântulas. Dependendo do potencial fisiológico, a semente apresentará resposta diferenciada em temperatura de germinação abaixo da ótima. | Germinação de 200 sementes, a 18°C, em ausência de luz durante sete dias, distribuídas em rolos de papel-toalha, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. A diferenciação de lotes pode ser melhor em substrato umedecido com volume de água correspondente a 40% da capacidade de retenção do substrato. | Consideram-se como vigorosas as plântulas normais que atingirem 4 cm de comprimento. Os comprimentos de raiz e da parte aérea também são avaliações eficientes. |

| Teste de envelhecimento acelerado | | |
|--|--|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| Exposição das sementes a temperatura elevada e alto grau de umidade do substrato desencadeia a germinação, mas não permite o desenvolvimento do embrião, acelerando a deterioração. O melhor lote é o que mais resiste a tais condições. | 200 sementes são distribuídas em camada única, sobre tela de alumínio ou de náilon em caixa de germinação adaptada (gerbox). São adicionados 40 ml de água e a caixa tampada é mantida a 41°C/48 horas. Em seguida, as sementes são submetidas ao teste de germinação a 25°C por quatro dias. Também é possível usar uma solução saturada de NaCl no fundo do gerbox no lugar da água e a combinação de 41°C/72 horas para o envelhecimento. | Avalia-se a porcentagem de plântulas normais. |

Realização do teste de envelhecimento



Germinação após o envelhecimento



| Teste de deterioração controlada | | |
|--|--|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <i>O mesmo princípio do envelhecimento acelerado: exposição das sementes a temperatura elevada e alto grau de umidade do substrato desencadeia a germinação, mas não permite o desenvolvimento do embrião, acelerando a deterioração. O melhor lote é o que mais resiste a tais condições.</i> | <i>200 sementes são umedecidas artificialmente, distribuídas em camada única, sobre tela de alumínio ou de náilon em caixa de germinação adaptada (gerbox). São adicionados 40 ml de água e a caixa tampada é mantida a 20°C. O teor de água das sementes é monitorado por pesagens sucessivas até que o teor de 24% de água seja atingido. A amostra é colocada em embalagem aluminizada, fechada hermeticamente e mantida a 10°C/24 horas. A embalagem é levada ao banho-maria a 40°C/48 horas. Em seguida, é imersa em água a 20°C para reduzir a temperatura. Logo depois, as sementes são submetidas ao teste de germinação a 25°C por quatro dias.</i> | <i>Avalia-se a porcentagem de plântulas normais</i> |

| Teste de frio | | |
|---|--|--|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <i>A exposição das sementes à baixa temperatura e ao alto grau de umidade do substrato desencadeia o processo de embebição, mas não permite o desenvolvimento do embrião. O lote que melhor resistir a tais condições é o de maior potencial fisiológico.</i> | <i>200 sementes são distribuídas em rolos de papel-toalha, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel e são mantidas a 10°C por cinco dias e, a seguir, a 25°C por três dias.</i> | <i>Avalia-se a porcentagem de plântulas normais.</i> |

| Teste de condutividade elétrica | | |
|---|---|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <i>O valor da condutividade elétrica é medido em função da quantidade de lixiviados presentes na solução de embebição das sementes. Com a deterioração, há maior lixiviação dos constituintes de sementes embebidas, por conta da perda da integridade das membranas celulares, resultando no aumento da condutividade elétrica da solução.</i> | <i>Quatro repetições de 50 sementes, pesadas com duas casas decimais, são colocadas para embeber em 75 ml de água destilada e mantidas a 25°C por 24 horas. A combinação de 25 sementes/75 ml de água destilada a 20°C/24 horas também é recomendada.</i> | <i>A condutividade elétrica da solução é medida em condutímetro, com resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Baixa condutividade significa maior vigor, e alta condutividade, menor vigor.</i> |

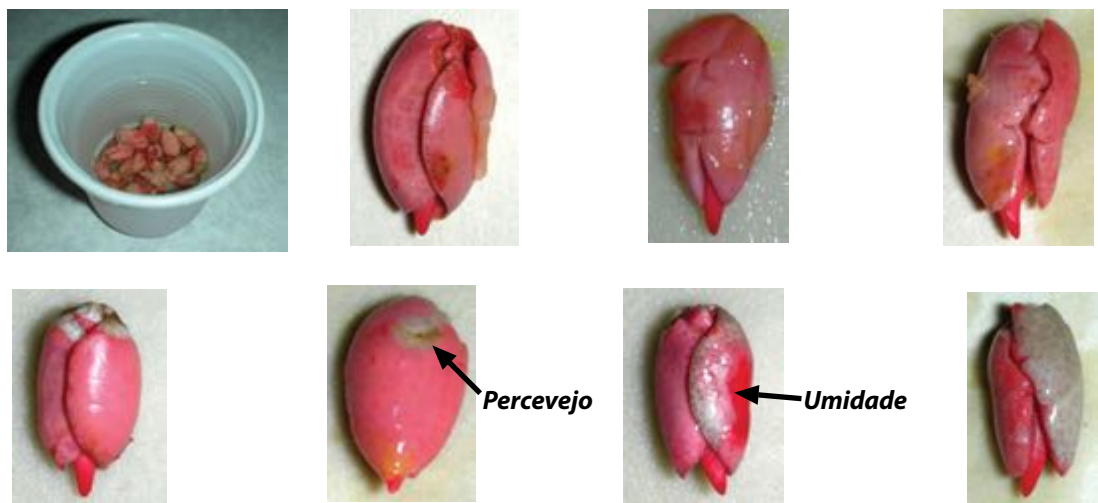


Condutivímetro

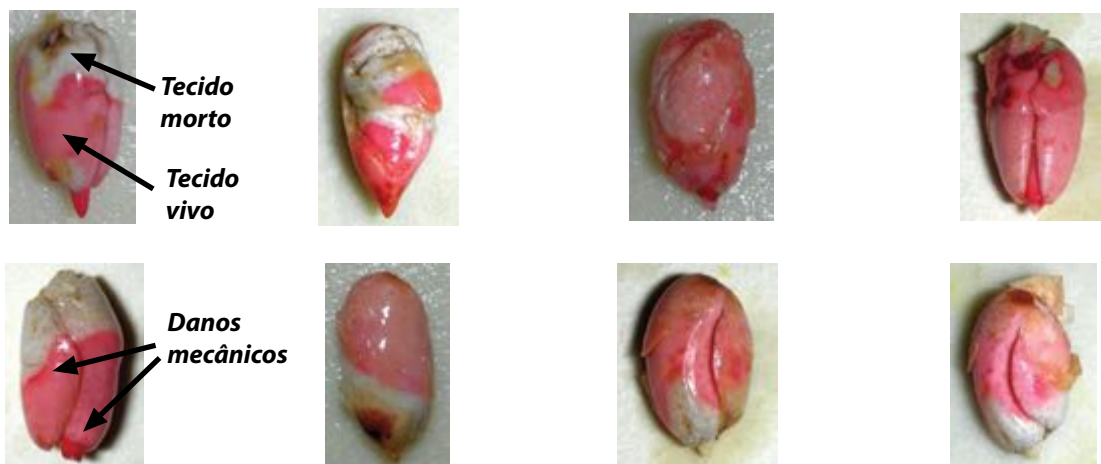


| Teste de tetrazólio | | |
|--|--|--|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <p>Fundamenta-se na alteração da coloração dos tecidos em presença de solução de sal de tetrazólio, que é reduzido pelas enzimas desidrogenases dos tecidos vivos, resultando em um composto de coloração vermelho-carmim (formazan). Tecidos mortos ficam descoloridos.</p> | <p>1) 100 sementes são pré-embebidas em água a 25°C, por 14-16 horas. Remove-se o tegumento; imersão em solução de sal de tetrazólio a 0,1%, a 30°C/4 horas.*</p> <p>2) 100 sementes imersas em água a 25°C/2 horas; corte na extremidade oposta ao eixo embrionário e imersão/6 horas em água; remoção do tegumento e da membrana interna; sementes colocadas em solução de tetrazólio a 0,075% e mantidas a 40°C/150 minutos.*</p> <p>*A solução é drenada; sementes lavadas em água corrente e mantidas em água para avaliar.</p> | <p>A avaliação da viabilidade e do vigor baseia-se na coloração, no local e na extensão do dano, interna ou externamente nas sementes, (mecânicos, insetos e por umidade). As sementes são distribuídas em classes de 1 a 8. Classes 1 a 3: sementes vigorosas, 1 a 5: sementes viáveis, e, acima de 5: sementes inviáveis. O potencial de viabilidade é informado em porcentagem e é calculado pelo somatório das sementes incluídas nas classes de 1 a 5 e o vigor, pelo somatório das sementes incluídas nas classes de 1 a 3. Os tipos de danos também são informados.</p> |

Sementes viáveis



Sementes inviáveis



| Teste de emergência de plântulas | | |
|---|--|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <p>Estima-se o potencial de emergência de plântulas no campo, se as condições de temperatura e umidade do solo forem semelhantes às do teste. Para que a emergência das plântulas seja favorecida, o algodão necessita de temperaturas entre 18°C e 30°C e valores de demanda hídrica de 25 mm por dia. Alta disponibilidade hídrica e baixa temperatura proporcionam menor desempenho germinativo em lotes de sementes de algodoeiro, além de afetar negativamente a emergência das plântulas.</p> | <p>Conduzido em condições ambientes, em solo com 200 ou 400 sementes, semeadas em linhas de 4 m espaçadas 40 cm entre elas, em profundidade de 0,3 cm e cobertas por solo. Também pode ser realizado em caixas contendo areia, umedecida com volume de água equivalente a 70% da capacidade de retenção.</p> | <p>Aos 14 dias da instalação, determina-se a porcentagem de plântulas emersas, com as folhas cotiledonares totalmente expandidas.</p> |



Caixa com areia



Plântulas aos 15 dias da instalação



3. Interpretação de resultados dos testes de vigor

Para melhor compreensão do conceito de vigor da semente, é possível fazer uma analogia com a saúde humana. Se compararmos a saúde de duas pessoas, A e B, pelo aspecto da

audição, a pessoa A ouve melhor e será considerada a mais saudável. Porém, A apresenta uma deficiência visual e B, não. Por isso, se for avaliada a visão, a pessoa B é que será a mais saudável. O mesmo acontece com o vigor das sementes.

DEFINIÇÃO DE VIGOR

O vigor reflete a manifestação de um **conjunto de características** que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas.

Pela definição, é praticamente impossível apenas um teste indicar com precisão o potencial de desempenho das sementes expostas às mais variadas situações no campo, recomendando-se a utilização de mais de um teste nos programas de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes, considerando-se que estes só permitem comparação entre os lotes avaliados, sendo muito difícil inferir sobre o comportamento desses lotes em

condições de campo. São úteis para diferenciar lotes com porcentagens de germinação semelhantes.

Tomando-se o exemplo apresentado na Tabela 1, observa-se que os cinco lotes analisados atendem ao padrão de comercialização, pois possuem potencial de germinação superior a 75%. Não há padrões definidos para os demais testes, por isso eles são usados para complementar as informações do teste de germinação.

Tabela 1. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão, por diferentes métodos

| Lote | Germinação (%) | Teste de Frio (%) | Envelhecimento acelerado (%) | Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) | Emergência de Plântulas em campo (%) |
|------|----------------|-------------------|------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | 95 | 69 | 76 | 63,01 | 86 |
| 2 | 88 | 76 | 67 | 81,20 | 77 |
| 3 | 88 | 71 | 62 | 81,85 | 79 |
| 4 | 87 | 75 | 70 | 73,88 | 83 |
| 5 | 88 | 60 | 58 | 85,68 | 76 |

Considerando-se o conjunto das informações, verifica-se que:

- O lote 1 é o de maior vigor, e apenas o teste frio não indicou a superioridade deste em relação aos demais. Se tivesse sido adotado apenas este teste, a informação sobre o vigor não seria precisa;
- Embora o lote 5 possuísse potencial de germinação semelhante ao dos lotes 2, 3 e 4, todos os testes de vigor revelaram o menor potencial fisiológico daquele lote em comparação aos demais;
- Os lotes 2, 3 e 4 foram classificados como os de vigor intermediário;
- O lote 4 foi o que apresentou o menor valor de germinação; porém, todos os demais testes o classificaram como mais vigoroso que os lotes 2, 3 e 5;
- Neste exemplo, os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica foram os que forneceram resultados comparativos entre os lotes que melhor se relacionaram com os de emergência de plântulas em campo. Vale lembrar que menores valores de condutividade elétrica refletem maior integridade das membranas celulares e, portanto, maior vigor.

Quanto ao teste de tetrazólio, os valores de viabilidade das sementes obtidos devem ser próximos aos de germinação, sendo aceitável uma diferença de até 5 pontos percentuais a mais para os valores do teste de tetrazólio. Diferenças maiores geralmente refletem a infecção das sementes por fungos que se desenvolvem durante o processo de germinação, prejudicando-a.

Por esse motivo, para soja, foi idealizado pelos pesquisadores da Embrapa Soja um sistema denominado Diagnóstico Completo, para ser usado no programa de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes, abrangendo os testes de germinação, de tetrazólio (avaliação de viabilidade, vigor e danos mecânicos, causados por percevejos e por deterioração de umidade) e de sanidade, de forma que o de tetrazólio indica o grau de deterioração e qualidade fisiológica das sementes; o de sanidade, a associação principalmente de fungos a essas sementes; e o de germinação, a expressão do potencial de germinação associado ao desenvolvimento de fungos presentes nas sementes.

Além disso, mais de 10% de sementes com perda de viabilidade

(classes 6 a 8) por conta dos danos mecânicos, causados por percevejos e por umidade, identificados no teste de tetrazólio, podem indicar problema muito sério.

4. Análise de imagens na avaliação de sementes

O aperfeiçoamento de metodologias de avaliação da qualidade de sementes e a inclusão de alternativas inovadoras, com enfoque em padronização, objetividade, redução do tempo requerido para a realização dos testes e repetitividade da informação fornecida, são premissas essenciais à evolução de programas de controle de qualidade na produção de sementes.

Os sistemas de análise de imagens tornaram-se atraentes para a avaliação da qualidade e classificação de produtos agrícolas, por conta do estágio de evolução tecnológica atual, que se reflete na rapidez de captação de imagens digitais e do processamento de dados informatizados e na crescente diminuição dos custos, relacionados à adoção dessas técnicas.

Nesse contexto, a captura e o processamento de imagens de plântulas, de sementes ou de suas partes, têm permitido o estabelecimento de relações entre morfologia, integridade e desenvolvimento, bem como a determinação do potencial fisiológico.

Análise de imagens da morfologia interna de sementes

A morfologia interna de sementes pode ser visualizada por meio de técnicas de análise de imagens, destacando-se o teste de raios-X, indicado nas Regras Nacionais e Internacionais de Análise de Sementes, para diferenciação entre sementes cheias e vazias, danificadas por insetos ou fisicamente. Esse teste teve sua eficiência amplamente comprovada pela pesquisa, na identificação de danos mecânicos em sementes, a partir do final da década de 1990. Atualmente, o teste tem sido usado em programas de controle de qualidade e também como ferramenta auxiliar nos estudos morfológicos de sementes de diferentes espécies.

A viabilidade da semente submetida ao comprimento de onda dos raios-X não é comprometida devido às baixas doses de

radiação aplicadas, permitindo a visualização das estruturas internas e a realização de testes adicionais com a mesma semente; por isso, as pesquisas desenvolvidas nesse assunto têm procurado relacionar a morfologia interna de sementes com a germinação ou com a morfologia das plântulas.

O florescimento do algodão não é uniforme e, assim, a polinização, a fertilização e a maturação tampouco o são; consequentemente, sementes maduras podem apresentar variações estruturais significativas, incluindo a ocorrência de anormalidades que podem afetar a germinação e o vigor. Uma das variações morfológicas resultante desta situação e provavelmente relacionada ao desempenho da semente é o grau de desenvolvimento do embrião. Pesquisa realizada na Universidade de São Paulo, em Piracicaba, confirmou a possibilidade de uso do teste de raios-X para determinar essa característica em sementes de algodão, expressa pela área da semente ocupada pelo embrião ou pelo espaço livre entre o embrião e o tegumento. Em pesquisas recentes realizadas em nível nacional e internacional comprovou-se que é possível associar a morfologia interna da semente de algodão ao potencial de germinação. Além de possibilitar a associação da ocorrência de danos mecânicos e injúrias causadas por insetos em áreas vitais da semente ao potencial de germinação, de acordo com pesquisa realizada no Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano, há elevada correlação positiva e significativa a 1% (87%) entre sementes de algodão com área interna preenchida superior a 75%, identificadas pelo teste de raios-X e o desenvolvimento de plântulas normais, obtidas no teste de germinação.

Pela combinação da análise de imagem computadorizada às técnicas de raios-X, tornou-se possível automatizar procedimentos que permitem a mensuração de áreas internas das sementes, permitindo, por exemplo, a obtenção de informações mais precisas sobre o grau de maturidade de sementes de algodão, com base na proporção da cavidade interna da semente ocupada pelo embrião. Pesquisadores

da Universidade Estadual de Ohio, nos Estados Unidos, desenvolveram um software, denominado Tomato Analyser (TA), para a avaliação semiautomática de características fenotípicas de frutos, e enfatizaram a possibilidade de utilizá-lo para avaliar características morfológicas de sementes. No entanto, o primeiro trabalho que mostrou efetivamente seu potencial para essa finalidade, inclusive em sementes de algodão, foi realizado por pesquisadores brasileiros em 2010, na Universidade de São Paulo em Piracicaba.

Em imagens obtidas por meio de um equipamento de raios-X, digitalizadas e processadas em um computador, o TA pode definir parâmetros baseados na identificação dos limites externos de cada parte constituinte e sua relação, geralmente, com a região do perímetro de cada semente avaliada; dessa forma, pode substituir a determinação de alguns atributos morfológicos, estimados subjetivamente, permitindo maior rapidez na análise morfológica e com maior grau de consistência e repetitividade.

As sementes são examinadas individualmente, e o software é capaz de traçar, em cores diferentes, o perímetro externo da semente e do embrião. Após análise e avaliação de

cada semente, o TA gera automaticamente números para os parâmetros analisados; o espaço livre entre o embrião e o tegumento também é identificado. Após análise e processamento da imagem e realização dos cálculos pelo software, o arquivo de cada semente é salvo em uma pasta previamente identificada do computador. Tanto o arquivo do TA como o manual de instruções podem ser acessados gratuitamente no site http://oardc.osu.edu/vanderknaap/tomato_analyzer.php.

O software Quant, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, em 2002, para quantificar a severidade de doenças em folhas, através de imagens digitais também foi testado recentemente para a obtenção da porcentagem de espaços preenchidos e vazios de cada semente de algodão de cinco cultivares, visando relacioná-los com a classificação da plântula obtida, em duas categorias: 1 – normais (com raiz primária e plúmula desenvolvidas) e 2 – anormais (uma ou as duas estruturas subdesenvolvidas), concluindo-se que esse programa também pode ser usado como ferramenta auxiliar na análise de imagens do teste de raios-X, com elevada correlação com o desenvolvimento de plântulas.

| Análise de Raios-X | | |
|---|--|--|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <i>A visualização das estruturas internas da semente, sem comprometer sua viabilidade, possibilita a visualização de danos mecânicos ou causados por insetos e espaços cheios e vazios, relacionando-os à germinação e à morfologia de plântulas.</i> | <i>200 sementes são identificadas individualmente e dispostas em suportes de acrílico, fixadas com fita dupla face e expostas a intensidade de radiação de 32 kV, em aparelho de raios-x, Faxitron MX-20, durante 25 segundos. As imagens obtidas são digitalizadas e processadas em computador.</i> | <i>A análise das sementes é realizada individualmente, com o auxílio de um software que permite avaliar características morfológicas de sementes, como o Tomato Analyser ou o Quant.</i> |

Análise de imagens de plântulas

O uso da análise de imagens também tem sido direcionado à avaliação de plântulas. Foi desenvolvido em 2001, na Universidade Estadual de Ohio, nos Estados Unidos, um sistema para indexar automaticamente o vigor de sementes a partir da análise computadorizada de imagens de plântulas, denominado Seed Vigor Imaging System (SVIS); plântulas de alface foram “escaneadas”, e suas partes, identificadas e marcadas por software específico.

Após o processamento das imagens das plântulas no computador, é possível obter, simultaneamente, dados referentes ao comprimento da raiz primária, do hipocótilo e da plântula toda, a relação raiz/hipocótilo

e parâmetros baseados na velocidade e na uniformidade de desenvolvimento, além do cálculo de um índice de vigor. Pesquisas com esse sistema têm sido desenvolvidas principalmente na Universidade Estadual de Ohio (EUA) e na Universidade de São Paulo, em Piracicaba, adaptando-o com sucesso para avaliar o potencial fisiológico de sementes de culturas como soja, milho, melão e algodão. A principal vantagem da utilização desse método, em comparação à metodologia tradicional dos testes de vigor que avaliam desempenho de plântulas, consiste na maior rapidez na análise das plântulas e na obtenção dos resultados informatizados, representando economia significativa de tempo.

| Análise de imagens computadorizadas de plântulas | | |
|---|---|---|
| Princípio | Procedimento | Avaliação |
| <p>a) A uniformidade e a rapidez de emergência de plântulas são componentes importantes do vigor de sementes.</p> <p>b) Lotes de um mesmo genótipo que apresentarem os maiores valores médios de comprimento médio de plântulas ou de partes destas são mais vigorosos.</p> | <p>Germinação de 200 sementes, a 25°C, durante três dias, distribuídas em repetições de 25 sementes, dispostas no terço superior de rolos de papel-toalha, umedecidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Plântulas normais e anormais e sementes não germinadas são transferidas para uma folha de cartolina preta com 30 cm x 22 cm. A folha é colocada em um escâner, disposto de cabeça para baixo dentro de uma caixa de alumínio com dimensões de 60 cm x 50 cm x 12 cm e operado pelo software Photosmart, com resolução de 100 dpi. Plântulas e sementes não germinadas são escaneadas.</p> | <p>A análise das plântulas é realizada com o auxílio do software Seed Vigor Imaging System (SVIS®), obtendo-se os valores médios para o índice de vigor das sementes, uniformidade de desenvolvimento e comprimento de plântulas.</p> |

5. Qualidade sanitária

A qualidade sanitária das sementes de algodão também é de extrema importância para obtenção de estande adequado e para assegurar uma boa produtividade da lavoura, evitando-se a ocorrência de doenças cujos agentes causais são transmitidos pelas sementes, como a murcha de Fusarium ou fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum*; *Fusarium moniliforme*), tombamento causado por *Rhizoctonia solani*, mancha angular (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*) e a ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*). *Botryodiplodia theobromae* causa a morte de sementes de algodão.

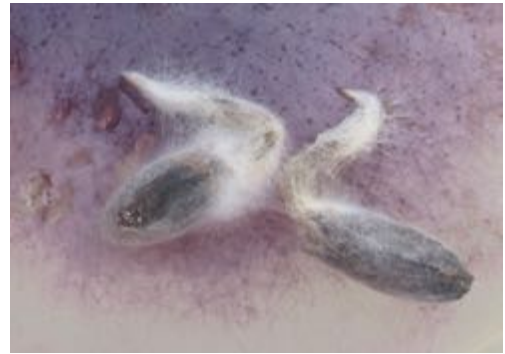
Na safra 2017/2018 e, principalmente, na

2018/2019, a ramulose apareceu com frequência no algodoeiro, nas regiões Centro e Centro Leste de Mato Grosso; havia anos que não se registrava a incidência do patógeno nas áreas de produção do Estado. A principal forma de disseminação do fungo causador dessa doença é por meio de sementes infectadas. O mesmo ocorre com a murcha de Fusarium do algodoeiro, que antes estava restrita a poucas áreas na região Centro-Leste do Estado e, atualmente, vem sendo observada em outras regiões, possivelmente disseminada via sementes infectadas. Assim, é fundamental assegurar a sanidade das sementes utilizadas para minimizar a distribuição desses importantes patógenos nas áreas de produção.

Fungos causadores de doenças em sementes de algodoeiro



C. gossypii var. *cephalosporioides* (Ramulose)



F. oxysporum f. sp. *vasinfectum* (Murcha de Fusarium)

Embora haja padrões de campo para *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*, *Verticillium albo-atrum* e *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, com tolerância zero, sendo obrigatório o arranquio e queima das plantas doentes, não há padrões definidos pelo Mapa para a detecção desses patógenos em sementes de algodão analisadas em laboratório. Logo, as análises de

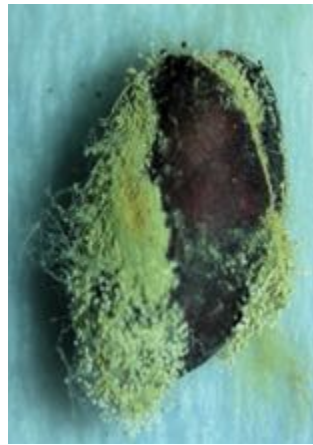
sanidade não são obrigatórias para a comercialização das sementes. Por esse motivo, são realizadas apenas por solicitação do produtor de sementes interessado no controle de qualidade ou por agricultores que tenham interesse em conhecer essas informações.

Ainda, fungos como *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp e *Rhizopus* sp. podem associar-se às sementes no armazenamento.

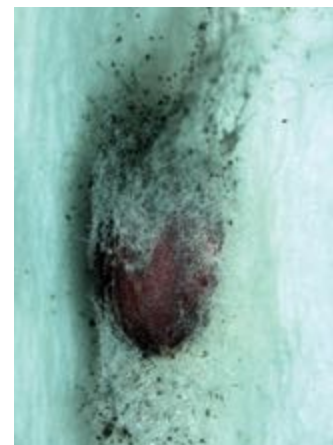
Fungo de armazenamento em sementes de algodão



Aspergillus sp.



Aspergillus sp.



Rhizopus sp.

Além do tratamento fungicida, já mencionado no item sobre armazenamento de sementes, o processo de deslincamento químico, realizado com ácido sulfúrico e neutralização com carbonato de cálcio a 2%, se tem mostrado uma prática extremamente

importante para a obtenção de sementes de algodão de maior qualidade sanitária.

No laboratório, o método mais usado para a detecção de fungos é o do papel de filtro (blotter test), e os resultados são informados em

porcentagem de sementes em que foi constatada a presença de determinado patógeno. Esse e outros métodos usados para avaliar a sanidade de sementes podem ser encontrados no Manual de Análises Sanitárias, no site <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes/view>.

Com base nos resultados obtidos nesses testes, o produtor de sementes pode tomar decisões quanto à realização de um tratamento com um fungicida específico para o controle de determinado fungo e quanto à comercialização ou não do lote analisado.

6. Qualidade genética

No Brasil já existem vinte opções de tecnologias de algodão transgênico liberadas para a comercialização pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), conforme a *Tabela 2*.

Segundo levantamento realizado pelo Instituto Mato-Grossense do Algodão na safra 2018/2019, dentro dos 1.106.436 ha cultivados no Estado havia a predominância da tecnologia Roundup Ready Flex™ Bollgard II™ (BG2RF) com 28% da área plantada, seguida das tecnologias WideStrike™ (WS), com 24.8%; Glytol™ (GL), com 21.3%; e Glytol™ x Twinlink™ (GLT), com 19.1%. As tecnologias Roundup Ready™ Bollgard™ (BGRR), LibertyLink™ (LL) e Roundup Ready Flex™ (RF) juntas representam somente 0.4%, enquanto o algodoeiro convencional (não transgênico) representa 1.3% do total (*Figura 1*). A participação entre as tecnologias é relativamente flutuante ao longo das safras, de forma que já existem tendências de diminuição de áreas plantadas com a tecnologia WS.

Entretanto, antes de serem comercializados em diferentes cultivares, cada um desses eventos, ou tecnologias, passou por uma série de estudos a fim de atestar sua inocuidade ao consumidor e ao meio ambiente. Assim, dentro de parâmetros de qualidade e responsabilidade estabelecidos, essas tecnologias vêm sendo empregadas pelos próprios detentores, ou licenciadas para programas de melhoramento de algodoeiro, que executam a introgressão dessas tecnologias em seus

materiais de elite, “convertendo” materiais convencionais em transgênicos, para então vender as sementes aos produtores de algodão. Nesse processo, tanto os programas de melhoramento como os multiplicadores são responsáveis pela qualidade genética das sementes transgênicas, a qual deve atender o limite mínimo de 97,3% de sementes apresentando a tecnologia pretendida em lotes comerciais, além de um limite máximo de 1% de presença indevida (presença adventícia) de eventos transgênicos não pretendidos.

Esses limites de qualidade podem ser facilmente ultrapassados como resultado da mistura de sementes ou de cruzamentos não controlados entre plantas diferentes. Portanto, o monitoramento é constante e só pode ser realizado satisfatoriamente por instituições e empresas especializadas. Nesses locais, a checagem de pureza genética pode ser realizada por intermédio de técnicas precisas como a reação em cadeia da polimerase, uma técnica de biologia molecular que permite a análise do DNA de cada planta e/ou semente, a fim de verificar ausência ou presença dos genes que compõem os eventos transgênicos.

O processo de análise genética inicia-se na extração e purificação de DNA (*Figura 2*), quando restos celulares e outras moléculas são separados do DNA por meio de processos de lise e etapas de centrifugação em altíssima velocidade. Em seguida, alíquotas de DNA purificado são depositadas em placas de PCR que comportam centenas de amostras (*Figura 3*); a estas também são adicionados reagentes que possibilitam a reação em cadeia da polimerase (PCR), assim como sondas marcadas com fluorescência, que se “ligam” aos genes a serem detectados. Após preparadas, as placas são colocadas em aparelhos específicos, que possibilitam a leitura do DNA de cada uma das amostras (*Figura 4*). Nesse momento, ocorre a detecção da fluorescência emitida pela sonda caso o gene analisado esteja presente; os resultados dessa leitura são então interpretados por um profissional capacitado, e um laudo é emitido.

Por outro lado, há também kits comerciais de fácil utilização que permitem a checagem da expressão de proteínas das tecnologias de algodoeiro transgênico. Esses kits podem ser adquiridos

com empresas como Enviroligix, RomerLabs e Agdia e são baseados em tiras de fluxo lateral (*Figura 5*) que detectam a proteína da tecnologia transgênica sem a necessidade de qualquer estrutura laboratorial, fornecendo o resultado em questão de minutos. Contudo, não

são adequados para análises em larga escala. Também deve-se levar em consideração que diferentes tecnologias expressam proteínas iguais ou muito similares (conforme exposto na *Tabela 2*), podendo gerar dificuldades na interpretação de resultados.

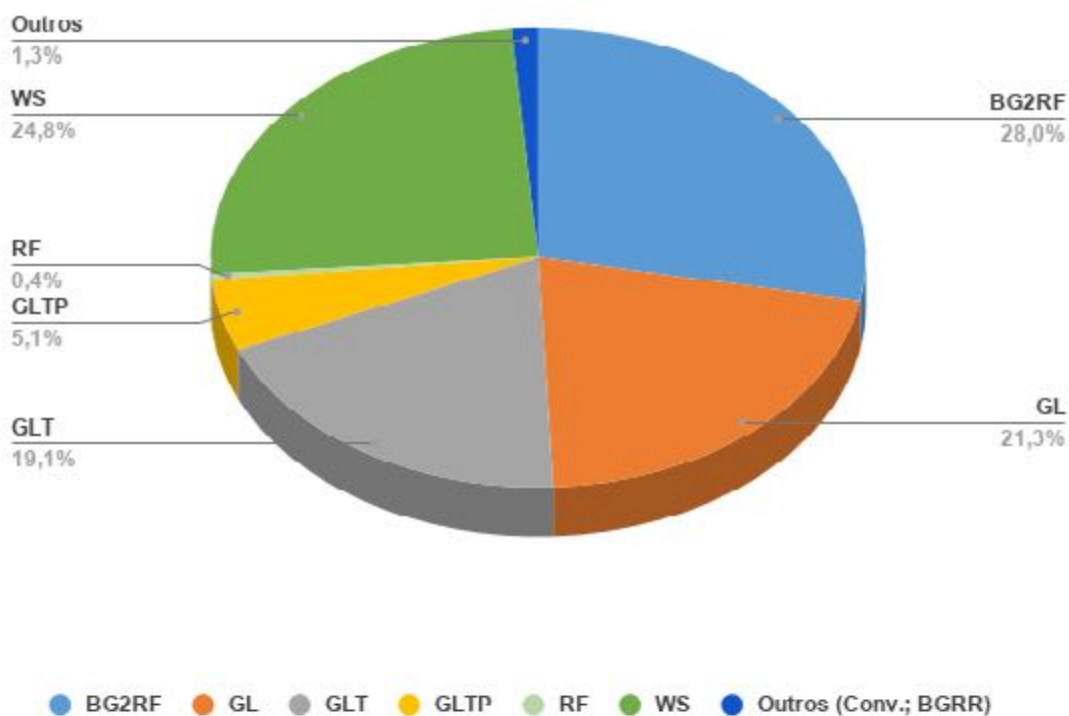


Figura 1. Participação de diferentes tecnologias de algodoeiro GM e não GM convencional na safra 2018/2019 em Mato Grosso



Figura 2. Processo de extração e purificação de DNA

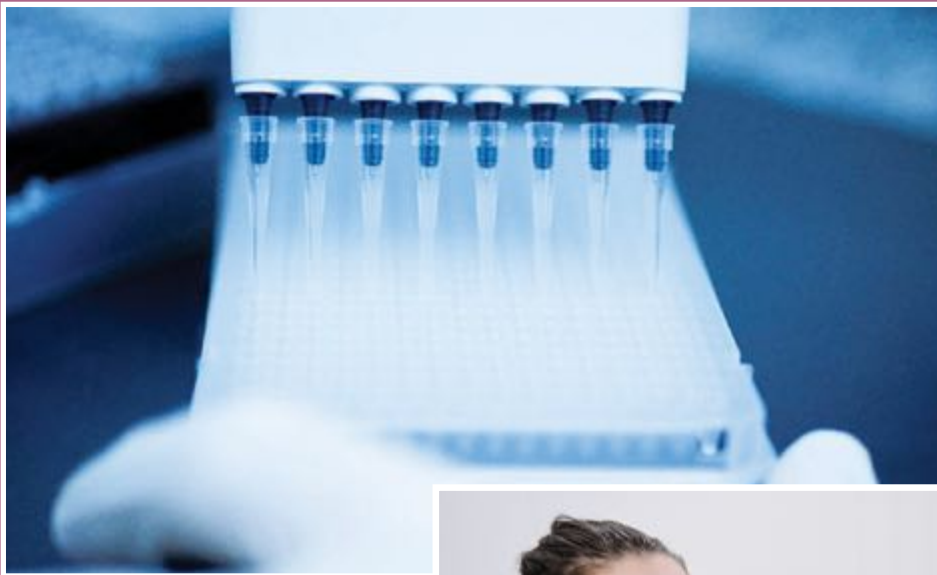


Figura 3. Preparação de placa de PCR



Figura 4. Aparelhos de análise de DNA



Figura 5. Teste de expressão de proteína com tira de fluxo lateral

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

Tabela 2. Tecnologias de algodoeiro GM já liberadas para comercialização no Brasil

| Nome comercial (tecnologia) | Eventos que compõe a tecnologia | Característica | Proteínas expressas pela tecnologia | Requerente da liberação comercial | Ano de aprovação para comercialização |
|-----------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Bollgard I | MON531 | Resistente a insetos | Cry1Ac | Monsanto | 2005 |
| Roundup Ready | MON1445 | Tolerante a Herbicida | CP4-EPSPS | Monsanto | 2008 |
| Liberty Link | LLCotton25 | Tolerante a herbicida e resistência a insetos | PAT | Bayer | 2008 |
| BGRR | MON531&MON1445 | Tolerante a herbicida e resistência a insetos | Cry1Ac/ CP4-EPSPS | Monsanto | 2009 |
| Widestrike | 281-24-236 & 3006-210-23 | Resistente a Insetos | Cry1Ac /Cry1F/ PAT | Dow Agrosciences | 2009 |
| BGII | MON15985 | Tolerante a herbicida | Cry2Ab2/ Cry1Ac | Monsanto | 2009 |
| GlyToI | GHB614 | Resistente a insetos e tolerante a herbicidas | 2mEPSPS | Bayer | 2010 |
| TwinLink | T304-40 & GHB119 | Tolerante a herbicida | Cry1Ab/ Cry2Ae/ PAT | Bayer | 2011 |
| MON88913 | MON88913 | Tolerante a herbicida e resistência a insetos | CP4-EPSPS | Monsanto | 2011 |

(Fonte: Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Última Atualização: 04/02/2019)

Continuação ---->

Tabela 2. Continuação

| Nome comercial (tecnologia) | Eventos que compõe a tecnologia | Característica | Proteínas expressas pela tecnologia | Requerente da liberação comercial | Ano de aprovação para comercialização |
|--------------------------------------|--|---|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| GlytolxTwinLink (GLT) | GHB614 x T304-40 x GHB 119 | Tolerante a herbicida | Cry1Ab/ cry2Ae/ 2mepsps | Bayer | 2012 |
| GTxLL (GL) | GHB614 x LLCotton25 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | 2mepsps/bar | Bayer | 2012 |
| BGIIFlex | MON 15985 x MON 88913 | Tolerante a herbicidas e resistente a insetos | Cry1Ac/Cry2Ab2 CP4-EPSPS | Monsanto | 2012 |
| BGIIIRRFlex | COT102 x MON 15985 x MON 88913 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | Vip3A/CryIac/ Crv2Ab2/ CP4 EPSPS | Monsanto | 2016 |
| GlytolxTwinLinkxVipCot (GLTP) | GHB614 x T304-40 x GHB119 x COT102 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | Cry1Ab/ cry2Ae/ 2mepsps/ VIP3A | Bayer | 2017 |
| DGT | MON 88701 | Tolerância a herbicidas | dmo / bar | Monsanto | 2017 |
| Widestrike 3 | DAS-21023-5 x DAS-24236-5 x SYN-IR102-7 | Resistência a insetos | Cry1Ac / Cry1F / VIP3A | Dow | 2018 |
| Enlist | DAS81910 | Tolerante a herbicidas | PAT/ AAD-12 | Dow | 2018 |
| TwinLinkxVipCot | T304-40 x GHB 119 x COT102 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | Cry1Ab / Cry2Ae / bar / Vip3A(a) | BASF | 2018 |
| RRFlexDGT | MON88913 x MON88701 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | cp4 epsps/ dmo/ pat | Monsanto | 2018 |
| BGIIIRRFlexDGT | COT102 x MON 15985 x MON 88913 x MON 88701 | Tolerante a herbicida e resistente a insetos | Vip3A/Cry1Ac/ Cry-2Ab2/ cp4 epsps/ dmo/ pat | Monsanto | 2018 |

Escolha da variedade



Patricia M.
Coury de
Andrade Vilela
IMAmt



Jean-Louis
Bélot
IMAmt

Desde o início do cultivo do algodoeiro mecanizado em Mato Grosso, os trabalhos de melhoramento genético proporcionaram significativos ganhos genéticos, possibilitando a comercialização de variedades adaptadas ao clima, ao solo e ao sistema de produção do Estado, resultando em alto potencial produtivo e qualidade de fibra. O algodão é cultivado em Mato Grosso sob condições tropicais úmidas, necessitando de variedades com alta resistência e/ou tolerância às principais doenças foliares, como ramulose e mancha de ramulária, e aos nematoides.

Assim, uma variedade é definida por um conjunto de características, como arquitetura da planta, duração do ciclo (variedades precoce, intermediária e tardia), potencial produtivo, rendimento e qualidade de fibra e resistência/tolerância às principais doenças e nematoides.

Na escolha de uma variedade, o potencial produtivo, geralmente, é a característica principal; ele indica a produtividade que pode ser alcançada quando todos os fatores (água, luz, nutrientes, controle de pragas, doenças etc.) estiverem disponíveis em condições de lavoura. Porém, as condições de ambiente podem afetar significativamente a expressão desse potencial produtivo, assim como a qualidade da fibra, e cada variedade pode responder diferentemente ao local ou época, o que chamamos de interação variedade x ambiente; portanto, a escolha correta da variedade é de extrema importância. Em função da complexidade dessas interações, é de fundamental importância para a sustentabilidade do sistema como um todo que o produtor opte por plantar mais de uma variedade, independentemente do sistema que

ele for utilizar, safra, segunda safra e/ou adensado, a fim de minimizar o risco produtivo na propriedade.

1. Eventos transgênicos

As variedades são também o suporte para inserção das novas tecnologias transgênicas (*traits*), que conferem características particulares à planta. Essas biotecnologias são atualmente de dois tipos, conferindo propriedades de resistência a alguns herbicidas ou a insetos-praga do algodoeiro. A instituição regulatória no Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), já liberou muitos eventos transgênicos para o algodoeiro (*Tabela 2* - capítulo 11), porém, muitos deles ainda não estão disponíveis comercialmente em variedades adaptadas para as condições de Mato Grosso.

Todas essas biotecnologias, presentes “na semente”, estão protegidas por patentes, o que leva à obrigação de pagamento de uma taxa tecnológica (*royalties*) para seu uso por parte dos produtores, sendo proibida a produção de sementes próprias dessas variedades sem o recolhimento dessa taxa.

Para a safra 2019/2020, as taxas tecnológicas para cada hectare cultivado foram aproximadamente as seguintes: US\$ 64,25 para RF, US\$ 80,00 para GL, US\$ 145,00 para WideStrike, US\$ 240,00 para GLT e B2RF, US\$ 266,00 para GLTP.

Outro ponto importante, visando a preservação da eficiência desses *traits* para resistência a herbicidas e inseticidas, é respeitar certas regras de manejo em campo. No caso do uso de *traits* inseticidas, o produtor precisa plantar conjuntamente ao talhão transgênico algumas faixas com material convencional, chamadas de “refúgio”, constituídas de 20%

da superfície plantada com variedade convencional com manejo específico (www.planterefugio.com.br). Respeitar essas regras é de suma importância para a sustentabilidade dessas tecnologias ao longo do tempo, mantendo-as efetivas, o que é de interesse do produtor.

2. Adoção das variedades

As variedades mais plantadas em Mato Grosso na safra de 2018/2019 são apresentadas na *Tabela 1*.

A adoção das variedades (germoplasma) e das tecnologias (biotecnologias) dependem de diversos fatores que iremos comentar em seguida.

Tabela 1. Variedades de algodão em MT - Safra 2018/2019

| Variedade | % |
|--------------|-------|
| FM 944GL | 19,94 |
| TMG 81WS | 19,10 |
| TMG 44B2RF | 15,35 |
| FM 954GLT | 8,61 |
| TMG 47B2RF | 8,23 |
| FM 983GLT | 5,35 |
| FM 975WS | 5,26 |
| FM 985GLTP | 5,08 |
| FM 906GLT | 3,13 |
| IMA 5801B2RF | 2,78 |
| FM 940GLT | 1,56 |
| IMA 2106GL | 1,37 |
| Outras | 4,25 |

(Fonte: Ampa, 2019)

2.1 Comportamento agrônomico e qualidade da fibra produzida

Dois exemplos ilustram o peso do germoplasma na adoção das cultivares, independentemente da biotecnologia carregada.

É o caso da TMG 81WS, variedade de alto potencial produtivo, às vezes limitada por algumas características de sua fibra. Apesar de carregar uma tecnologia WideStrike cada vez menos eficaz para o controle de pragas lepidópteras do gênero *Spodoptera*, ela mantém um mercado importante devido a sua alta produtividade e estabilidade.

A mesma situação ocorre para as duas variedades FM 944GL e IMA 2106GL, unicamente resistentes aos herbicidas glifosato e glufosinato. São materiais comercializados inicialmente para serem usados como refúgios de variedades Bt/GLT, porém o sucesso delas vem principalmente em função de seu potencial produtivo e mais ainda por conta de sua alta qualidade de fibra. Pode-se

dizer que a fibra desses dois materiais é o parâmetro de qualidade de fibra.

Dentro das características agrônomicas importantes, os produtores precisam prestar muita atenção às características de tolerância e/ou de resistência às diversas doenças e aos nematoides presentes nas lavouras de algodão de Mato Grosso (*Tabela 1* do capítulo 18, pag. 247).

Uma nova variedade, IMA 5801B2RF, entrou no mercado na safra 2018/2019, conferindo resistência ao nematoide-das-galhas. Essa característica de resistência é conferida à variedade pela introdução de genes de variedades Upland, e, portanto, não são transgenes sujeitos à cobrança de *royalties* suplementares.

A variedade reduz drasticamente a quantidade de galhas nas raízes (*Figura 1*), com fator de reprodução do nematoide significativamente inferior a 1, no mesmo patamar que o fator de reprodução do nematoide-das-galhas de espécies resistentes, como *Crotalaria* spp.

(Imagem: R. Galbieri)



Figura 1. Redução do índice de galhas nas raízes da variedade IMA 5801B2RF

Em nível de campo, o cultivo dessa variedade permite obter altas produtividades

de fibra por hectare, com redução drástica das populações do nematoide (*Figura 2*).

(Fonte: R. Galbieri)

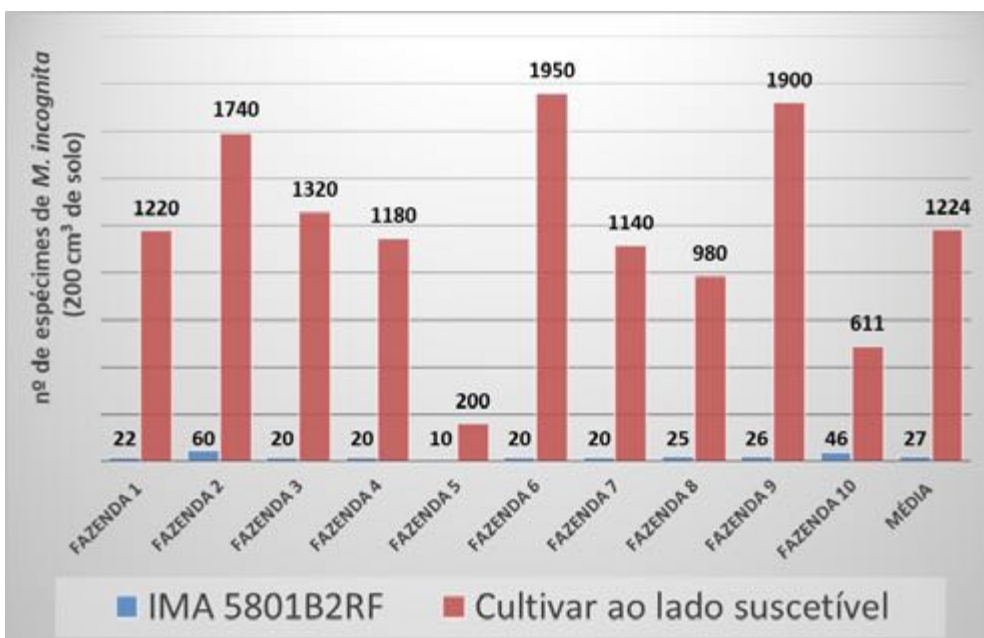


Figura 2. População de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro aos 70-90 dias após o plantio. Cada fazenda teve pelo menos um talhão ou faixa com IMA 5801B2RF comparado com o talhão ou faixa ao lado com cultivar suscetível ao nematoide. Cada dado corresponde a trinta pontos amostrados

Assim, esse tipo de resistência incorporado à variedade de boa adaptabilidade às condições de Mato Grosso fornece uma ferramenta muito importante para o manejo integrado dos nematoides.

2.2 Biotecnologia usada na variedade

Apesar de serem de alto custo, as tecnologias

GLT, GLTP e Bollgard IIRFlex™ apresentam controle significativo das pragas lepidópteras, tornando-se interessantes para os produtores. Ademais, as empresas obtentoras começam a apresentar variedades perfeitamente adaptadas ao Cerrados com essas tecnologias, com bons comportamentos agrônômicos e alta qualidade de fibra.

As últimas biotecnologias para a resistência a lepidópteros são GLTP, WideStrike3™ e Bollgard IIRFlex™.

Todas incorporam o gene vip3A, muito eficiente para o controle de *Spodoptera* spp.

Porém, as empresas de biotecnologia não tem novidades a médio/longo prazo para o controle dessas pragas, sendo indispensável preservá-la com uso adequado de refúgios nas lavouras.

2.3 Qualidade da fibra produzida

A qualidade da fibra produzida por cada cultivar e sua estabilidade em diversas condições de cultivo podem ser elemento importante no momento da escolha da variedade. Grandes grupos produtores, que exportam boa parte de sua produção no mercado internacional com base em contratos futuros, precisam de segurança em relação à qualidade da fibra produzida.

A fim de orientar melhor os produtores a escolher as variedades em função da qualidade da fibra, dois tipos de trabalhos são realizados, complementando as informações fornecidas diretamente pelos obtentores de cada variedade.

a) Resultados de ensaios comparativos ou de faixas demonstrativas

Esses resultados apresentam dados comparativos

entre variedades cultivadas nas mesmas condições, geralmente com dispositivos estatísticos. Tais dados são interessantes para saber qual variedade apresenta melhor qualidade de fibra em condições específicas de cultivo. Porém, geralmente esses ensaios são conduzidos em um número reduzido de localidades, nem sempre representativas da fazenda do produtor. Todos os obtentores têm à disposição dos produtores esse tipo de resultado, comparando novas variedades com as variedades mais plantadas de cada região.

No caso do IMAmt, são conduzidos anualmente 5 ensaios que permitem realizar essas comparações (Tabelas 2). Esses ensaios são conduzidos em Primavera do Leste, Campo Verde, Sorriso, Campo Novo do Parecis e Sapezal.

Tabela 2. Resultados agrônômicos e de qualidade de fibra de 5 ensaios comparativos de variedades comerciais - IMAMt - Safra 2017/2018

| Materiais | Produtividade fibra por hectare | | | | | | RF |
|---------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
| | Prod. F/ha | Prod. F/ha | Prod. F/ha | Prod. F/ha | Prod. F/ha | Prod. F/ha | |
| | C. Verde | CNP | PVA | SRS | SAP | Média | % |
| BRS 430B2RF | 2467 | 2136 | 2565 | 2202 | 2544 | 2383 | 37,5 |
| BRS 432B2RF | 2111 | 1954 | 2554 | 2120 | 2877 | 2323 | 37,9 |
| BRS 433FLB2RF | 1962 | 1730 | 2197 | 1788 | 2332 | 2002 | 34,1 |
| DP 1536B2RF | 2119 | 2356 | 2489 | 2098 | 3113 | 2435 | 38,7 |
| DP 1637B2RF | 2611 | 2762 | 3129 | 2445 | 3522 | 2894 | 43,3 |
| DP 1734B2RF | 2888 | 2853 | 2969 | 2389 | 3089 | 2838 | 44,9 |
| DP 1746B2RF | 2989 | 2104 | 3152 | 2567 | 3107 | 2784 | 45,4 |
| FM 906GLT | 2456 | 2522 | 2367 | 2242 | 3173 | 2552 | 40,7 |
| FM 944GL | 2985 | 2718 | 2630 | 2480 | 3382 | 2839 | 41,0 |
| FM 954GLT | 2235 | 2252 | 2510 | 2627 | 3167 | 2558 | 41,9 |
| FM 975WS | 2796 | 2686 | 2489 | 2447 | 3231 | 2730 | 40,6 |
| FM 983GLT | 2742 | 2260 | 2913 | 2425 | 3093 | 2687 | 41,2 |
| FM 985GLTP | 2458 | 2411 | 3004 | 2597 | 2951 | 2684 | 41,3 |
| IMA 2106GL | 2760 | 2804 | 2766 | 2262 | 3171 | 2753 | 41,9 |
| IMA 8405 GLT | 2505 | 2533 | 2744 | 2396 | 3232 | 2682 | 41,7 |
| IMA 5801B2RF | 2036 | 2556 | 2711 | 2327 | 2874 | 2501 | 38,9 |
| IMA 6801B2RF | 2068 | 2434 | 2013 | 2037 | 3290 | 2369 | 42,1 |
| IMA 7501WS | 2244 | 2197 | 2435 | 2227 | 2894 | 2399 | 40,6 |
| IMA 8001WS | 2706 | 2465 | 3247 | 2475 | 2794 | 2737 | 43,2 |
| TMG 42WS | 2505 | 2142 | 2445 | 1991 | 2381 | 2293 | 39,6 |
| TMG 81WS | 2240 | 2842 | 2923 | 2466 | 3130 | 2720 | 41,5 |
| TMG 44B2RF | 2560 | 2644 | 2445 | 2247 | 3449 | 2669 | 41,6 |
| TMG 47B2RF | 2157 | 2394 | 2776 | 2397 | 3220 | 2589 | 43,2 |
| TMG 61RF | 2348 | 2571 | 2579 | 2680 | 3529 | 2741 | 46,9 |
| TMG 62RF | 2350 | 2604 | 2648 | 2127 | 3204 | 2587 | 41,6 |
| CV% do ensaio | 10,7 | 10,1 | 12,8 | 9,3 | 9,1 | | |

Prod. F/ha: produção fibra por hectare; RF: rendimento de fibra; PMC: peso médio capulho; ALT: altura da planta; PREC: precocidade (1-tardio; 5-precoc); LEN: comprimento da fibra; UN: uniformidade; STR: resistência da fibra; EL: alongamento; MIC: índice micronaire; Rd: índice de reflectância; +b: índice de amarelo; SFC: índice de fibras curtas; SCI: índice de fiabilidade

As características HVI são determinadas em amostras de fibra de capulhos do terço médio da planta. É sempre importante lembrar que essas comparações são válidas para as localidades

de testes e para as condições climáticas do ano; em anos de perfil climático diferente, poderá haver alterações de classificação de qualidade de fibra entre as variedades. Outro ponto

Tabela 2. Continuação

| PMC | ALT | PREC | Características da Fibra com HVI | | | | | | | | |
|------|-----|------|----------------------------------|------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | | | LEN | UN | STR | EL | MIC | Rd | +b | SF | SCI |
| g | cm | | mm | % | g/tex | % | | | | % | |
| 5,36 | 130 | 2,2 | 30,5 | 83,9 | 30,4 | 7,2 | 4,6 | 80,7 | 8,3 | 6,3 | 143 |
| 5,40 | 125 | 2,4 | 30,6 | 84,2 | 30,6 | 7,2 | 4,6 | 80,3 | 8,4 | 6,1 | 145 |
| 6,70 | 137 | 1,8 | 32,3 | 85,0 | 33,7 | 7,0 | 4,5 | 80,0 | 8,6 | 4,7 | 162 |
| 5,52 | 122 | 3,4 | 30,3 | 84,7 | 32,8 | 6,8 | 4,7 | 80,6 | 8,1 | 5,9 | 152 |
| 4,58 | 125 | 2,1 | 30,9 | 83,6 | 32,0 | 6,9 | 4,6 | 81,8 | 8,0 | 6,3 | 148 |
| 5,16 | 119 | 2,5 | 30,9 | 83,6 | 31,6 | 6,9 | 4,6 | 81,8 | 7,8 | 6,2 | 146 |
| 5,48 | 130 | 2,2 | 31,6 | 85,5 | 31,6 | 7,3 | 4,6 | 80,9 | 8,3 | 5,0 | 156 |
| 6,38 | 102 | 3,8 | 29,3 | 82,7 | 29,2 | 6,9 | 4,4 | 80,1 | 7,6 | 7,5 | 133 |
| 5,92 | 120 | 2,6 | 30,6 | 84,3 | 32,0 | 7,1 | 4,6 | 81,3 | 7,7 | 6,0 | 150 |
| 5,07 | 119 | 2,2 | 31,4 | 83,9 | 31,9 | 6,8 | 4,4 | 80,8 | 7,9 | 5,5 | 151 |
| 6,15 | 127 | 2,2 | 30,0 | 83,2 | 31,6 | 7,1 | 4,6 | 81,2 | 7,9 | 6,8 | 143 |
| 5,45 | 140 | 1,5 | 30,6 | 82,1 | 30,9 | 6,6 | 4,6 | 81,3 | 8,0 | 7,1 | 136 |
| 5,26 | 135 | 1,7 | 31,0 | 83,0 | 29,0 | 6,8 | 4,5 | 81,6 | 7,9 | 6,6 | 137 |
| 5,99 | 120 | 2,6 | 30,8 | 83,7 | 31,2 | 7,2 | 4,6 | 81,0 | 7,8 | 6,1 | 145 |
| 5,61 | 135 | 1,3 | 30,6 | 82,8 | 30,2 | 6,9 | 4,6 | 81,7 | 7,8 | 6,9 | 138 |
| 6,77 | 130 | 3,1 | 30,1 | 84,5 | 31,0 | 6,8 | 4,8 | 80,3 | 7,9 | 6,0 | 145 |
| 5,87 | 107 | 2,9 | 30,8 | 83,9 | 30,4 | 7,5 | 4,7 | 80,6 | 8,2 | 5,9 | 142 |
| 7,27 | 130 | 1,2 | 29,1 | 83,8 | 31,6 | 7,7 | 5,0 | 80,1 | 9,0 | 6,5 | 139 |
| 5,99 | 136 | 2,1 | 30,7 | 85,6 | 33,1 | 6,8 | 4,5 | 80,6 | 8,2 | 5,4 | 160 |
| 5,08 | 114 | 1,9 | 29,5 | 83,9 | 30,4 | 7,0 | 4,5 | 81,1 | 7,9 | 6,4 | 142 |
| 6,34 | 131 | 1,9 | 28,6 | 83,6 | 31,5 | 7,2 | 4,8 | 81,0 | 8,3 | 6,5 | 139 |
| 5,24 | 119 | 2,4 | 30,6 | 83,7 | 31,0 | 6,6 | 4,4 | 82,0 | 7,7 | 6,4 | 147 |
| 4,64 | 109 | 2,0 | 30,3 | 83,0 | 30,4 | 6,5 | 4,3 | 81,1 | 8,0 | 7,1 | 141 |
| 5,02 | 115 | 2,7 | 30,2 | 84,0 | 32,1 | 7,6 | 4,6 | 79,8 | 8,3 | 6,1 | 147 |
| 6,07 | 122 | 2,6 | 30,0 | 83,9 | 30,0 | 7,6 | 4,7 | 80,6 | 8,3 | 6,3 | 140 |
| | | | | | | | | | | | |

importante a ser lembrado quando da avaliação das cultivares é que as amostras de fibra são do terço médio da planta, sendo que existe um gradiente de qualidade de fibra entre os capulhos do baixeiro e do ponteiro. Esses parâmetros HVI podem não refletir muito bem a qualidade de um talhão.

b) Resultados de amostragem de talhões

No marco do projeto de “Qualidade da fibra

de Mato Grosso”, todo ano foi realizado o monitoramento detalhado da qualidade da fibra produzida, fazendo-se uma amostragem da colheita total de talhões devidamente identificados (variedades, épocas de plantio etc.), representando ao redor de 20% dos talhões plantados no Estado.

De cada talhão é colhida uma amostra de 1,5-2,5 kg de algodão em caroço (a partir dos módulos ou dos fardos em rolo, colhidos no talhão),

representando, a cada safra, um total de 1.200-1.700 amostras das diversas regiões produtoras de Mato Grosso, que são levadas para a estação experimental do IMAmt de Primavera do Leste e descaroadas na mesma máquina, composta de um extrator tipo Mitchell, da Lummus, e de um descaroador de cinquenta serras do fabricante nacional Máquinas Arius. A fibra é, em seguida, encaminhada para o laboratório da Unicotton, para avaliação das características HVI.

Apresentam-se, geralmente, os resultados de duas maneiras diferentes: uma tabela de média e diversos gráficos de distribuição de valores dos principais parâmetros HVI. Eles são publicados em circulares técnicas do IMAmt.

Os gráficos de distribuição de valores são particularmente interessantes, porque dão uma ideia da probabilidade de uma cultivar produzir fibra com características HVI abaixo de um limite inferior, prejudicial para a comercialização. É o que mostra a circular técnica CT 23/2016 do IMAmt, que informa os histogramas de distribuição dos principais parâmetros para a variedade mais plantada, FM 975WS, durante a safra 2014/2015, e, para as demais variedades (Tabela 3), a porcentagem de amostras acima ou abaixo de certos valores. Variedades que apresentam tendências a ficar fora dessas zonas de deságio deverão ser preferidas no momento da escolha das variedades a serem plantadas na fazenda.

Tabela 3. Exemplo de resultados que podem ajudar na escolha da variedade

| | Variedade | Num. Amostras | % amostras Intervalo 3,5- 4,5 | % amostras Intervalo 3,8- 4,2 |
|----|--------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | FM 975WS | 368 | 93.2 | 50.0 |
| 2 | FM 940GLT | 65 | 87.7 | 46.2 |
| 3 | FM 944GL | 82 | 90.2 | 48.8 |
| 4 | FM 951LL | 35 | 97.1 | 31.4 |
| 5 | FM 980GLT | 28 | 85.7 | 50.0 |
| 6 | TMG 43WS | 38 | 84.2 | 39.5 |
| 7 | TMG 41WS | 14 | 78.6 | 7.1 |
| 8 | TMG 42WS | 66 | 84.8 | 53.0 |
| 9 | IMA 5675B2RF | 23 | 87.0 | 43.5 |
| 10 | IMA 2106GL | 15 | 93.3 | 53.3 |
| 11 | IMA 8405GLT | 21 | 76.2 | 33.3 |
| 12 | FM 910 | 18 | 100.0 | 61.1 |
| 13 | FM 913GLT | 24 | 87.5 | 54.2 |
| 14 | TMG 81WS | 135 | 61.5 | 22.2 |
| 15 | TMG 82WS | 25 | 80.0 | 44.0 |
| 16 | FM 982GL | 34 | 94.1 | 55.9 |
| 17 | DB 04B2RF | 7 | 42.9 | 14.3 |
| 18 | DP 1228B2RF | 8 | 100.0 | 50.0 |
| 19 | DP 1240B2RF | 7 | 71.4 | 57.1 |
| 20 | DP 1243B2RF | 10 | 90.0 | 50.0 |

Considerações finais

- A escolha da variedade é uma decisão de cada produtor, que será definida de acordo com as condições agroecológicas de sua propriedade;
- Sabe-se que a produtividade é o primeiro critério de escolha, porém outras características da variedade, como tolerância a doenças, nematoides ou às biotecnologias que ela carrega são importantes. A qualidade da fibra definirá o valor do ingresso comercial, portanto, é elemento-chave da rentabilidade do cultivo;
- Parte do potencial de qualidade de fibra é definido pelo genótipo, quer dizer, por meio da escolha da variedade; há muitos dados disponíveis para poder prever a qualidade da fibra que uma variedade produzirá. Esse jogo de dados de qualidade de fibra das diversas variedades utilizadas no Estado de Mato Grosso permite ter uma primeira ideia sobre o valor da fibra que será produzida em Mato Grosso, mas essa informação deverá ser confrontada com os dados de características de qualidade de fibra obtidas em talhões comerciais pelos produtores, nas diversas regiões de plantio.

A seguir, apresentamos a descrição das principais variedades comerciais dos obtentores trabalhando no Brasil. Os dados são de responsabilidade de cada empresa. Mais informações podem ser obtidas com o responsável da empresa (contatos em baixo das tabelas).

As variedades da BASF (variedades FiberMax)

não são apresentadas nesse documento devido a falta de resposta da empresa para completar o quadro com as principais características das variedades comerciais e lançamentos. Maiores informações em:

<https://agriculture.basf.com/br/pt/Proteção-de-Cultivos/FiberMax.html#variedades>

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores e com os obtentores

| VARIEDADES COMERCIAIS DA DELTAPINE- BAYER | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| | | DP 555 BGRR | DP 1536B2RF |
| Sistema de Produção Sugerido | | | |
| | Diferencial do cultivar | Tecnologia Bollgard RR | Tecnologia Bollgard2 RRflex |
| | Posicionamento do cultivar | Alta tecnologia | Alta tecnologia |
| | Restrições | Solos c/ nematoídes | Solos c/ nematoídes |
| | Época de Plantio | Regionalizado | Regionalizado |
| | População de Plantas | 100 mil | 85 a 95 mil |
| | Densidade Semeadura | 8 a 9 | 7 a 9 |
| | Fertilidade | Exigente | Exigente |
| | Regulador crescimento | Média Exigência/ Média Resposta | Alta Exigência/ Alta Resposta |
| Características Agronômicas | | | |
| | Ciclo | Médio / Precoce | Médio / Precoce |
| | Altura Plantas | Média | Baixa |
| | Deiscência de pluma | Alta | Baixa |
| | Resistente ao acamamento | Resistente | Resistente |
| Características tecnológicas de fibra | | | |
| | Rendimento de fibra % | 40 a 41 | 36 a 39 |
| | Resistência gf/TEX | 29,2 | 32,6 |
| | Micronaire ug/pol | 4,0 | 4,74 |
| Reação às doenças | | | |
| | Bacteriose | R | R |
| Resistente (R) | Doença Azul | MR | R |
| Medianamente res. (MR) / tol.(MT) | Ramulose | MR | MR |
| Medianamente susc. (MS) | Ramulária | S | S |
| Susceptível (S) | Nematoídes (Mel. e Roty.) | MS | MS |
| | Podridão de cápsulas | MS | MS |
| Pontos fortes | | Bollgard RR na mesma planta | Qualidade de Fibra |
| | | Alto potencial produtivo | Bollgard 2 e RRflex na mesma planta |
| | | Altamente prolifera | Plantio intermediário e fechamento |
| | | | Precocidade |
| Pontos fracos | | Controle de pulgão p / viroses | Controle inicial de ramulária |
| | | Deiscência | |

Continuação --->

Continuação --->

| VARIEDADES COMERCIAIS DA DELTAPINE- BAYER | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| DP 1746B2RF | DP 1637B2RF | DP 1734B2RF |
| Sistema de Produção Sugerido | | |
| Tecnologia Bollgard2 RRFlex | Tecnologia Bollgard2 RRFlex | Tecnologia Bollgard2 RRFlex |
| Alta tecnologia | Alta tecnologia | Alta tecnologia |
| Solos c/ nematoides | Solos c/ nematoides | Solos c/ nematoides |
| Regionalizado | Regionalizado | Regionalizado |
| 90 a 100 mil | 90 a 100 mil | 100 mil |
| 7 a 9 | 7 a 9 | 8 a 10 |
| Exigente | Exigente | Exigente |
| Alta Exigência/ Baixa Resposta | Média Exigência/ Média Resposta | Média Exigência/ Alta Resposta |
| Características Agronômicas | | |
| Médio / Tardio | Médio | Médio / Precoce |
| Alta | Média | Média |
| Média | Baixa | Baixa |
| Moderadamente Resistente | Resistente | Resistente |
| Características tecnológicas de fibra | | |
| 40 a 43 | 41 a 44 | 41 a 44 |
| 31,2 | 31,5 | 31,5 |
| 4,37 | 4,53 | 4,47 |
| Reação às doenças | | |
| R | R | R |
| R | R | R |
| MR | MR | MR |
| S | MS | MS |
| MS | MS | MS |
| S | MS | MS |
| Qualidade de Fibra | Alto potencial produtivo | Alto potencial produtivo |
| Rápido estabelecimento da cultura | Bollgard 2 e RRflex na mesma planta | Bollgard 2 e RRflex na mesma planta |
| Plantio abertura e intermediário | Plantio Intermediário e fechamento | Plantio Intermediário e fechamento |
| Capacidade de recuperação | Estabilidade | Precocidade |
| Exigente em Regulador Crescimento | Desenvolvimento inicial lento | Desenvolvimento inicial lento |
| Controle inicial de ramulária | | Alta Exigência a Fertilidade |

Para maiores informações sobre as variedades Deltapine - Bayer:

E-mail: tecnico@jhsementes.com.br

comercial@jhsementes.com.br

Tel. (77) 3636-6880

| VARIEDADES COMERCIAIS DA EMBRAPA | | | | |
|--|-----------------------------------|---|--|--|
| | | BRS 416 | BRS 432B2RF | BRS 433 FL B2RF |
| Sistema de Produção Sugerido | | | | |
| | Diferencial do cultivar | Produtividade, precocidade, sanidade | Produtividade e ampla adaptabilidade | Fibra longa e resistente |
| | Posicionamento do cultivar | Cerrado C.O, Cerrado NE, Semiárido NE | Cerrado C.O, Cerrado NE, Sul, Semiárido NE | Cerrado C.O, Cerrado NE, Semiárido NE |
| | Restrições | áreas com nematoides | áreas com nematoides | áreas com nematoides, estresse hídrico, severidade de ramulária |
| | Época de Plantio | Cerrado C.O: Dez (2ª quinzena)/Jan Cerrado NE: Dez Semiárido NE Jun/Jul (irrigado) e Fev/Mar (sequeiro) | Cerrado C.O: Dez/Jan (1ª quinzena) Cerrado NE: Dez Sul: Out/Nov Semiárido NE: Jun/Jul (irrigado) e Fev/Mar (sequeiro) | Cerrado C.O: Dez Cerrado NE: Dez Semiárido NE: Jun/Jul (irrigado) e Fev/Mar (sequeiro) |
| | População de Plantas | 78.000 a 92.000 pl/ha | 78.000 a 92.000 pl/ha | 78.000 a 92.000 pl/ha |
| | Fertilidade | Exigente | Exigente | Exigente |
| | Regulador crescimento | Exigente | Exigente | Exigente |
| Características Agronômicas | | | | |
| | Ciclo | Médio/Curto | Médio/Longo | Longo |
| | Altura Plantas | Média/Alta | Média/Alta | Alta |
| | Peso capulho (g) | 5 g | 5 g | 6 g |
| Características tecnológicas de fibra | | | | |
| | Rendimento de fibra % | 41,5 a 42,5 | 39,5 a 40,5 | 36,5 a 37,5 |
| | Comprimento mm | 29,0 a 30,0 | 30,5 a 31,5 | 32,5 a 34,0 |
| | Resistência gf/TEX | 29,0 a 30,0 | 29,5 a 31,0 | 33,5 a 35 |
| | Micronaire ug/pol | 4,5 a 4,7 | 4,2 a 4,5 | 3,5 a 4,2 |
| Reação às doenças | | | | |
| | Bacteriose | R | R | R |
| Resistente (R)/ Tolerante (T) | Doença Azul | R | R | R |
| Medianamente res. (MR)/tol.(MT) | Ramulose | S | S | S |
| Medianamente susc. (MS) | Ramulária | MR | MS | S |
| Susceptível (S) | Nematóides (Mel. e Roty.) | S | S | S |
| | Podridão de cápsulas | MS | MS | MS |
| Pontos fortes | | Produtividade de fibra | Produtividade de fibra | Qualidade de fibra |
| | | Precocidade maturação | Retenção de estruturas | Produtividade algodão em caroço |
| | | Resistência a ramulária | Ampla adaptabilidade | |
| Pontos fracos | | Susceptibilidade aos nematoides | Susceptibilidade aos nematoides | Rendimento de fibra |
| | | | | Susceptibilidade a ramulária |

Para maiores informações sobre as variedades Embrapa:
E-mail: camilo.morello@embrapa.br
Tel. (62) 3533-2234

| VARIEDADES COMERCIAIS e PRÉ-COMERCIAIS DO IMAmT | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--------------|--|------------|--|
| IMA 5801B2RF | | IMA 2106GL* | | IMA 8405GLT* | | IMA 6801B2RF | | IMA 8001WS | |
| Sistema de Produção Sugerido | | | | | | | | | |
| Diferencial da cultivar | Tecnologia B2RF, resistência ao nematóide das galhas e resistência a ramulária | Tecnologia GL e excelente qualidade de fibra | Tecnologia GLT | Tecnologia B2RF | Tecnologia WS | | | | |
| Posicionamento da cultivar | Uso em áreas com problemas de nematóide das galhas | Uso em áreas com problemas de plantas daninhas resistentes e/ou áreas de refúgio | Material para abertura de plantio | Usar em áreas de alta fertilidade | Material para abertura de plantio | | | | |
| Restrições | Solo de baixa fertilidade | Solo de baixa fertilidade | Solo de baixa fertilidade | Solo de baixa fertilidade | Solo de baixa fertilidade | | | | |
| Epoca de plantio | Plantio segunda safra | Plantio após o dia 15 de dezembro e segunda safra | Dezembro até primeira quinzena de janeiro | Plantio segunda safra | Dezembro até primeira quinzena de janeiro | | | | |
| População de Plantas | Espaçamento 0,90 m = 8 pl/m Espaçamento 0,76 m = 8 pl/m | Espaçamento 0,90 m = 8 a 9 pl/m Espaçamento 0,76 m = 7 a 8 pl/m | Espaçamento 0,90 m = 8 a 9 pl/m Espaçamento 0,76 m = 7 a 8 pl/m | Espaçamento 0,90 m = 8 pl/m Espaçamento 0,76 m = 7 pl/m | Espaçamento 0,90 m = 8 pl/m Espaçamento 0,76 m = 7 pl/m | | | | |
| Fertilidade | Exigente e responsivo | Exigente e responsivo | Exigente e responsivo | Exigente e responsivo | Exigente e responsivo | | | | |
| Regulador crescimento | Exigente inicialmente | Moderadamente exigente | Alta exigência | Moderadamente exigente | Alta exigência | | | | |
| Características Agronômicas | | | | | | | | | |
| Ciclo | Médio/Precoce | Médio | Tardio | Médio | Tardio | | | | |
| Altura Plantas | Média | Média | Alta | Média/alta | Alta | | | | |
| Peso Capulho g. | 5 a 5,6 | 4,0 a 4,8 | 4,6 a 5,2 | 4,2 a 4,6 | 4,4 a 5,0 | | | | |
| Características tecnológicas de fibra | | | | | | | | | |
| Rendimento de fibra % | 37,0 a 39,0 | 40,0 a 41,0 | 40,0 a 41,0 | 41,0 a 42,0 | 41,0 a 43,0 | | | | |
| Comprimento mm | 29 a 30 | 30,0 a 31,1 | 29,8 a 31,1 | 29,0 a 30,0 | 30,0 a 31,0 | | | | |
| Resistência gf/TEX | 28,1 a 31,0 | 29,5 a 31,0 | 29,8 a 31,1 | 29,0 a 30,0 | 30,0 a 32,0 | | | | |
| Micronaire ug/pol | 4,3 a 4,6 | 3,9 a 4,3 | 3,9 a 4,3 | 4,4 a 4,6 | 3,9 a 4,2 | | | | |
| Reação às doenças | | | | | | | | | |
| Bacteriose | MS | R | R | R | R | | | | |
| Doença Azul | R | R | R | R | R | | | | |
| Ramulose | MS | MR | MS | S | S | | | | |
| Ramulária | R | S | MS | S | S | | | | |
| Nematóides (Mel.) | R | S | S | I | T | | | | |
| Nematóides (Rotyl) | MI | MI | MI | I | T | | | | |
| Virosa atípica | MS | MS | MS | MS | MR | | | | |
| Pontos fortes | | | | | | | | | |
| | Tecnologia B2RF | Excelente qualidade de fibra | Tecnologia GLT | Tecnologia GLT | Tecnologia GLT | | | | |
| | Resistência nematóide das galhas e ramulária | Alta retenção das maçãs | Prod. de pontero | Prod. fibra por ha | Retenção de frutos | | | | |
| Pontos fracos | | | | | | | | | |
| | Sensível a Roty. | Sensível a ramulária | Não plantar após 20 de janeiro | Sensível aos nematóides | Não plantar após 20 de janeiro | | | | |

Para maiores informações sobre as variedades IMAmT:
 E-mail: antonioneto@comdeagro.com.br
 Tel. (65) 99993-9461

| VARIEDADES COMERCIAIS DA TMG | | | |
|---|-------------------------------------|---|---|
| | | TMG 42WS | TMG 81WS |
| Sistema de Produção Sugerido | | | |
| | Diferencial do cultivar | Produtividade com boa distribuição de produção entre o baixeiro, meio e o ponteiro. Arquitetura compacta. | Produtividade e alto vigor de plantas. Sistema radicular agressivo com aptidão para solos de textura médias. Tolerância ao nematoide das galhas |
| | Posicionamento do cultivar | Fechamento de plantio (Início à final de janeiro) | Abertura de plantio (Meados de dezembro à início de janeiro) |
| | Restrições | Evitar áreas com alta infestação de nematoides | Não informado |
| | População de Plantas | 8 a 10 plantas/metro linear | 7 a 9 plantas/metro linear |
| | Fertilidade | Altamente Exigente | Boa rusticidade e altamente responsiva |
| | Regulador crescimento | Baixa exigência | Alta exigência |
| Características Agronômicas | | | |
| | Ciclo | Médio-Precoce | Tardio |
| | Altura Plantas | Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador | Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador |
| | Peso 100 Sementes (desl.) g. | 8,8* | 7,62* |
| | Peso capulho (g) | 4,4** | 5,0** |
| *Valores sujeito a variações conforme condições do ambiente de produção. | | | |
| Características tecnológicas de fibra | | | |
| | Rendimento de fibra % | 41,5** | 43,3** |
| | Comprimento mm | 26,7** | 29,0** |
| | Resistência gf/TEX | 29,3** | 30,8** |
| | Micronaire ug/pol | 4,0** | 4,3** |
| Média de 5 locais (Sapezal, Campo Novo do Parecis, Sorriso, Campo Verde e Serra da Petrovina). Plantio em meados de dezembro. Rendimento de fibra realizado em máquina de serra. Dados da safra: 2014/2015**, 2015/2016***, 2016/2017**** | | | |
| Reação às doenças | | | |
| | Bacteriose | R | R |
| Resistente (R)/ Tolerante (T) | Doença Azul | R | R |
| Medianamente res. (MR)/tol.(MT) | Virose Atípica | R | MS |
| Medianamente susc. (MS) | Ramulose | T | T |
| Susceptível (S) | Ramulária | T | S |
| | Nematóides das galhas | S | T |
| | Podridão de cápsulas | MS | T |
| Pontos fortes | | Alto potencial produtivo Boa sanidade foliar Boa adaptação para algodão de segunda safra | Alto potencial produtivo Tolerância aos nematoides Tolerância ao apodrecimento de maçãs |
| Pontos fracos | | Sensível à aplicação de regulador de crescimento, exigente em fertilidade de solo | Susceptibilidade à ramulária, exigente em aplicação de regulador de crescimento |

Continuação ---->

Continuação ---->

| VARIEDADES COMERCIAIS DA TMG | | | |
|---|--|---|---|
| TMG 44B2RF | TMG 47B2RF | TMG 61RF | TMG 62RF |
| Sistema de Produção Sugerido | | | |
| Produtividade com excelente qualidade intrínseca de fibra. Boa distribuição de carga entre baixeiro, meio e ponteiro. Tolerância a ramulária | Produtividade com equilíbrio na qualidade de fibra. Ótima formação de ponteiro. Tolerância a ramulária | Produtividade com alta produtividade de fibra. Ótima qualidade de fibra. Excelente opção para refúgio | Produtividade. Bom arranque inicial e rápida definição do potencial produtivo. Excelente opção para refúgio |
| Fechamento de plantio (Início à final de janeiro) | Abertura de plantio (Meados de dezembro à meados de janeiro) | Ampla janela de plantio (Meados de dezembro à meados de janeiro) | Ampla janela de plantio (Meados de dezembro à meados de janeiro) |
| Evitar áreas com alta infestação de nematoídes | Evitar áreas com alta infestação de nematoídes. Evitar posicionamento para fechamento de plantio | Evitar áreas com alta infestação de nematoídes | Evitar áreas com alta infestação de nematoídes |
| 7 a 9 plantas/metro linear | 8 a 10 plantas/metro linear | 7 a 9 plantas/metro linear | 7 a 9 plantas/metro linear |
| Altamente Exigente | Altamente Exigente | Altamente Exigente | Altamente Exigente |
| Média exigência | Baixa exigência | Média Exigência | Média Exigência |
| Características Agrônômicas | | | |
| Médio-Precoce | Médio - Tardio | Médio | Médio |
| Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador | Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador | Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador | Variável de acordo com regiões e aplicação de regulador |
| 7,6* | 6,7* | 6,8* | 8,7 |
| 4,9*** | 3,9*** | 4,5**** | 5,5**** |
| *Valores sujeito a variações conforme condições do ambiente de produção. | | | |
| Características tecnológicas de fibra | | | |
| 43,1*** | 43,5*** | 48,0**** | 42,6**** |
| 30,3*** | 31,8*** | 29,5**** | 29,7**** |
| 31,1*** | 29,0*** | 31,4**** | 30,1**** |
| 4,0*** | 3,9*** | 4,4**** | 4,4**** |
| Média de 5 locais (Sapezal, Campo Novo do Parecis, Sorriso, Campo Verde e Serra da Petrovina). Plantio em meados de dezembro. Rendimento de fibra realizado em máquina de serra. Dados da safra: 2014/2015**, 2015/2016***, 2016/2017**** | | | |
| Reação às doenças | | | |
| R | R | R | R |
| R | R | R | R |
| R | R | R | R |
| T | T | T | T |
| T | T | S | S |
| S | S | S | S |
| T | T | T | MT |
| Alto Potencial Produtivo | Alto Potencial Produtivo | Alto Potencial Produtivo | Alto Potencial Produtivo |
| Excelente sanidade foliar | Boa sanidade foliar | Alta Produtividade de Fibra | Excelente arranque inicial |
| Boa Adaptação para Algodão de segunda safra | Excelente opção para janela intermediária de plantio | Ótima qualidade de fibra | Rápida definição da carga |
| Exigente em fertilidade de solo, Sensível à nematoíde | Sensível à aplicação de regulador de crescimento, Exigente em fertilidade de solo | Susceptibilidade à Ramulária, Exigente em fertilidade de solo | Exigente em fertilidade de solo |

Para maiores informações sobre as variedades TMG:
 E-mail: viniciusferreira@tmg.agr.br
 Tel. (66) 99996-4737

Implantação da cultura

1. Sistema de produção

No Estado de Mato Grosso, existem dois sistemas de produção de algodão, considerando-se a época de semeadura. No primeiro caso, o algodoeiro é semeado durante o mês de dezembro, sobre palhada de milho. A área cultivada com esse sistema representa aproximadamente 8% da área total cultivada com o algodoeiro no Estado; no outro sistema de produção, que corresponde a 92% da área cultivada, a semeadura do algodoeiro é realizada entre janeiro e fevereiro, imediatamente após a colheita da soja. Nesse caso, a semeadura e o cultivo do algodão são realizados em segunda safra e o solo não é preparado com arados e grades.

O cultivo do algodoeiro sobre os restos culturais da soja, no sistema soja-algodão, é o Sistema Plantio Direto (SPD), o qual tem como premissas: (1) não revolvimento do solo, (2) rotação

de culturas, e (3) solo permanentemente coberto (formação de palhada). As duas últimas premissas do SPD não são observadas quando se cultiva continuamente soja-algodão. Nesse modelo, não existe a prática da rotação de culturas, que é fundamental para a sustentabilidade do sistema de produção. A quantidade de palha deixada pela soja é muito baixa, algo em torno de 4 t ha^{-1} , fato este relacionado às características das cultivares em uso. A palhada residual da soja, embora propicie boa cobertura inicial do solo (Figura 1), é rapidamente decomposta, deixando o solo descoberto durante boa parte do longo ciclo do algodoeiro; a rápida perda da palhada de soja sobre o solo deve-se a sua baixa relação carbono-nitrogênio (C/N), às disponibilidades adequadas de água e temperatura e ao lento crescimento inicial do algodoeiro, que permite elevada radiação solar direta sobre a palhada. Os restos culturais da parte



Fernando Mendes Lamas
Embrapa Agropecuária oeste



Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira
Embrapa Algodão



Ruy Seiji Yamaoka
IAPAR

(Imagem: Fernando Mendes Lamas)



Figura 1. Colheita e palhada da soja antecedendo a semeadura do algodão em segunda safra

aérea do algodoeiro também fornecem, aproximadamente, $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de matéria seca, para posterior semeadura da soja. Assim, além da pouca quantidade de palha residual de algodão, a baixa superfície específica do caule e dos ramos do al-

godoeiro propicia incipiente cobertura e proteção do solo, sendo a soja em sucessão semeada em solo praticamente descoberto, exceto quando o algodoeiro for um dos componentes de um sistema de produção (Figura 2).

(Imagem: Fernando Mendes Lamas)



Figura 2. Soja cultivada sobre restos culturais do algodoeiro, em área onde, anteriormente ao algodoeiro, foi cultivado milho

No modelo soja-algodão-soja-algodão, os riscos são maiores por conta da necessidade de semeadura imediata do algodão após a soja, em solo muitas vezes com teor de água desfavorável ao trânsito de máquinas e à semeadura, com alta propensão à melagem, maior risco de déficit hídrico após o mês de abril, com redução do potencial produtivo, baixa diversificação do sistema por conta da sucessão soja/algodão ao longo dos anos.

Para assegurar a diversificação e a sustentabilidade do sistema, recomenda-se, a cada dois anos, fazer o cultivo de milho consorciado com braquiária, por exemplo, para melhorar o aporte de biomassa (palha) na superfície e ao longo do perfil do solo. A *Urochloa ruziziensis* é uma das espécies mais cultivadas em consórcio com milho (Figura 3). No final do ciclo do milho (Figura 4) e após sua colheita, a *U. ruziziensis* continua a crescer, acumulando matéria seca

na parte aérea e no sistema radicular até camadas mais profundas do solo.

(Imagem: Fernando Mendes Lamas)



Figura 3. *Urochloa ruziziensis* cultivada em consórcio com milho

(Imagem: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira)



Figura 4. Espiga de milho próxima ao ponto de colheita, em cultivo consorciado com braquiária

Além de o solo estar coberto com palha, as raízes das plantas de cobertura, como as provenientes do cultivo consorciado do milho com *U. ruziziensis* (Figura 5), são da maior relevância quando se pensa na melhoria do perfil do solo, nos aspectos físico, químico e biológico. O sistema de cultivo consorciado de

milho com braquiária, conhecido como Sistema Santa Fé, além de disponibilizar alta quantidade de palha sobre o solo (Figura 6) para a semeadura direta do algodão (Figura 7), também reduz a erosão e auxilia no controle integrado de plantas daninhas, problema cada vez mais frequente nas lavouras de algodão, milho e soja do Cerrado brasileiro.

(Imagem: Embrapa)



Figura 5. Raízes de milho e *Urochloa ruziziensis* em cultivo consorciado

(Imagem: Fernando Mendes Lamas)



Figura 6. Palhada de milho + braquiária preparada para a semeadura direta do algodão, em Ipiranga do Norte, MT

(Imagem: IMAmt)



Figura 7. Lavoura de algodoeiro cultivado sobre palhada de braquiária

2. Época de semeadura

Dentre as espécies vegetais cultivadas, o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) é uma das mais exigentes no que se refere à época de semeadura, a qual exerce influência sobre a quantidade e a qualidade da fibra produzida, a incidência de pragas e doenças e a duração de cada fase fenológica, conseqüentemente, sobre todo o ciclo da planta.

O algodoeiro deve ser um dos componentes de um sistema de produção; assim, devem ser consideradas as demais espécies integrantes do sistema. Em Mato Grosso, com frequência,

o algodoeiro é cultivado em segunda safra após a soja; logo, deve ser dada preferência às cultivares de soja superprecoce ou precoce, semeadas no início do período recomendado, após o vazio fitossanitário, para que a cultura do algodoeiro possa ser estabelecida na melhor época.

Em trabalhos desenvolvidos em Goiás, com oito cultivares em quatro épocas de semeadura (9/12, 13/1, 31/1 e 11/2), fica evidente a queda da produtividade de fibra com o atraso da época de semeadura, independentemente do espaçamento entre fileiras, para todas as cultivares (Figura 8).

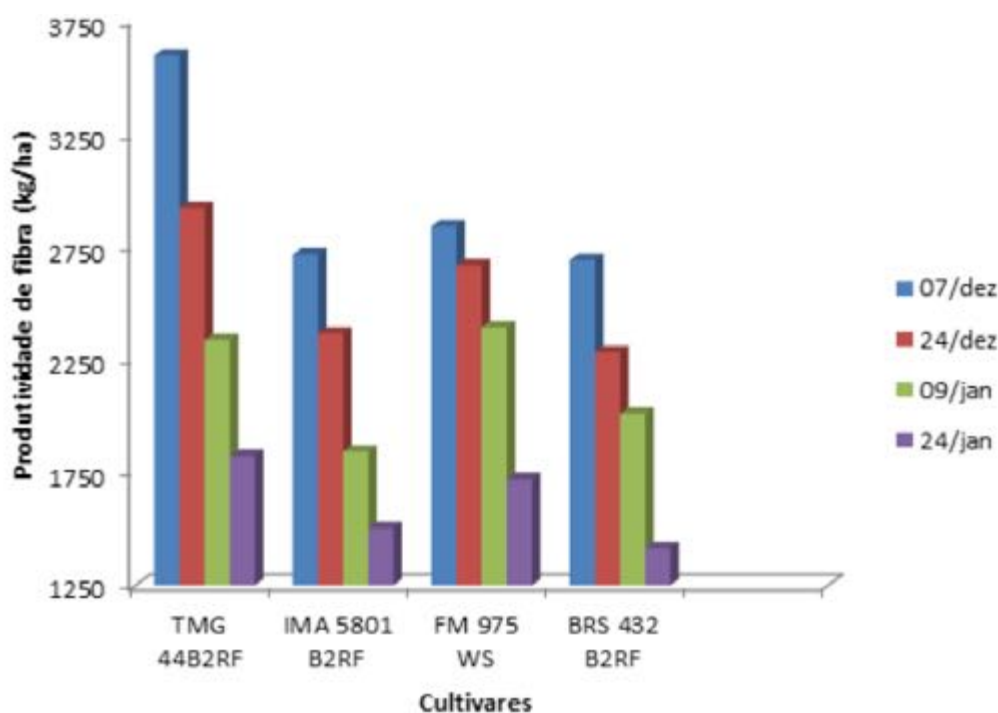


Figura 8. Produtividade de fibra de algodão em função da época de semeadura de cultivares de algodoeiro

As características tecnológicas da fibra (intrínsecas), como o comprimento, a uniformidade de comprimento e o índice micronaire, estão entre as mais afetadas negativamente pela época de semeadura. O índice micronaire tende

a reduzir-se com o atraso na época de semeadura, especialmente quando ocorrem temperaturas noturnas inferiores a 17°C.

Dentre os fatores que interferem na produtividade do algodoeiro e na

qualidade da fibra destacam-se a temperatura e a umidade, sendo consideradas como ideais para a obtenção de elevadas produtividades e de fibras com boa qualidade, temperaturas médias diurnas de 30°C e noturnas de 22°C. O estresse térmico afeta a produtividade por meio de dois componentes principais da produção: o número e o peso de capulhos; temperaturas noturnas menores que 22°C interferem negativamente, por exemplo, no índice micronaire, resultando em fibras mais finas.

Indicação de época de semeadura

Considerando-se que o algodoeiro é cultivado no Estado de Mato Grosso sem irrigação, ou seja, na dependência total de precipitação pluvial, esta é fator preponderante para a definição da época de semeadura. No extremo Sul, na divisa com Bolívia e Mato Grosso do Sul, a estação chuvosa vai de meados de outubro a meados de março; nas regiões Sul e Leste de Mato Grosso, vai de final de outubro a final de março; na região Central, de outubro a meados de abril, e na região Norte entre o final de setembro a final de abril. Com base nessas informações, fica evidente que para cada uma das regiões haverá uma época de semeadura em que a probabilidade de prejuízos por déficit hídrico é menor.

Considerando-se a disponibilidade hídrica, alguns trabalhos indicam que a melhor época para a semeadura do algodoeiro em Mato Grosso é até o final de janeiro. Cabe destacar que na microrregião de Rondonópolis e Tesouro, em semeaduras realizadas em janeiro, é grande a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na fase em que o algodoeiro mais necessita de água, ou seja, a partir do início do florescimento até a maturação dos capulhos.

De acordo com a instrução normativa conjunta SEDEC/INDEA-MT nº 001/2016, publicada no diário oficial do estado de Mato Grosso em 04/05/2016, a época de semeadura ficou estabelecida da seguinte forma: região sul do MT, 01/12 a 28/02 e região norte do MT 15/12 a 28/02. Esse período é estabelecido de forma a minimizar os riscos decorrentes de eventuais períodos de déficit hídrico, considerando o tipo

de solo, o ciclo da cultivar e a região do Estado. Para solos arenosos, com baixa capacidade de armazenamento de água, a semeadura deve ser realizada o mais cedo possível, dentro do período recomendado.

O zoneamento de risco climático é estabelecido considerando-se a probabilidade da ocorrência de déficit hídrico na fase crítica do desenvolvimento do algodoeiro, compreendido entre sessenta e cem dias após a emergência. Entretanto, deve-se considerar também que longos períodos de chuva, especialmente após o início do florescimento, podem interferir negativamente na produtividade do algodoeiro, por conta da baixa radiação solar e do maior abortamento e apodrecimento de estruturas reprodutivas, estas compreendendo botões florais e maçãs em desenvolvimento. Assim, deve-se evitar a semeadura antes de dezembro, ou, quando não for possível, adotar espaçamentos de 90 cm entre fileiras, com menor número de plantas por metro, seguindo-se rigoroso programa de controle do crescimento com fitorreguladores.

Para as regiões onde durante os meses de janeiro, fevereiro e março ocorrem chuvas com muita frequência, poderá haver problemas de luminosidade que interferirão negativamente no crescimento e no desenvolvimento do algodoeiro e, talvez, na maturação dos frutos dos primeiros ramos, especialmente aqueles das primeiras posições; para essas regiões, a semeadura deve ser iniciada na segunda quinzena de dezembro. No início do período de semeadura deve-se utilizar preferencialmente cultivares de ciclo longo. Cultivares de ciclo curto devem ser utilizadas para o fechamento do período de semeadura. Quando o algodoeiro é semeado no início do mês de fevereiro, os frutos do terço inferior das plantas, primeiros ramos, têm condições climáticas mais adequadas. No entanto, os frutos oriundos do terço médio e do terço superior poderão não encontrar condições adequadas para o crescimento, especialmente em virtude de déficit hídrico e temperaturas mais baixas no outono, principalmente após o mês de maio, o que poderá interferir negativamente na produtividade e na qualidade da fibra.

Com base no exposto, no momento do início da semeadura do algodoeiro, deve-se levar em consideração:

1. Antes da semeadura, deve-se respeitar o vazio sanitário estabelecido pelo IN 001/2016 SEDEC / INDEA, período em que não deve haver algodoeiro no campo;
2. Iniciar a semeadura com cultivares de ciclo mais longo (Grupo III) e terminar, preferencialmente, com cultivares de ciclo mais curto (Grupo II);
3. Realizar a semeadura até **28/02**.

3. Arranjo de plantas

O arranjo de plantas depende da população (número de plantas por unidade de área), da densidade (número de plantas por metro) e do espaçamento (distância entre duas fileiras consecutivas), determinando-se a área disponível para o crescimento de cada planta.

A população de plantas ideal é aquela que proporciona maior produção por unidade de área, com garantia na qualidade da fibra. Além disso, o arranjo adequado de plantas corrobora no manejo integrado de plantas daninhas e de doenças.

3.1 Espaçamento e densidade

A produtividade do algodoeiro, dentre outros fatores, depende da população de plantas por unidade de área; quanto maior a população em uma mesma unidade de área, maior será a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes. Assim, considerando-se as características do algodoeiro, haverá uma população de plantas cuja produtividade será máxima. Esta, por sua vez, depende do espaçamento entre fileiras e da densidade de plantas.

A arquitetura das plantas, a posição dos frutos nos ramos e o número de frutos por planta são influenciados pelo espaçamento entre fileiras e pela densidade de plantas. Em condições de alta

população, há redução no número de frutos por planta; entretanto, o número de frutos por área praticamente não é alterado, o que leva ao equilíbrio da produtividade. Essa compensação dos componentes de produção do algodão ocorre até certo número de plantas por área, pois populações muito elevadas, dependendo da cultivar e da condição do ambiente, podem sim reduzir a produtividade, além de aumentar muito o gasto com sementes; esse é um dos componentes do custo de produção que aumentou bastante nos últimos anos, principalmente considerando as cultivares geneticamente modificadas para resistência a herbicidas e lagartas. Em diversos trabalhos verificou-se que a diminuição do espaçamento entre fileiras reduziu a altura das plantas, o número de nós da haste principal, as biomassas foliar e vegetativa e o número de capulhos por planta. As atividades fisiológicas do algodoeiro, em especial a fotossíntese, são altamente influenciadas pelo arranjo de plantas, sendo menores em condições de população muito alta, o que se deve principalmente à limitação de penetração de luz ao longo do dossel vegetal. Sob condições de elevada população de plantas, a perda de produção individual é superior ao ganho, o que se deve ao aumento do número de plantas por área, por conta

das limitações impostas pela alta competição entre indivíduos.

A manipulação do arranjo espacial das plantas por variações no espaçamento entre fileiras e na densidade de plantas é uma estratégia a ser utilizada visando maximizar a produtividade física e a qualidade da fibra.

3.2 Espaçamento entre fileiras

O espaçamento adequado é aquele em que há melhor aproveitamento do solo e da radiação solar, isto é, as distâncias entre fileiras e entre plantas que proporcionam, na mesma área, maiores produtividades. Em trabalhos comparando 7, 9, 11, 13 e 15 plantas/m², independentemente do espaçamento entre fileiras, a melhor população estimada, considerando-se a produtividade de fibra, foi de 11,5 plantas/m².

No Brasil, os espaçamentos entre fileiras mais utilizados são os de 0,76 m e 0,90 m; os efeitos do espaçamento sobre a produtividade de fibra vão depender da cultivar, da fertilidade do solo, da época de semeadura e do manejo de regulador de crescimento. Em trabalho desenvolvido em 2012, em Mato Grosso do Sul, com oito cultivares, verificou-se maior produtividade no espaçamento de 0,45 m em relação ao de 0,90 m, exceto para a cultivar de porte alto FM 993, nas duas primeiras épocas de semeadura. Em outros trabalhos desenvolvidos durante três anos, em três locais, utilizando quatro espaçamentos entre fileiras (0,30 m, 0,60 m, 0,90 m e 1,20 m), quatro densidades (4, 8, 12 e 16 plantas/m) e quatro cultivares, concluiu-se que o efeito do espaçamento entre fileiras varia significativamente com a cultivar. Considerando-se apenas o aspecto quantitativo, na maioria dos trabalhos de pesquisa realizados no Brasil e, em outros países, verifica-se aumento da produtividade de fibra com a redução do espaçamento entre fileiras. Entretanto, esses resultados variam grandemente em função principalmente da cultivar e da densidade, tornando o controle do crescimento por meio de fitorreguladores muito mais importante nas maiores populações e menores espaçamentos entre fileiras, visando equilibrar o desenvolvimento do algodoeiro, especialmente de cultivares de porte mais vigoroso.

Do ponto de vista prático, a definição do espaçamento a ser utilizado depende muito mais de

máquinas e equipamentos disponíveis na propriedade para realização das operações mecânicas que a cultura exige, inclusive e principalmente, da colheitadeira.

Os espaçamentos entre fileiras mundialmente utilizados são:

- Ultra Narrow Row (UNR) ou ultraestrito - espaçamento de 0,19 m a 0,38 m;
- Narrow Row (NR) ou adensado - espaçamento de 0,38 m a 0,45 m;
- Convencional - espaçamento superior a 0,76 m.

Os espaçamentos mais indicados para as condições do Cerrado mato-grossense são aqueles entre 0,76 m e 0,90 m entre fileiras; o uso de espaçamento adensado em Mato Grosso, com 45 cm entre fileiras, foi usado por algum tempo, porém, problemas operacionais, especialmente em relação à colheita, com comprometimento na qualidade da fibra, contribuíram para que esse sistema de cultivo praticamente não seja mais utilizado. No cultivo adensado do algodoeiro, quando utilizado, prevalece o espaçamento de 0,45 m a 0,50 m, em função do aproveitamento de máquinas e equipamentos utilizados no cultivo da soja, presentes na maioria das propriedades que cultivam o algodão.

Na utilização de espaçamentos adensados (0,38-0,45 m), deve-se dar preferência a cultivares de porte mais baixo e dispor de máquinas adequadas para a colheita de algodão nesse tipo de sistema de produção. Para o manejo com regulador de crescimento, deve-se considerar que a altura ideal das plantas, na colheita, não seja superior a 1,5 vez o espaçamento entre fileiras.

3.3 Densidade

A densidade refere-se ao número de plantas por metro de fileira. Cabe destacar que mais importante que o número de plantas por unidade de comprimento é a *regularidade entre plantas*, dentro da linha de semeadura. O algodoeiro é uma espécie com relativa capacidade de ajustar-se a eventuais falhas, o que se deve a sua elevada plasticidade morfológica. A densidade de semeadura ideal é aquela que alia a máxima utilização dos recursos ambientais à mínima competição

entre as plantas por tais recursos. Por isso, a distribuição uniforme de plantas na área é tão importante. Plantas mal distribuídas geram plantas dominadas por outras, por conta do efeito de competição entre elas, sem o ajuste adequado dos componentes de produção para o equilíbrio produtivo.

Em diversos estudos realizados sobre o desenvolvimento de plantas foi observado que a altura final do algodoeiro diminuiu com o aumento da população de plantas por área. Na maioria dos trabalhos, com o aumento da densidade de plantas, verifica-se redução na altura final e aumento da altura de inserção do primeiro ramo frutífero.

Em outros estudos agronômicos, verificou-se que o aumento da densidade ocasionou aumento no índice de área foliar (IAF) durante o ciclo do algodoeiro, diminuindo o diâmetro do caule por conta do estiolamento das plantas. Independentemente do espaçamento e da densidade, o número de ramos vegetativos não se altera, enquanto que o número de ramos frutíferos e o número de internódios diminuem com o aumento da população de plantas por área.

Agronomicamente, a densidade de plantas do algodoeiro afeta diversos fatores que podem interferir na produção.

O número de capulhos por planta é inversamente proporcional à densidade de plantas, ou seja, quanto maior a densidade de plantas, menor é o número de capulhos por planta e vice-versa. Além disso, outro componente de produção do algodoeiro que também oscila em função da densidade de plantas é a massa de um capulho, embora em menor intensidade que o número de capulhos por planta.

Em alguns trabalhos observou-se que o rendimento de pluma, o peso de um capulho e o número de estruturas por metro não sofreram influência quando a densidade populacional variou entre três e doze plantas por metro; somente uma variedade de porte baixo e ciclo mais precoce respondeu positivamente ao aumento de densidade para produtividade de fibras. Em outros estudos, concluiu-se que nos espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m as densidades de 6 e 10 plantas m^{-1} não apresentaram diferenças na produtividade do algodoeiro.

A densidade adequada de plantas é função também da cultivar; fixando-se o espaçamento entre fileiras e variando o número de plantas na linha, a produtividade de fibra variou entre as cultivares e densidades (*Figura 9*), com tendência de queda da produtividade com o aumento da densidade.

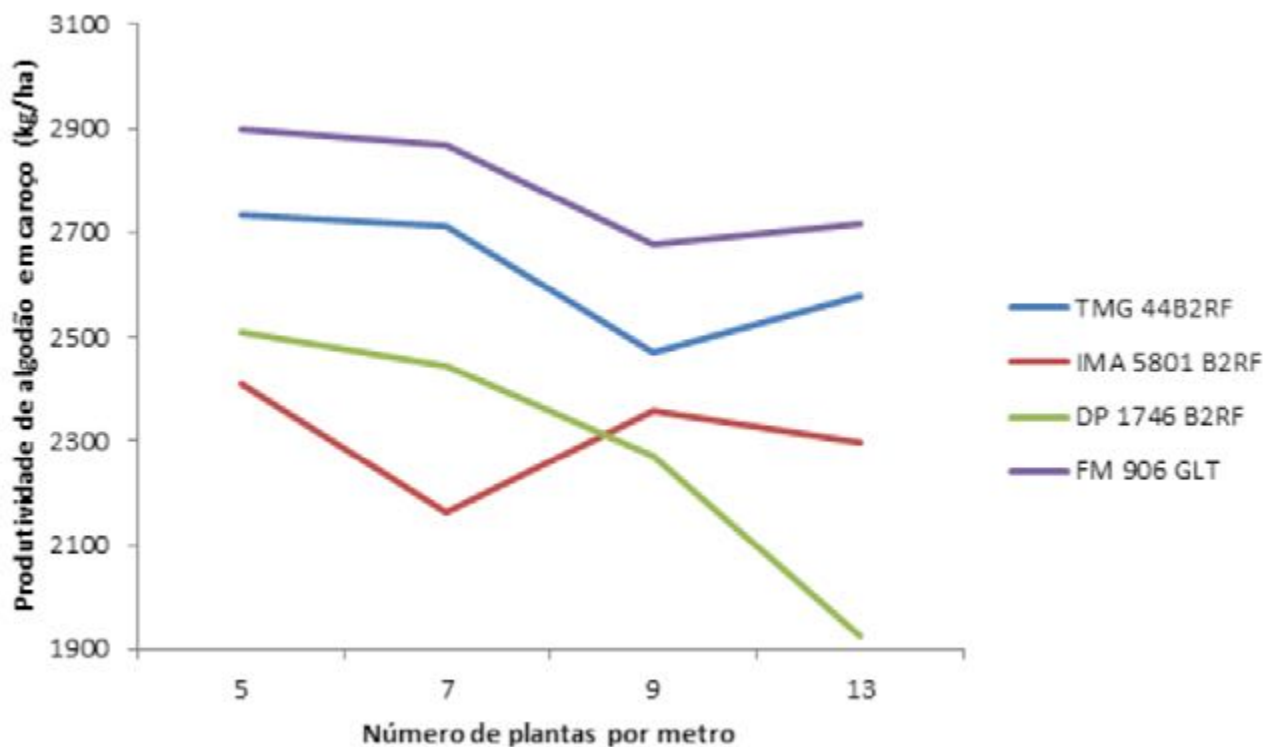


Figura 9. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade de fibra em diferentes cultivares de algodoeiro⁽¹⁾

A semente tem um peso relativamente alto no custo de produção do algodão (Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária, 2019), representando 12% dos gastos com formação e condução da lavoura. Portanto, devem ser tomados alguns cuidados com a quantidade de sementes a ser utilizada, evitando principalmente populações demasiadamente altas, ou

seja, mais de oito plantas por metro.

Geralmente, as características intrínsecas da fibra são pouco influenciadas pela densidade; o contrário se verifica com a porcentagem de fibra, que normalmente é menor nas maiores densidades. Condições de altas populações quase sempre resultam em baixos valores para o índice micronaire.

No conjunto de informações para cultivares disponíveis, recomenda-se o espaçamento entre fileiras de 0,76 m a 0,90 m, com densidade de 6-8 plantas por metro. Para plantas de porte mais alto, a densidade não deve ser superior a 8 plantas por metro.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

⁽¹⁾ BOLETIM TÉCNICO DE RESULTADOS. [Montividu]: Instituto Goiano de Agricultura, ano 1, n. 1, nov. 2018.



CONDUÇÃO DA LAVOURA

Como atender as exigências da planta e protegê-la dos bioagressores

Uma vez a lavoura implantada, todas as operações de manejo do cultivo visam a fornecer à planta condições ideais para ela produzir uma fibra de qualidade. Fertilização, regulação da altura da planta, proteção do algodoeiro das agressões externas como plantas daninhas, doenças, pragas e nematoides fazem parte das ferramentas que os técnicos das fazendas precisam dominar. Todas envolvem conhecimento profundo da planta dentro do sistema e da biologia dos diversos bioagressores e vão mobilizar muitos insumos e equipamentos nas fazendas, a fim de poder usar deles no momento oportuno. As tecnologias de aplicação dos agroquímicos são às vezes tão importantes quanto a escolha dos ingredientes ativos usados. Depois da colheita, a destruição de soqueira é uma operação de suma importância para reduzir a pressão de pragas no novo ciclo de cultivo, operação cada vez mais complicada por conta do uso das biotecnologias de resistência aos herbicidas, como o glifosato.

Correção do solo e adubação da cultura



Leandro Zancanaro
Fundação MT



Claudinei Kappes
Fundação MT

Caracterização da cultura do algodão

O **algodoeiro herbáceo** é uma planta exigente quanto à qualidade do solo, desenvolvendo seu máximo potencial produtivo em solos férteis, ricos em matéria orgânica, profundos, bem estruturados, permeáveis e bem drenados.

A cultura do algodão apresenta sistema radicular pouco denso, sensível à compactação, à oxigenação e à acidez do solo e baixa eficiência de aproveitamento de nutrientes no solo. O algodoeiro não é uma planta esgotante do solo, pois a quantidade de nutrientes retirada da lavoura pela fibra e sementes é relativamente pequena, se comparada ao que é extraído por outras culturas de importância, principalmente no que se refere ao potássio.

Alguns autores relatam que, ao contrário do que havia sido determinado

no Brasil, o aumento na absorção e também na exportação não é exatamente proporcional ao aumento na produção. Ou seja, quanto maior a produtividade, parece ser menor a eficiência da planta em utilizar o nutriente (*Tabela 1*). Por esta razão, a economicidade da adubação deve sempre ser levada em conta, uma vez que, a cada incremento na dose de fertilizante, o incremento na produtividade será um pouco menor. Quando se analisam as quantidades que são exportadas à medida que se aumenta a produtividade, a proporção de nutrientes exportada diminui, embora, a quantidade total exportada seja maior. Assim, apesar de a exigência inicial de lavouras de algodão de alta produtividade ser muito grande, não guardando proporcionalidade com o aumento da produtividade, a proporção dos nutrientes que é reciclada para o solo também é maior.

Tabela 1. Quantidade de nutrientes absorvidos e exportados em relação à produtividade, na Austrália

| Nutriente | Produção de pluma (kg/ha) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|-------|-------|------------------------|----|-------|-------|-------|----|-------|---|-------|-------|-------|---|-------|---|--|
| | 1.000 | | | 1.800 | | | 2.400 | | | 1.000 | | | 1.800 | | | 2.400 | | |
| | ----- Absorção ----- | | | ----- Exportação ----- | | | | | | | | | | | | | | |
| | kg/ha | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha | % | |
| Nitrogênio | 63 | 175 | 290 | 42 | 66 | 91 | 52 | 133 | 46 | | | | | | | | | |
| Fósforo | 13 | 27 | 41 | 10 | 82 | 19 | 69 | 25 | 60 | | | | | | | | | |
| Potássio | 77 | 167 | 250 | 16 | 21 | 28 | 17 | 38 | 15 | | | | | | | | | |
| Enxofre | 10 | 39 | 62 | 4 | 42 | 8 | 21 | 11 | 18 | | | | | | | | | |
| Cálcio | 71 | 94 | 155 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | | | | | | | | | |
| Magnésio | 16 | 36 | 63 | 7 | 45 | 12 | 34 | 16 | 25 | | | | | | | | | |
| Ferro | 0,227 | 0,820 | 1,620 | 0,091 | 40 | 0,328 | 17 | 0,178 | 11 | | | | | | | | | |
| Manganês | 0,152 | 0,355 | 0,655 | 0,008 | 5 | 0,011 | 3 | 0,013 | 2 | | | | | | | | | |
| Boro | 0,075 | 0,320 | 0,560 | 0,017 | 22 | 0,070 | 13 | 0,062 | 11 | | | | | | | | | |
| Cobre | 0,025 | 0,052 | 0,081 | 0,013 | 51 | 0,020 | 38 | 0,251 | 31 | | | | | | | | | |
| Zinco | 0,058 | 0,119 | 0,203 | 0,057 | 99 | 0,087 | 73 | 0,123 | 61 | | | | | | | | | |

(Fonte: adaptado de Rochester, 2007, citado por Rosolem & Bogiani, 2014)

Interpretação e recomendação de práticas de correção e adubação

(Consultar obrigatoriamente um engenheiro agrônomo)

Todo profissional técnico deve estar ciente que, ao utilizar as tabelas de interpretações dos resultados das análises de solo e as tabelas de recomendações, é necessário entender que:

- Os resultados contidos num laudo de análise de solo dos laboratórios são apresentados na forma numérica, que somente tomam um significado quando devidamente interpretados, considerando as metodologias utilizadas e as calibrações dos resultados para cada metodologia analítica, para cada ambiente. Os valores numéricos, interpretados isoladamente, não representam nada;
- Os resultados presentes numa análise de solo representam a média de todos os pontos coletados, ou seja, não significa que todo o campo esteja com as condições referentes à interpretação dos resultados das análises;
- As tabelas de interpretações e recomendações de adubação oficiais refletem o resumo de vários trabalhos de pesquisa e representam o melhor ajuste destes resultados; devem ser utilizadas como referência, podendo haver variações em torno dos valores das tabelas ou regressões;
- Os níveis dos nutrientes tentam expressar o potencial produtivo relativo da(s) cultura(s), quando cultivada (s) nas condições em que o solo se encontra. Sendo que não necessariamente os níveis muito baixos, baixos, médios, adequados ou altos das tabelas existentes expressem os mesmos potenciais produtivos;
- Os resultados das análises de solo não podem ser convertidos em quantidades de nutrientes disponíveis no solo utilizando procedimentos matemáticos.

Correção da acidez do solo e manejo da adubação

A acidez dos solos, acompanhada da presença de alumínio trocável e/ou baixos teores de cálcio, afeta negativamente o desenvolvimento radicular e o crescimento do algodoeiro, refletindo diretamente na produtividade, sendo a prática de calagem recomendada para solucionar esse problema.

A acidez do solo afeta a disponibilidade de nutrientes, sendo que alguns deles podem ser tóxicos às culturas em situações de acidez elevada (Al e Mn, conforme o solo). A elevação excessiva do pH do solo pode resultar em deficiência de micronutrientes; há necessidade de encontrar a condição de acidez do solo que proporcione às culturas expressarem seu potencial produtivo, além de melhor aproveitamento dos nutrientes já presentes no solo e dos fertilizantes aplicados.

No sistema de rotação de culturas, a calagem deve atender à cultura mais exigente quanto à correção da acidez do solo. Assim, considerando a profundidade de 20 cm e que a maioria das culturas de algodoeiro utilizadas no Cerrado atinge seu máximo potencial produtivo na faixa de saturação por bases de 50 a 60%, é recomendável que, quando o algodoeiro estiver incluído no sistema de rotação de culturas, a calagem seja realizada para que a saturação por bases do solo fique efetivamente

dentro dessa faixa, devendo-se fazer reaplicação quando este valor cair a níveis abaixo de 50%.

Para a profundidade de 20 a 40 cm, deve-se procurar eliminar os teores de alumínio trocável e cálcio superiores a 0,5 cmolc/dm³.

Em solos com textura arenosa e/ou com CTC baixa, o método de saturação por bases pode subestimar a necessidade de calcário. Assim, pode-se utilizar o método de neutralização do alumínio trocável associado ao do aumento dos teores de Ca e Mg trocáveis. Hoje, há divergência entre pesquisadores e profissionais da produção quanto aos teores de Ca e Mg utilizados na definição da estratégia de correção da acidez do solo.

A seguir, são apresentados os critérios de recomendação de calagem mais utilizados:

$$NC \text{ (t/ha): } (V2-V1) * CTC * PRNT \text{ (\%)/100}$$

Onde: V2 = Saturação por bases desejada
V1 = Saturação por bases inicial
CTC = Capacidade de troca de cátions
PRNT = Poder relativo de neutralização total (%)

$$NC \text{ (t/ha): } X - (Ca + Mg) + 2 * Al$$

Onde: **X** = níveis desejados de Ca + Mg no solo.

Na literatura, é comum o índice de 2, porém, são comuns também relatos de necessidades de utilizar níveis maiores.

Deve-se utilizar o calcário dolomítico quando o teor de magnésio no solo for inferior a 0,7 a 1,0 cmolc/dm³, dependendo da textura do solo. Há necessidade de se ponderar que a prática da calagem é realizada considerando o efeito residual ao longo do tempo. Portanto, quando for realizada, é fundamental considerar a necessidade da calagem por vários anos, inclusive tendo em conta os teores de Mg no solo para definir o tipo de calcário.

As quantidades de calcário calculadas acima são válidas para a profundidade de 0 a 20 cm. A correção em profundidades maiores abaixo disso exige que

exista coleta de solo em profundidade, sendo necessário o ajuste da quantidade a aplicar em função da profundidade maior efetivamente trabalhada. A profundidade efetiva de incorporação não é a aquela em que o implemento que revolve o solo trabalha.

Recomendação de gessagem

A aplicação de gesso agrícola tem por objetivo aumentar os teores de cálcio e enxofre nas camadas de solo mais profundas — onde o calcário tem efeito menor por conta das limitações de incorporação — e diminuir a saturação por alumínio trocável nas camadas subsuperficiais, características que propiciam ambiente favorável ao desenvolvimento radicular em profundidade (*Figura 1*).

(Imagens: Sousa et al., 2008)



Sem gesso



Com gesso

Figura 1. Desenvolvimento de raízes de algodão em profundidade na ausência e na presença de gesso, por ocasião da floração plena, no sistema plantio direto (cada quadrícula mede 15 cm x 15 cm)

Para o diagnóstico e a recomendação de gessagem, é obrigatória a realização de amostragem de solo nas profundidades de 20-40 cm e de 40-60 cm de profundidade. A seguir, são apresentados alguns critérios para a recomendação da gessagem, considerando a camada de solo de 20-60 cm de profundidade:

a) Segundo Sousa & Rehn (2004):

- Teor de Ca $< 0,5 \text{ cmolc/dm}^3$, e/ou,
- Saturação por alumínio na CTC efetiva (m%) $> 20\%$.

b) Segundo Alvarez V. *et al.* (1999):

- Teor de Ca $< 0,4 \text{ cmolc/dm}^3$, e/ou,
- Teor de Al $> 0,5 \text{ cmolc/dm}^3$, e/ou,
- Saturação por alumínio na CTC efetiva (m%) $> 30\%$.

Cálculo da dosagem de gesso (Sousa & Rehn, 2004):

5 kg/ha de gesso para cada grama de argila/kg de solo.

Interpretação dos resultados das análises de solo

Nitrogênio

- Nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do algodão;
- A disponibilidade às culturas é muito dependente da matéria orgânica e de todas as práticas que afetam acúmulo/manutenção/redução dos teores da matéria orgânica, além da condição da acidez do solo e da profundidade de solo explorada pelas raízes;
- Para lavouras comerciais, não é possível determinar os teores de nitrogênio no solo de forma confiável para gerar uma recomendação de adubação, como existe para a acidez e demais nutrientes;
- A recomendação da adubação nitrogenada é feita considerando os resultados das análises

(Imagem: Gilvan Barbosa Ferreira)



Figura 2. Deficiência de nitrogênio em algodoeiro (plantas à esquerda) em comparação a algodoeiros com adubação nitrogenada (plantas à direita)

de solo de forma integrada ao histórico de cultivo de cada campo, sistema de cultivo do algodoeiro (ver capítulo "Sistemas de cultivo do algodoeiro"), associado ao potencial produtivo do ambiente e experiência do profissional que vai fazer a recomendação;

- Existem diversas fontes no mercado, sendo que cada fonte tem de ser utilizada da forma apropriada;
- As condições físicas de solo também afetam a disponibilidade de nitrogênio às culturas, podendo inclusive favorecer perdas por desnitrificação em solos compactados;
- A deficiência de nitrogênio resulta em clorose, ou seja, perda da intensidade da cor verde em toda a planta, por causa da redução da clorofila (*Figura 2*). Por ser um elemento móvel dentro da planta, os primeiros sintomas de amarelecimento surgem nas folhas mais velhas do "baixeiro". Sua deficiência diminui a velocidade de crescimento do algodoeiro, reduz o número e o comprimento dos internódios e, conseqüentemente, diminui o número de ramos vegetativos e reprodutivos. Conforme a deficiência vai se tornando mais severa, as folhas adquirem coloração bronzeada, secam e caem precocemente; adicionalmente, ocorre queda anormal de botões florais, flores e frutos novos, prejudicando a produtividade e a qualidade da fibra.

Em função dos resultados de pesquisas conduzidas nos últimos anos na região do Cerrado, na *Tabela 2*, é apresentada uma sugestão de quantidades de nitrogênio a aplicar no sulco de semeadura e em cobertura, em função da expectativa de produtividade de

algodão em caroço. As quantidades sugeridas são mais apropriadas para solos de textura média a argilosa. Para solos de textura arenosa, admite-se aumento de 10% a 20% da dose indicada para a adubação de cobertura, especialmente se a cultura anterior for uma gramínea.

Tabela 2. Sugestões de doses de nitrogênio a se aplicar na cultura do algodoeiro, em função da expectativa de produtividade de algodão em caroço

| Expectativa de produtividade ⁽¹⁾ | N na semeadura | N em cobertura |
|---|----------------|------------------------|
| | kg/ha | kg/ha |
| Até 3.000 | 15 a 20 | 60 a 80 ⁽²⁾ |
| 4.000 | 15 a 20 | 80 a 100 |
| 5.000 ⁽³⁾ | 15 a 20 | 100 a 120 |
| 6.000 ⁽³⁾ | 15 a 20 | 120 a 140 |

(Fonte: Carvalho *et al.*, 2011)

⁽¹⁾ Expectativa de produtividade com base na maior produtividade alcançada na região ou nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. ⁽²⁾ Os maiores valores correspondem às áreas com alto potencial de resposta a N: solos com baixo teor de matéria orgânica (M.O.); primeiros anos de plantio direto, cuja cultura antecessora ao algodão seja uma gramínea. Os menores valores são para áreas com baixo potencial de resposta: rotação de culturas com leguminosa (soja ou cultura de cobertura); solos com vários anos de SPD e alto teor de M.O.; cultivos sucessivos com algodão. ⁽³⁾ É pouco provável alcançar esse nível de produtividade em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm, bem distribuídos nos primeiros 160 dias do ciclo da cultura.

Fósforo

- Os solos de Cerrado são naturalmente deficientes em fósforo e apresentam alta adsorção do fósforo aplicado, exigindo práticas de correção;
- A dinâmica do fósforo no solo está intensamente relacionada à mineralogia e à acidez do solo;
- O fósforo é um dos nutrientes aplicados em maiores quantidades nas adubações, embora seja extraído em menores quantidades pelas culturas, em comparação ao nitrogênio e ao potássio;
- A recuperação do fósforo fornecido nas adubações pelas culturas anuais é muito baixa, inferior a 35% da quantidade aplicada, especialmente na região do Cerrado. Esse comportamento do fósforo é consequência de diversas reações químicas no solo que afetam sua disponibilidade para

as plantas. Porém, a recuperação do fósforo aplicado é afetada pelo sistema de produção adotado ao longo dos anos. De modo geral, após vários anos de cultivo e dos níveis de investimentos realizados, o sistema plantio direto, quando bem conduzido, apresenta melhorias significativas na eficiência do aproveitamento do fósforo aplicado e do fósforo presente no solo. A influência do tempo em que sistemas de produção com rotação de culturas apropriada são conduzidos interfere na resposta das culturas à adubação, mesmo em solos que apresentam teores de fósforo numericamente iguais;

- O efeito mais evidente da deficiência de fósforo é a redução geral no crescimento da planta (*Figura 3*). Tal deficiência reduz a fotossíntese e o acúmulo e a translocação dos carboidratos para as maçãs do algodoeiro;

- Como resultado, as plantas desenvolvem-se muito lentamente, as folhas mais velhas ficam avermelhadas (como consequência do acúmulo de antocianina) e com manchas ferruginosas nas bordas, evoluindo para o secamento; além disso, pode haver o avermelhamento

do caule. Em situação de deficiência muito severa, há queda de botões florais e redução do tamanho e baixa retenção das maçãs. Independentemente da forma como os sintomas são expressos durante o ciclo da cultura, o resultado final é a redução da produtividade.

(Imagem: Claudinei Kappes)

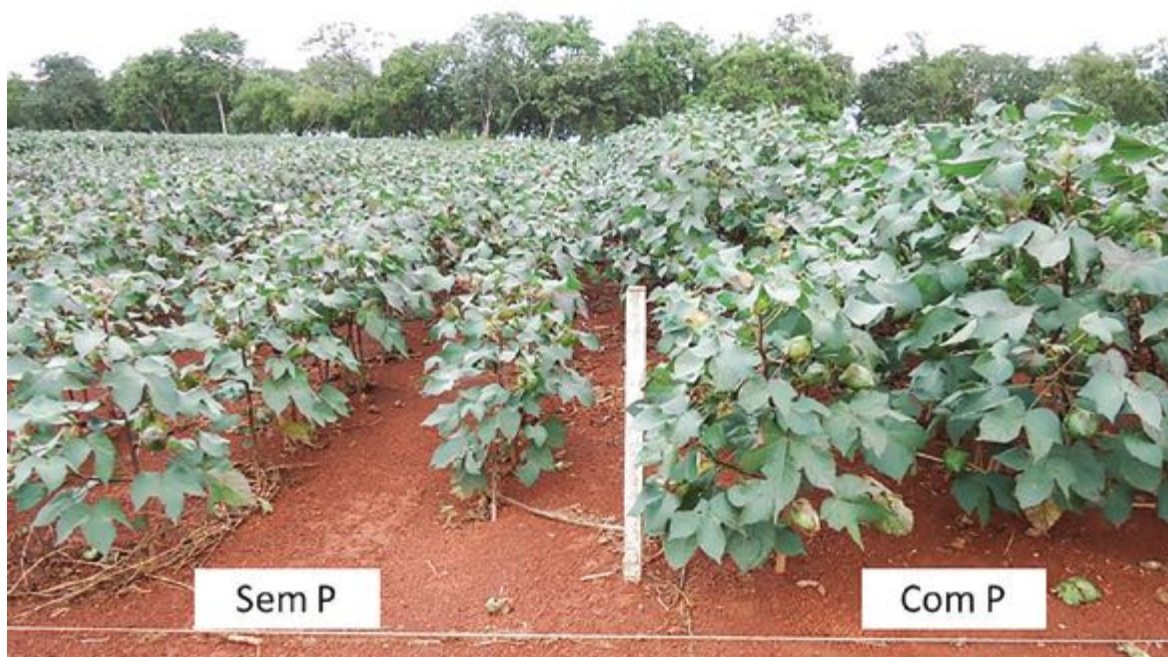


Figura 3. Deficiência de fósforo no algodoeiro (efeito na folha e sobre o desenvolvimento de plantas)

A interpretação dos resultados de análise de solo para fósforo, na região do Cerrado, é apresentada na *Tabela 3*, considerando-se o extrator Mehlich⁻¹.

Tabela 3. Rendimento potencial e interpretação da análise de solo para o P extraído pelo método de Mehlich-1, de acordo com o teor de argila, para recomendação de adubação fosfatada em sistema de sequeiro com culturas anuais no Cerrado

| Teor de argila | Rendimento potencial da cultura (%) | | | | |
|----------------|---------------------------------------|------------|-------------|-------------|--------|
| | 0-40 | 41-60 | 61-80 | 81-90 | > 90 |
| | Interpretação dos teores de P no solo | | | | |
| | Muito baixo | Baixo | Médio | Adequado | Alto |
| % | ----- mg/dm ³ ----- | | | | |
| < 16 | 0,0 a 6,0 | 6,1 a 12,0 | 12,1 a 18,0 | 18,1 a 25,0 | > 25,0 |
| 16-35 | 0,0 a 5,0 | 5,1 a 10,0 | 10,1 a 15,0 | 15,1 a 20,0 | > 20,0 |
| 36-60 | 0,0 a 3,0 | 3,1 a 5,0 | 5,1 a 8,0 | 8,1 a 12,0 | > 12,0 |
| > 60 | 0,0 a 2,0 | 2,1 a 3,0 | 3,1 a 4,0 | 4,1 a 6,0 | > 6,0 |

(Fonte: Souza & Lobato, 2004 - com adaptações)

Com base nas pesquisas desenvolvidas no Cerrado, na *Tabela 4* são apresentadas sugestões para a adubação

de manutenção do algodoeiro na região, em função da expectativa de produtividade.

Tabela 4. Sugestões de adubação fosfatada de manutenção do algodoeiro cultivado no Cerrado, em função da expectativa de produtividade e da interpretação da análise do solo

| Expectativa de produtividade ⁽¹⁾ ----- kg/ha -----. | Teor de fósforo no solo (ver <i>Tabela 2</i>) | |
|---|--|---------------------|
| | Adequado | Alto ⁽⁴⁾ |
| Até 3.000 | 60 | 30 |
| 4.000 | 90 | 45 |
| 5.000 ⁽²⁾ | 110 | 55 |
| 6.000 ⁽²⁾ | 135 | 70 |

⁽¹⁾ Expectativa de produtividade com base na maior produtividade alcançada na região ou nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. ⁽²⁾ É pouco provável alcançar esse nível de produtividade em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em condições de sequeiro nos locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm, razoavelmente bem distribuídos durante o ciclo da cultura. ⁽³⁾ Doses estimadas, considerando que o algodoeiro extrai cerca de 20-25 kg/ha de P₂O₅ para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos. ⁽⁴⁾ Nível alto de fósforo no solo, no qual a adubação pode ser reduzida ou até suprimida por uma safra, em anos de elevada relação de preços insumo-produto.

(Fonte: Carvalho *et al.*, 2011)

Potássio

- O potássio é o segundo nutriente absorvido em maior quantidade pelo algodoeiro, sendo imprescindível para desenvolvimento, produtividade e qualidade da fibra. Porém, a quantidade de potássio exportado pela cultura do algodão é relativamente pequena (*Tabela 1*, pag 182), se comparada com a cultura da soja. A amostragem de solo na pré ou na pós-colheita do algodão frequentemente subestima os teores de potássio no solo;
- Na maioria dos solos do Cerrado, a reserva de potássio não é suficiente para suprir a quantidade extraída pelas culturas por longo período. Portanto, é essencial que seu suprimento às plantas seja feito por meio da adubação;
- Em solos com baixa CTC, recomenda-se

fazer o parcelamento da aplicação de potássio na cultura do algodão. Nestes solos, mais que investir em quantidades elevadas e no parcelamento da aplicação de potássio, acima de tudo, torna-se obrigatório o investimento no uso de culturas que contribuam para a ciclagem de nutrientes dentro do sistema de produção, principalmente a de potássio, como, por exemplo, o milho e a braquiária;

- A deficiência tradicional de potássio, em pré-florescimento, é caracterizada pela clorose internerval das folhas do baixeiro, seguida de necrose nas margens e queda (*Figura 4*); como consequência, há o encurtamento do ciclo, a má-formação de capulhos, a redução da produtividade e da qualidade das fibras.



(Imagem: Claudinei Kappes)

Figura 4. Deficiência de potássio no algodoeiro (folhas mais velhas - “baixeiro” das plantas)

Na *Tabela 5*, encontra-se uma recomendação de adubação do algodoeiro com potássio, para Mato Grosso.

Tabela 5. Recomendação de adubação com potássio para a cultura do algodoeiro de alta produtividade (4.500 kg/ha) no Estado de Mato Grosso

| Teor de K no solo | Dose de potássio recomendada, considerando-se a expectativa de produtividade de 4.500 kg/ha |
|--------------------------------|---|
| ----- mg/dm ³ ----- | ----- kg/ha de K ₂ O ----- |
| < 40 | 150 a 200 |
| 40 a 60 | 120 a 140 |
| 60 a 80 | 100 |
| > 80 | < 75 ⁽¹⁾ |

(Fonte: Zancanaro *et al.*, 2004).

⁽¹⁾ Quantidade de potássio equivalente à exportada pelo algodão em caroço, que, em Mato Grosso, segundo dados da Fundação MT, é de aproximadamente 41 kg/ha de K₂O para produtividade de 4.500 kg/ha.

A interpretação da análise de solo para o potássio, na região do Cerrado, é apresentada na *Tabela 6*.

Tabela 6. Interpretação da análise de solo para o potássio no Cerrado, de acordo com a CTC do solo, e, em Minas Gerais, visando a recomendação de adubação de culturas anuais

| Estado/ Região | CTC a pH 7,0 (cmolc/dm ³) | Interpretação | | | | |
|-----------------------------|---|--|---------|---------|------------------|--------------------|
| | | Muito baixo | Baixo | Médio | Adequado/ Bom | Alto/ Muito bom |
| | | ----- Teor de K no solo (mg/dm ³) – Extrator Mehlich-1 ----- | | | | |
| Minas Gerais ⁽¹⁾ | | < 16 | 16 a 40 | 41 a 70 | 71 a 120 | > 120 |
| Cerrado ⁽²⁾ | < 4,0 | . < 16 | 16 a 30 | 31 a 40 | > 40 | |
| | > 4,0 | . < 26 | 26 a 50 | 51 a 80 | > 80 | |

(Fonte: ⁽¹⁾Alvarez V. (1999); ⁽²⁾Vilela *et al.* (2004), com adaptações)

Na *Tabela 7*, apresenta-se uma sugestão de adubação com potássio para o Cerrado, em função dos teores de K no solo e da produtividade esperada de algodão em caroço.

Tabela 7. Sugestão de adubação potássica do algodoeiro no Cerrado, em função dos teores disponíveis no solo e da produtividade esperada de algodão em caroço

| Produtividade esperada ⁽¹⁾ ---- kg/ha ---- | Teor de K no solo, mg/dm ³ (camada de 0-20 cm) | | | | |
|--|---|----------------------|-----------|--------|----------------------|
| | < 25 ⁽²⁾ | 26-50 ⁽²⁾ | 51-80 | 81-120 | > 120 ⁽⁴⁾ |
| Até 3.000 | 130 | 100 | 80 | 60 | 30 |
| 4.000 | 150 a 170 | 120 a 140 | 100 a 120 | 80 | 40 |
| 5.000 ⁽³⁾ | 170 a 190 | 140 a 160 | 120 a 140 | 100 | 50 |
| 6.000 ⁽³⁾ | 190 a 210 | 160 a 180 | 140 a 160 | 120 | 60 |

(Fonte: Carvalho *et al.*, 2011)

⁽¹⁾ Expectativa de produtividade com base na maior alcançada nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. ⁽²⁾ Nesses níveis de K no solo, as doses sugeridas incluem a adubação corretiva mais a adubação de manutenção (considerando-se o teor adequado de K para o algodão na faixa de 80-120 mg/dm³). ⁽³⁾ É pouco provável que esse nível de produtividade seja alcançado em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm, razoavelmente bem distribuídos durante o ciclo da cultura. ⁽⁴⁾ Nível alto de potássio no solo, acima do qual a adubação pode ser reduzida ou até suprimida por uma safra, em anos de elevada relação de preços insumo-produto.

Cuidado especial deve ser tomado quanto à adubação potássica no sulco de semeadura do algodoeiro, pois aplicações de quantidades elevadas de cloreto de potássio podem, devido a seu alto índice salino, comprometer o desenvolvimento inicial do sistema radicular e, conseqüentemente, da planta. Precaução também deve ser tomada com seu posicionamento em relação à semente: o fertilizante potássico deve

ser aplicado abaixo e ao lado da semente — em torno de 5 cm. Do contrário, quando posicionado muito próximo à semente, o fertilizante pode gerar um efeito salino muito forte no solo, comprometendo germinação e emergência e o desenvolvimento inicial da radícula e das plantas (*Figura 5*). Não trabalhar com quantidades de potássio, no sulco de semeadura, superiores a 40-50 kg/ha de K₂O.

(Fonte: Fundação MT 2004)

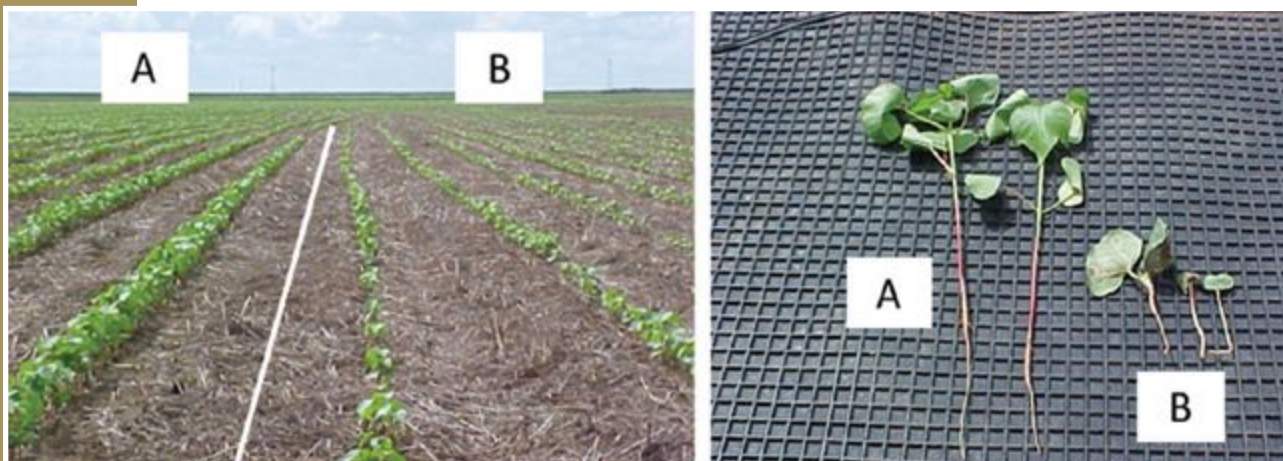


Figura 5. Desenvolvimento inicial de plantas de algodão afetado pelo posicionamento do cloreto de potássio no sulco de semeadura em relação à semente — (A) sem potássio no sulco; (B) com potássio no sulco

Enxofre

- A dinâmica do enxofre no solo tem muita semelhança com a do nitrogênio, ou seja, está diretamente relacionada à dinâmica da matéria orgânica do solo, principal fonte de nitrogênio e enxofre às culturas;
- As plantas absorvem enxofre na forma de sulfato (SO_4^{-2}). Por tratar-se de um ânion, o SO_4^{-2} não é adsorvido nas cargas negativas das camadas superficiais do solo, tendendo a acumular em profundidade, abaixo de 20 cm. Portanto, se as raízes do algodão não estiverem explorando o solo em profundidade, seja devido à acidez ou a impedimento físico do solo, poderá haver deficiência de enxofre, mesmo havendo teores elevados do elemento em profundidade;
- Daí a importância na realização de amostragem do solo em profundidade, a fim de contribuir para o diagnóstico quanto ao manejo da adubação com enxofre;
- Com a deficiência de enxofre, a fotossíntese é reduzida, afetando a produtividade e a qualidade da fibra. As plantas deficientes em enxofre têm crescimento reduzido, emitem poucos ramos vegetativos e reprodutivos e apresentam folhas no ponteiro de cor verde-amarelada (*Figura 6*). Esse sintoma de deficiência assemelha-se ao do nitrogênio, porém, por causa da baixa mobilidade no floema, ele aparece inicialmente no ponteiro, enquanto o sintoma de deficiência do nitrogênio aparece no baixeiro (*Figura 7*).

(Imagem: Gilvan Barbosa Ferreira)



Figura 6. Clorose verde-limão típica de deficiência de enxofre no algodoeiro

(Imagem: Leandro Zancanaro)



Figura 7. Deficiência de enxofre no algodoeiro (perda da coloração verde nas folhas mais novas)

Micronutrientes

Segundo Carvalho *et al.* (2011), as pesquisas realizadas com micronutrientes na cultura do algodoeiro nas diversas regiões produtoras do Brasil, sendo as mais recentes no Cerrado, mostram que: i) são frequentes as respostas a boro; ii) as respostas a zinco são raras e ocorrem em áreas de Cerrado recém-incorporadas ao processo produtivo ou em solos pobres nesse nutriente e cultivados sucessivamente sem adubação com zinco; iii) eventualmente, ocorre resposta ao manganês via

pulverização foliar, em solos com pH (em água) acima de 6,3; iv) a adubação corretiva com zinco e cobre é uma estratégia eficiente para suprir a necessidade desses nutrientes para a cultura, apresentando efeito residual de pelo menos quatro anos.

Para o boro, embora existam relatos de efeito residual de pelo menos quatro anos para adubações corretivas, os resultados obtidos em Mato Grosso apontam efeito residual da adubação com boro, mas que a frequência de aplicação do elemento

em cada safra, com doses menores (1-2 kg/ha/ano, conforme textura) de boro, é um manejo recomendado.

Dentre os micronutrientes, tem-se observado que o boro é o mais limitante, havendo respostas do algodoeiro à adubação, sobretudo em regiões com alto potencial produtivo e solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e sem histórico de aplicações de boro nas últimas safras. Recomenda-se adubação com o elemento quando o teor no solo, extraído pelo método de água quente, for menor que 0,6 mg/dm³. Porém, deve-se ter cuidado na interpretação dos resultados das análises de solo, pois existe muita variabilidade dos resultados entre os laboratórios.

Autores relatam que, em virtude da baixa mobilidade do boro na planta, os primeiros sintomas ocorrem nas partes jovens, nos tecidos de condução e nos órgãos de propagação. Os sintomas de deficiência mais comuns no campo são: amarelecimento das folhas do ponteiro — no período de florescimento/frutificação, aparecem anéis concêntricos verde-escuros nos pecíolos (*Figura 8*) e nas hastes, com necrose interna da medula. À medida que a carência aumenta,

estes anéis surgem nos ramos e na haste principal. A deficiência de boro, quando severa, provoca a morte da gema apical e surgimento anormal de brotos novos (superbrotamento da planta). Baixos teores no tecido durante o florescimento podem inviabilizar a germinação do grão de pólen, impedindo a fecundação dos óvulos e a formação das sementes e, por consequência, das fibras delas advindas.

Adubação de sistema e a cultura do algodoeiro

Os solos sob bioma de Cerrado são naturalmente ácidos e deficientes na maioria dos nutrientes, mas apresentam, de modo geral, boas condições físicas, resultando em solos permeáveis. Porém, são solos com baixa capacidade produtiva, que, antigamente, eram denominados de baixa fertilidade.

Devido à acidez elevada e à deficiência em nutrientes, na abertura destes solos para o uso agrícola, há necessidade de investimentos elevados, onerosos por vários anos, para realizar a correção do solo, a fim de permitir que as culturas possam absorver nutrientes suficientes para expressarem seu potencial produtivo em cada ambiente específico. Nesta situação de deficiência, caso não seja feita a correção do solo, a produtividade da cultura é reduzida. Nesse contexto, há necessidade de realizar a correção do solo e praticar adubação focada na exigência de cada cultura, individualmente, conforme a sequência de culturas dentro do sistema de produção.

Com os investimentos em correção do solo realizados ao longo do tempo, ocorre a denominada correção gradual dos solos, e estes passam a apresentar condições com níveis de nutrientes médios, adequados a altos (*Figura 9*). À medida que ocorre esta melhoria na capacidade do solo em fornecer nutrientes às culturas que compõem o sistema de

(Imagem: Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira)



Figura 8. Deficiência de boro caracterizada pela presença de anéis escuros no pecíolo das folhas do algodoeiro

produção, diminui-se a resposta das plantas às práticas de adubações corretivas e adubações propriamente ditas, a tal ponto que, quando o profissional da área técnica interpretar os resultados da análise do solo (níveis adequados ou altos), afirmará que aquele solo apresenta condições de fornecer a quantidade de nutrientes necessária para que as culturas expressem seu potencial produtivo.

Dessa maneira, em curto prazo, a probabilidade de resposta à adubação é baixa, sendo recomendada a adoção da estratégia de adubação de manutenção (níveis adequados) ou de reposição (níveis altos).

A adubação de manutenção considera a quantidade de nutrientes exportada, a eficiência de utilização dos nutrientes pelas culturas e as perdas de nutrientes dentro do sistema de produção. Os últimos fatores variam conforme o sistema de produção adotado ao longo do tempo e também de acordo com o nutriente. A adubação de reposição considera mais especificamente a quantidade de nutrientes exportada.

Portanto, o solo apresentando níveis adequados ou altos, a adubação pode ser focada na quantidade de nutrientes exportada pelo sistema de produção adotado, considerando o período de um ano, do ano agrícola, por exemplo. A partir destes níveis de nutrientes no solo, a resposta das plantas é menos dependente do modo de aplicação dos fertilizantes, possibilitando a adoção de várias estratégias de adubações, sem comprometer a produtividade em curto, médio e longo prazo. Entre as estratégias possíveis, está a aplicação da quantidade total de nutrientes destinada ao cultivo das duas/três culturas dentro do sistema de produção apenas na cultura mais exigente, conforme os nutrientes e o solo. A cultura do algodão é mais exigente, menos eficiente na absorção de nutrientes e mais responsiva que a soja, sendo que esta última é caracterizada por ser eficiente no aproveitamento do residual das adubações das culturas anteriores.

Para muitos profissionais da área técnica e produtores, a prática de aplicar a quantidade de

nutrientes para todas as culturas que são cultivadas no mesmo ano agrícola dentro do sistema de produção, na cultura mais exigente, menos eficiente ou mais responsiva, é denominada de adubação de sistema. Porém, há necessidade de não confundi-la com a antecipação da adubação, muito desejada neste momento, em que o rendimento operacional é priorizado em relação aos critérios agrônômicos.

Sob uma visão mais sistêmica, a adubação de sistema consiste no manejo da adubação em sistemas de produção, com rotação de culturas previamente estabelecida, considerando as características do solo e das culturas envolvidas, buscando aumentar não só a produtividade de cada cultura dentro do sistema, mas também, intensificar o aporte de carbono e de nitrogênio, além da reciclagem de nutrientes e do aumento da eficiência de aproveitamento destes elementos.

Em ambas as estratégias (adubação de manutenção e de reposição) está incluído o conceito de quanto maior a produtividade obtida, maior deve ser a adubação realizada. Estas duas estratégias são muito válidas para nutrientes como o fósforo e o potássio. Para nutrientes como o nitrogênio, o enxofre e os micronutrientes, há necessidade de se considerar outros aspectos.

(Fonte: extraído de CQFS-RS/SC (2004), a partir de Gianello & Wirthöler, 2004)

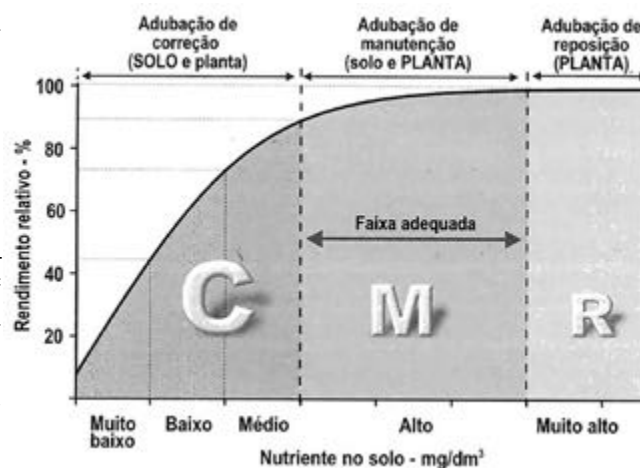


Figura 9. Relação entre o rendimento relativo das culturas como variável do teor de nutrientes no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Ulisses Rocha
Antuniassi
UNESP

Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão

O sucesso da pulverização depende de diversos fatores:

- Cuidados com o ambiente: os conceitos de responsabilidade e sustentabilidade no uso dos produtos fitossanitários e técnicas de aplicação devem estar sempre presentes no processo de tomada de decisão das aplicações. Riscos ambientais podem levar a restrições e proibições de uso de produtos e de técnicas. Bom senso é fator fundamental em todas as etapas do processo;
- Seleção adequada da técnica frente às necessidades do tratamento fitossanitário: o tamanho de gotas e o volume de calda devem ser ajustados tendo em mente as características do alvo da aplicação;
- Adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas;
- Dimensionamento dos pulverizadores (terrestres e aéreos): o parque de máquinas deve ser coerente frente à extensão da área a ser tratada. O dimensionamento inadequado (muita área para cada pulverizador) resulta em pulverizações em situações extremas (velocidade excessiva, volumes de calda extremamente baixos e aplicações em condições climáticas inadequadas), gerando maior probabilidade de erro. Serviços de terceiros podem ser utilizados para minimizar problemas de dimensionamento de máquinas;
- Treinamento: reconhecer a importância do treinamento de técnicos e de aplicadores é fator-chave para o sucesso do tratamento fitossanitário.

Conceitos básicos sobre tecnologias de aplicação

O princípio básico da tecnologia de aplicação é a divisão do líquido a ser aplicado em gotas (“processo de pulverização”), multiplicando o número de partículas (gotas) que carregam os princípios ativos em direção aos alvos da aplicação. Desprezando-se os riscos de perdas e deriva, quanto menor o tamanho das gotas geradas, maior o número de gotas disponíveis para uma determinada quantidade de líquido, ampliando a probabilidade de atingirem os alvos. Entretanto, as gotas mais finas são aquelas que apresentam a maior probabilidade de perdas e de deriva, pelas seguintes razões:

- Gotas mais finas apresentam maior

potencial de cobertura dos alvos, quando utilizadas em condições climáticas e operacionais adequadas;

- Parâmetros como o momento da aplicação, as condições climáticas, a recomendação do produto e as condições operacionais devem ser considerados em conjunto para a determinação da técnica a ser utilizada, visando ao máximo desempenho com o mínimo de perdas e deriva, sempre com o menor potencial de impacto ao ambiente às áreas que compõem o entorno das aplicações.

Tamanho de gotas, volume de calda e o alcance dos alvos

As gotas produzidas por uma ponta são classificadas como muito finas, finas, médias, grossas, muito grossas e extremamente grossas. Para a classificação de

uma determinada ponta, seu espectro de gotas deve ser comparado ao obtido por pontas de referência, que são avaliadas de acordo com normas técnicas e com o uso de equipamentos sofisticados em laboratórios de referência. Para a seleção de pontas de acordo com o espectro de gotas desejado, os técnicos de campo devem usar como referência as tabelas de classificação de gotas fornecidas pelos fabricantes de pontas e atomizadores, ou ainda as informações disponíveis on-line em diversos sites especializados.

A classe de tamanho de gotas é um bom indicativo da capacidade da pulverização em cobrir o alvo e penetrar no dossel da cultura. Por esta razão, os seguintes conceitos devem ser levados em consideração:

- Gotas menores (muito finas, finas e médias) possuem melhor capacidade de cobertura (oferecem maior número de gotas/cm²), assim como propiciam maior capacidade de penetração;
- Gotas menores podem ser mais sensíveis à evaporação e aos processos de deriva;
- Na maioria dos casos, as gotas grossas são preferidas para aplicação de herbicidas de grande ação sistêmica, enquanto as gotas médias, finas e muito finas são mais utilizadas para inseticidas e fungicidas.

Em termos genéricos, para melhorar o desempenho de uma aplicação, deve-se considerar os seguintes princípios:

- Gotas mais finas e/ou volumes maiores melhoram a cobertura dos alvos e o potencial de alcance das folhas mais internas do dossel da cultura. Alvos de difícil alcance, como as pragas e doenças posicionadas nos terços médio e inferior das plantas, precisam de aplicações com gotas mais finas;
- É fundamental que as aplicações com gotas mais finas sejam realizadas respeitando-se os limites climáticos, com objetivo de evitar as perdas e a deriva;
- Na aplicação de volumes mais baixos, as gotas mais finas devem ser preferidas, para que se consiga uma boa cobertura com a calda pulverizada, respeitando-se as condições climáticas;
- Quando houver necessidade de aumentar o

(Imagem: Ulisses Antunias)



Figura 1. Mistura de tanque

tamanho das gotas por conta de restrições climáticas, o volume de calda deve ser igualmente aumentado para que se possa garantir um nível mínimo de cobertura para o tratamento.

Um dos fundamentos da tecnologia de aplicação é que não existe uma solução única que atenda a todas as necessidades. É necessário que a tecnologia seja ajustada para cada condição de aplicação. Para que o ajuste do tamanho das gotas e do volume de calda, várias ações podem ser planejadas dentro do manejo dos parâmetros de uma aplicação:

- Para reduzir o tamanho das gotas, as pontas de jato plano (leque) podem ser substituídas pelas pontas de jato plano duplo (duplo leque) ou cônico vazio. A pressão de trabalho das pontas pode ser aumentada, e um adjuvante que reduza o tamanho das gotas pode ser adicionado à calda;
- Para aumentar o tamanho das gotas, as pontas de jato plano (leque) podem ser substituídas pelas pontas de pré-orifício ou indução de ar. A pressão de trabalho pode ser reduzida e um adjuvante pode ser adicionado à calda (produtos cuja ação produza gotas de maior tamanho);
- No caso do volume de calda, sua variação deve ser feita tanto pela troca das pontas como pela variação da velocidade de deslocamento do pulverizador.

Como avaliar o desempenho de uma aplicação a campo

Um dos grandes desafios para o técnico responsável por uma aplicação é a definição de critérios para avaliar se uma aplicação apresenta ou não o desempenho adequado. Em geral, a melhor maneira de obter essa resposta é analisar o próprio desempenho fitossanitário. Uma boa aplicação permite ao defensivo expressar o melhor de seu desempenho, gerando bom controle, desde que as demais decisões agronômicas estejam corretas. Entretanto, é possível também empregar alguns critérios práticos objetivos e subjetivos, como as análises visuais, alguns tipos de corantes e os papéis hidrossensíveis.

Uma análise visual criteriosa deve ser realizada antes de se iniciar o trabalho, observando-se o spray gerado na aplicação. Certifique-se de que o spray tenha um aspecto uniforme, sem variações aparentes de quantidade de calda ao longo da faixa de aplicação. Uma das melhores maneiras de garantir resultados satisfatórios é o acompanhamento constante do trabalho de pulverizadores e aeronaves. Muitas vezes, operadores e pilotos não têm o melhor ponto de vista do resultado do trabalho, e, nestes momentos, o apoio de um técnico de campo é fundamental para corrigir eventuais problemas.

Inúmeros tipos de corantes podem ser usados na calda para marcar folhas e alvos artificiais durante uma pulverização. Corantes fluorescentes são muito populares, pois permitem a visualização noturna das gotas com o uso de luz ultravioleta ("luz negra"), assim como há corantes de pigmentação branca para a visualização direta sobre as folhas, entre outros. Deve-se ter bastante atenção para eventuais interferências do corante nas características da calda, o que pode gerar alterações do espectro de gotas, assim como incompatibilidade entre produtos no tanque.

Técnicas simples, como o papel

hidrossensível (PH), devem ser empregadas com muito critério. Este método foi desenvolvido para fornecer uma rápida referência sobre a qualidade da aplicação, mas seu uso deve ser cercado de cuidados, pois inúmeros fatores podem distorcer os resultados na prática, podendo induzir a erros de avaliação. Ao usar o PH, tenha em mente que:

As fitas de PH são muito pequenas frente às variações pontuais normais de uma aplicação. Por isso, quanto maior a quantidade de fitas de PH colocadas na área, mais precisa será a avaliação;

Tenha cuidado na comparação de caldas: soluções que contenham produtos diferentes apresentam diferentes fatores de espalhamento sobre o papel (cuja superfície é bastante diferente de uma folha da planta), podendo induzir a erros de avaliação;

A eficiência de coleta das gotas mais finas pelo PH é menor. Por esta razão, quanto menor é a gota pulverizada, maior a probabilidade de imprecisão na comparação entre diferentes técnicas de aplicação.

Tecnologia para o controle do bicudo no algodão

No que se refere ao uso de gotas mais finas para a melhoria do desempenho fitossanitário das aplicações, um exemplo prático bastante pertinente para a cultura do algodão é a questão do controle do bicudo. Cada vez mais, as técnicas de aplicação com gotas extremamente finas estão se popularizando, principalmente pela vinculação desse tipo de técnica com a aparente eficiência de controle de alvos de acesso mais difícil (como o exemplo do bicudo). De fato, o uso de gotas extremamente finas pode melhorar a penetração da calda nos pontos mais "escondidos" da arquitetura das plantas. Entretanto, é preciso sempre ressaltar que esse tipo de aplicação tem pouca sustentabilidade se avaliada como uma parte do processo como um todo, pois os níveis de perdas

e deriva são geralmente muito altos. Com isso, há maior potencial de mortalidade de polinizadores e outros insetos úteis, causando inúmeros problemas dentro do próprio manejo integrado de pragas, assim como maior potencial de impacto negativo sobre o ambiente.

Condições climáticas para a aplicação

Para a maioria dos casos, os limites climáticos a serem observados são os seguintes:

- As aplicações devem ocorrer com umidade relativa superior a 50%;
- A temperatura ambiente deve ser menor que 30°C;
- As aplicações devem ser realizadas com velocidade do vento entre 3 e 10 km/h;
- Estes valores a serem considerados são as médias durante o deslocamento dos equipamentos a campo;
- Deve-se cuidar para que, na média, as condições estejam dentro dos limites;
- O bom senso deve prevalecer na delimitação das variações admissíveis quanto aos limites climáticos. Por exemplo: se nas áreas do entorno do local da aplicação houver alvos com maior risco de problemas de deriva, os cuidados com estes limites devem ser mais rigorosos;
- Antes do procedimento, deve-se analisar a direção do vento, para que as aplicações com gotas mais finas não sejam realizadas quando o vento estiver soprando na direção das áreas com maior potencial de alvos que representem problemas com a deriva.

A ausência de vento também pode ser prejudicial. Nesse sentido, é importante observar as seguintes situações:

- Correntes convectivas em horários de maior calor: o ar aquecido ascendente dificulta a deposição das gotas pequenas;
- Inversões térmicas nas manhãs muito frias: a

estabilidade das camadas de ar dificulta a deposição das gotas mais finas.

Os limites climáticos devem ser considerados e eventualmente flexibilizados de acordo com a tecnologia de aplicação que será utilizada. Como exemplo, o uso de gotas grossas ou muito grossas pode facilitar o trabalho um pouco além dos limites, sempre com o cuidado para que a aplicação não seja feita em condições muito extremas com relação ao clima.

As características da técnica de aplicação precisam ser consideradas no momento da tomada de decisão no que se refere às condições climáticas. A escolha do tamanho de gotas deve ocorrer em função das condições climáticas (*Tabela 1*). Neste raciocínio, o princípio a ser utilizado é o da adoção da gota mais segura dentro dos limites de cada situação. Assim, se a umidade permite uma gota fina, mas a temperatura indica que o melhor seria uma gota média, a gota maior (média) deve ser a escolhida, por ser a mais segura para a situação (menor risco de perdas por deriva).

Horário de aplicação

O início da manhã, o final da tarde e a noite são períodos em que a umidade relativa é maior e a temperatura é menor, sendo considerados mais adequados para as aplicações.

Na prática, é possível e recomendável a utilização de gotas finas nesses horários.

É necessário um monitoramento das condições ambientais com o passar das horas do dia, pois, no caso de haver um aumento considerável da temperatura, com redução da umidade relativa ou aumento da velocidade do vento, o padrão de gotas precisa ser mudado (passando-se a usar gotas maiores). Neste caso, o volume de aplicação deve ser aumentado, para não haver efeito negativo na cobertura dos alvos.

Chuva, orvalho e horários noturnos requerem atenção no momento do planejamento das aplicações:

Tabela 1. Exemplo de relação prática entre as condições climáticas e a escolha do tamanho das gotas

| Fatores | Classes de gotas de acordo com as condições climáticas | | |
|------------------|--|-----------------|-------------------|
| | Muito Finas ou Finas | Finas ou Médias | Médias ou Grossas |
| Temperatura | abaixo de 25°C | 25 a 28°C | acima de 28°C |
| Umidade relativa | acima de 70% | 60 a 70% | abaixo de 60% |

No caso da chuva, recomenda-se observar o intervalo mínimo de tempo entre a aplicação e a chuva, visando permitir o tempo mínimo para a penetração e absorção dos ingredientes ativos;

Quando há orvalho, a presença de água nas folhas pode causar interferência na técnica de aplicação. O risco de um eventual escorrimento pode estar ligado ao uso excessivo de espalhantes (surfatantes) nas caldas. Entretanto, existem situações, dependendo da técnica empregada e do tipo de defensivo utilizado, em que a ação do orvalho pode ser benéfica (muitos fungicidas estão nessa categoria); em geral, vale a regra prática: ao ser feita a aplicação em plantas orvalhadas, deve-se observar se está ocorrendo escorrimento (gotejo) natural do orvalho; se o orvalho estiver escorrendo naturalmente, a aplicação deve ser evitada.

A aplicação noturna apresenta vantagens no que se refere às condições climáticas (umidade, temperatura e vento mais adequados à aplicação de gotas mais finas), mas esta opção deve considerar a possível existência de limitações técnicas relativas aos próprios defensivos, no que se refere às questões de eficiência e velocidade de absorção/penetração nas situações de ausência de luz ou baixas temperaturas.

Perdas e deriva

As perdas dos ingredientes ativos no processo de aplicação reduzem a dose real dos produtos sobre os alvos. A deriva é um dos tipos de perda que podem ocorrer, sendo frequentes, ainda, perdas por processos físicos e químicos na formulação da calda dentro do tanque do pulverizador. Apesar de o termo deriva ser utilizado de maneira geral, existem vários tipos de perdas:

- A deriva é qualquer desvio do produto aplicado, fazendo com que este não atinja o alvo da aplicação;

- A endoderiva é a perda do produto dentro dos domínios da cultura (exemplos: escorrimento, lavagem do produto pela chuva e gotas de uma aplicação foliar que atingem o solo).
- A exoderiva é a perda do produto fora dos domínios da cultura, como no caso das gotas levadas pelo vento;
- A evaporação resulta na perda de gotas em condições climáticas desfavoráveis (baixa umidade e alta temperatura do ar).

Independentemente da quantidade, a deriva na aplicação de produtos fitossanitários pode causar contaminação ambiental e danos às áreas vizinhas, além da potencial redução da eficiência dos produtos. A deriva é um fenômeno que depende fundamentalmente de quatro fatores:

- Técnica de aplicação escolhida (por exemplo, o tipo de ponta com seu correspondente espectro de gotas);
- Composição da calda a ser aplicada (o que depende de defensivos, adjuvantes e da concentração destes na calda);
- Condições climáticas no momento da aplicação (umidade relativa, temperatura e velocidade do vento);
- Condições operacionais utilizadas (velocidade do pulverizador, altura da barra etc.).

O potencial de danos causados pela deriva depende dos seguintes fatores

- Produto(s) aplicado(s): inseticidas e herbicidas podem causar mais danos diretos às áreas vizinhas. Entretanto, qualquer defensivo pode ser tóxico ao ambiente e às pessoas;
- Condições climáticas: principalmente intensidade e direção do vento;
- Técnica de aplicação: quanto maior a quantidade de gotas finas no espectro de gotas, maior o risco;

- Tamanho da área aplicada: quanto maior a área, maior o potencial de a aplicação causar danos por deriva;
- Sensibilidade do alvo à intoxicação: é fundamental conhecer a sensibilidade dos alvos presentes no entorno antes de aplicar algum produto;
- Dose mínima do(s) produto(s) que causa dano: lembre-se de que os efeitos da deriva podem ser cumulativos ao longo do tempo.

Técnicas de redução de deriva (TRD)

Uma técnica de redução de deriva (TRD) é a combinação de elementos que visa reduzir o risco de deriva em uma aplicação. Como exemplo, uma TRD seria a adoção de uma ponta de indução de ar (que oferece menor risco de deriva comparada a uma convencional) e em conjunto com um adjuvante misturado no tanque que apresente igualmente um potencial para reduzir as perdas. Uma TRD é empregada para minimizar o potencial de deriva, mas não isenta o aplicador da observação das condições climáticas e da análise dos riscos na aplicação.

Adjuvantes

São substâncias adicionadas à formulação do defensivo ou à calda com o objetivo de:

- Melhorar a atividade do ingrediente ativo (adjuvantes ativadores);
- Melhorar as características da aplicação (adjuvantes utilitários).

As principais classes de adjuvantes são apresentadas a seguir:

- Surfatantes (ou espalhantes): aumentam a área de contato das gotas com os alvos e o molhamento da superfície tratada, podendo, com isso, melhorar a adesão, a penetração e a absorção da calda. Auxiliam também no processo de emulsificação de produtos oleosos;
- Óleos: melhoram a penetração e a adesão dos defensivos nas folhas, aumentam o tamanho médio das gotas e reduzem a formação de gotas muito finas no espectro (efeito redutor de deriva). Em geral, pequenas quantidades de óleo ajudam a reduzir a deriva, mas aplicações com grande quantidade de óleo na calda podem

causar o efeito contrário (maior deriva), pela menor densidade do óleo em comparação à água;

- Adesivos e penetrantes: auxiliam na adesão e na penetração da calda nas folhas, ajudando na proteção das aplicações em caso de ocorrência de chuvas;
- Redutores de deriva: interferem no processo de pulverização de modo a reduzir o risco de perdas e deriva;
- Condicionadores de calda: são produtos que interferem no pH e/ou propiciam o sequestro de cátions, melhorando a qualidade da água utilizada na calda.

Interferência dos componentes da calda no espectro de gotas e risco de deriva

É importante considerar a influência dos componentes da calda no processo de formação de gotas. O espectro de gotas pode ser alterado de maneira significativa tanto por variações na calda como pela própria troca das pontas. Por isso, as misturas de tanque e o uso de adjuvantes devem ser analisados quanto a possíveis interações com a tecnologia de aplicação. Como exemplo, enquanto numa ponta convencional a presença de um surfatante pode aumentar a deriva, numa ponta com indução de ar este processo tende a ser inverso (um surfatante pode reduzir a deriva neste caso).

As aplicações de misturas de tanque mais complexas (diversos produtos no tanque, incluindo produtos de nutrição) devem ser analisadas cuidadosamente quanto à tecnologia de aplicação mais adequada para cada produto. Por exemplo, quando da mistura de um inseticida à calda de herbicidas usados numa dessecação, é importante verificar se a técnica de aplicação empregada atende aos requisitos de ambas as classes de produtos. É muito frequente, nesses casos, que o risco de deriva seja relegado a segundo plano, o que aumenta consideravelmente o risco ambiental da aplicação.

Misturas de tanque

A importância das misturas de tanque:

- Evitar resistência aos modos de ação;
- Minimizar a exposição dos aplicadores aos produtos;
- Reduzir impacto ao ambiente pelo menor número de aplicações;

- Reduzir operações no campo;
- Redução de custos;
- Misturas de tanque, se realizadas com critério técnico e bom senso, podem contribuir para a sustentabilidade do agronegócio.

A busca pela maior capacidade operacional dos pulverizadores tem incentivado a aplicação de caldas cada vez mais complexas (misturas contendo inúmeros produtos fitossanitários, adjuvantes e adubos foliares). Um agravante é a concomitante redução do volume de calda, o que resulta numa mistura com reduzida quantidade de água, tornando o problema mais complexo. Recomenda-se que as misturas sejam validadas antes de sua efetivação nos tanques dos pulverizadores, pelo que se convencionou chamar de “teste da garrafa” (mistura prévia dos produtos na exata proporção esperada no tanque, valendo-se de garrafas plásticas ou baldes). Outro fator importante para facilitar a aplicação de caldas com misturas mais complexas de produtos é a eficiente agitação da calda no tanque do pulverizador. A prática tem mostrado frequentemente problemas clássicos de incompatibilidade física:

- Mistura de produtos oleosos com enxofre;
- Mistura de formulações sólidas com emulsão concentrada (EC);
- Uso de volume de calda muito baixo com excesso de produtos (defensivos e nutrição).

As incompatibilidades químicas, que também podem ocorrer nas misturas mais complexas, podem resultar na formação de compostos pouco solúveis, precipitação, alterações de pH, degradação ou indisponibilidade de ingredientes ativos, por meio de processos de oxidação e redução, hidrólise, complexação ou encapsulamento das suas moléculas.

Estratégias para definir as misturas:

- Analisar os objetivos da aplicação.
- Entender o estado fisiológico da cultura;
- Conhecer os possíveis efeitos antagônicos entre os produtos;
- Pesquisar as possíveis incompatibilidades físicas;
- Dar preferência à água como veículo da aplicação (evitar as grandes quantidades de óleo na calda);
- Evitar os volumes de calda muito reduzidos.

Minimizando o risco de incompatibilidade física:

- Uma das técnicas empregadas é a organização da mistura do “mais fácil” para o “mais difícil”;
- Nem sempre esse procedimento é o mais recomendado, devido a especificidades das formulações e de suas interações com os demais componentes da calda;

Recomendação de seqüência de mistura de produtos no tanque ou no misturador (do “mais fácil” para o “mais difícil”):

1. Colocar água no tanque ou misturador;
2. Ligar agitação;
3. Colocar adjuvantes surfatantes e emulsionantes;
4. Colocar substâncias altamente solúveis em água;
5. Colocar produtos sólidos (formulações WP e WG);
6. Colocar líquidos concentrados;
7. Colocar adubos, micronutrientes e outros adjuvantes;
8. Colocar produtos de base oleosa.

(Imagem: Ulisses Antunassi)



Figura 2. Pulverizador de barras

- O ideal é consultar os fabricantes dos produtos para saber se há protocolo recomendado para a mistura de produtos;
- Entretanto, é difícil encontrar informações “oficiais” sobre protocolos de mistura, pois há controvérsias sobre a legalidade da prática.

Aplicação com pulverizadores de barras

O avanço no desenvolvimento da tecnologia permite aplicações terrestres em baixo volume com desempenho similar ao das aplicações convencionais, desde que realizadas dentro dos critérios de respeito aos limites climáticos. As diversas famílias de pontas, os acessórios de barra, os atomizadores rotativos, os sistemas eletrostáticos, a assistência de ar e os dispositivos eletrônicos para navegação e controle da pulverização ajudam na adequação da técnica de aplicação com os requisitos de cada tipo de trabalho.

Um fator importante é o potencial de amassamento da cultura causado pelo tráfego dos pulverizadores. Os danos mecânicos são variáveis de acordo com o tipo de equipamento, podendo ser bastante reduzidos em condições de tráfego controlado (passar com o pulverizador sempre no mesmo rastro). A utilização de pulverizadores autopropelidos e com pneus estreitos, as barras de grande dimensão (situação comum no Centro-Oeste brasileiro) e o uso de sistemas eletrônicos são fundamentais para a redução das perdas. Nessas condições, é comum que os danos mecânicos não ultrapassem 1%.

A velocidade é um fator decisivo na qualidade das aplicações. Os controladores eletrônicos propiciam ajuste do volume de calda de acordo com a variação de velocidade, mas é frequente o uso equivocado da tecnologia, resultando em perda de qualidade. O aumento de velocidade ocasiona aumento proporcional de pressão na pulverização, gerando redução no tamanho das gotas e aumento do risco de deriva. Somando-se a isso, a maior velocidade produz maior vento relativo (devido ao deslocamento do pulverizador) e há aumento da oscilação da barra, gerando ainda mais danos à qualidade da aplicação. Por isso, a velocidade não deve ser apenas vinculada à necessidade de maior capacidade operacional, devendo ser considerada também dentro de um pacote tecnológico que resultará na qualidade geral da aplicação.

Aplicações em faixas

As aplicações em faixas devem ser cuidadosamente planejadas para que não haja erro na dosagem dos produtos. A dose por hectare deve ser ajustada de acordo com a faixa efetiva de aplicação. As pontas de jato plano uniforme são as mais recomendadas, pois seu jato de pulverização oferece distribuição de líquido de maneira mais uniforme, sem que haja necessidade de sobreposição com outra ponta, como no caso das barras de pulverização. Como exemplo, a Teejet adota a letra “E” (de even, em inglês, que significa ‘igual, plano ou uniforme’) em seu código de produto para identificar pontas para esta finalidade.

Calibração e inspeção periódica de pulverizadores

Os pulverizadores devem ser corretamente calibrados e inspecionados antes das aplicações. As técnicas mais modernas de calibração, com o uso de baldes e balança (métodos gravimétricos), devem ser preferidas, descartando-se o uso dos “copos” de calibração. Este processo deve ser realizado cuidadosamente nas máquinas com sistemas eletrônicos de controle, pois a calibração destes sistemas é de fundamental importância para precisão da dose. É recomendável a adoção de um sistema de inspeção periódica de

pulverizadores (IPP) para a revisão das condições do equipamento antes de cada safra.

Aplicações aéreas

A aplicação aérea é uma atividade que demanda investimentos importantes no gerenciamento. Mesmo que a escolha da tecnologia de aplicação seja correta, outros fatores são importantes, de maneira isolada ou em suas interações: altura de voo, faixa de trabalho, posição do vento e condições climáticas. A posição do vento é um dos fatores mais importantes para garantir bom recobrimento das faixas.

Conceitos básicos importantes para aplicações aéreas:

- Atomizadores rotativos: a vazão de líquido é ajustada por um sistema de orifícios variáveis e pela pressão da calda, enquanto a intensidade de fragmentação das gotas depende da rotação do atomizador, que é definida pelo ângulo das pás das hélices e pela velocidade de voo da aeronave;
- Pontas hidráulicas: usualmente de jato plano, cone cheio ou vazio, as pontas são montadas em barras, que podem ser anguladas com relação ao deslocamento da aeronave, aumentando ou diminuindo a fragmentação das gotas (quanto maior esta angulação, menor será o tamanho de gotas geradas e vice-versa);
- Faixa de deposição: deve ser determinada de acordo com normas técnicas (exemplo: ASAE S386.2);
- Calibração da vazão: pode ser realizada pela determinação direta do consumo de calda em função do tempo.

(Imagem: Ulisses Antuniassi)



Figura 3. Pulverização aérea

A aeronave deve ser preferencialmente posicionada de forma perpendicular ao vento predominante, facilitando o alargamento natural das faixas. Caso contrário, pode ocorrer o estreitamento involuntário delas, com consequente erro por falta de sobreposição (falha de controle).

A gestão da disponibilidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso da aplicação aérea. Na maioria das vezes, a aplicação ocorre como serviço terceirizado, sendo recomendada a análise detalhada de sua disponibilidade, visando à contratação das aplicações com antecedência. Este procedimento pode garantir o ajuste correto do momento da aplicação. Para tanto, é fundamental o cálculo operacional do sistema terrestre disponível, visando definir o número de dias necessários para fechar a área. Este procedimento ajuda a diminuir o risco da contratação emergencial, a qual geralmente aumenta a probabilidade de erros.

Responsabilidade e boas práticas na aplicação

O incentivo às boas práticas na aplicação de defensivos é uma das principais ações que visam conferir sustentabilidade ao uso dos produtos fitossanitários. Os princípios da responsabilidade na tecnologia de aplicação estão fundamentados nos seguintes fatores:

- Buscar a garantia de qualidade na aplicação;
- Realizar aplicações em condições climáticas adequadas;
- Aplicar com técnicas para redução do risco de deriva;
- Respeitar as bordaduras (faixas de segurança) nas aplicações aéreas;
- Ter pleno conhecimento do entorno das áreas onde a aplicação vai ser realizada;
- Manter um cadastro de possíveis áreas de conflito (os alvos de deriva);
- Estar ciente das consequências de não respeitar as boas práticas nas aplicações.

Importante sempre ressaltar que a sustentabilidade do agronegócio depende da ação de todos os envolvidos no processo de produção.

Planejamento e organização da aplicação: a proteção aos polinizadores

Antes, durante e depois das aplicações, é muito importante a cooperação e a comunicação com aqueles que estão no entorno das áreas de trabalho (produtores, aplicadores, consultores e outros). Este processo aumenta consideravelmente a probabilidade de sucesso na proteção de recursos hídricos, da flora e da fauna. Cooperação e comunicação são exemplos importantes de boas práticas visando à proteção de polinizadores, tema de grande importância no contexto atual do uso de inseticidas no controle das pragas do algodão.

Como exemplo desse processo, as técnicas modernas de gestão e a busca pela sustentabilidade do agronegócio incentivam a adoção do conceito de coexistência entre a agricultura e a apicultura. Neste sentido, produtores agrícolas e aplicadores devem procurar sempre:

- Usar produtos registrados para aplicação aérea na cultura;
- Planejar a aplicação com respeito às faixas de segurança;
- Fazer parte de sistemas de gestão de riscos e alerta para evitar acidentes com deriva;
- Buscar informações sobre a existência de apicultores na região;
- Notificar os apicultores no entorno antes das aplicações;
- Ser proativo para reduzir o impacto da deriva no ambiente;

De sua parte, os apicultores devem sempre:

- Colaborar mantendo atualizadas a identificação e localização de suas colmeias;
- Estar atentos aos comunicados sobre aplicações para ter tempo hábil de proteger suas colmeias.

Referências bibliográficas: entrar em contato com o autor

Sistemas avançados de tecnologia de aplicação na defesa fitossanitária



Marcos Vilela de Magalhães Monteiro
MV Defesa Vegetal Ltda.

1. Introdução

Para a utilização dos sistemas avançados de tecnologia de aplicação são necessários os seguintes conhecimentos especializados:

Conhecer os alvos

As pragas, doenças e plantas daninhas que atacam os vegetais cultivados sempre foram motivo de preocupação da humanidade e, em algumas situações, provocaram e provocam calamidades de grandes proporções, trazendo fome e destruição quando ocorrem em caráter epidêmico. A tecnologia de aplicação dos defensivos é o conjunto de técnicas utilizadas para levar os princípios ativos até o alvo com menor poluição ambiental, maior eficiência, rapidez e economia.

Considera-se “alvo” a praga causadora dos danos e o microambiente no qual ela nasce, desenvolve-se e move-se. Os tratamentos fitossanitários evoluíram com o advento dos modernos defensivos, máquinas e tecnologias de aplicação, mas um aspecto pouco estudado é a relação entre as características das neblinas produzidas e os alvos a serem atingidos.

O primeiro passo para obter sucesso em um tratamento fitossanitário é conhecer as características morfológicas, fisiológicas, estruturais e epidemiológicas dos alvos. No caso de deposição nas folhas para um controle por contato ou por via sistêmica, é preciso conhecer o formato, a constituição da epiderme, a pilosidade e disposição das folhas nos ramos, o que depende da arquitetura da planta, o estágio de desenvolvimento, a posição na planta etc.

O conhecimento das características dos alvos é fundamental para o sucesso de um tratamento fitossanitário. Grande parte dos insucessos deve-se ao fato de que as neblinas aplicadas não têm as gotas de maior eficiência biológica e não atingem os alvos por falta de conhecimentos dos fatores envolvidos na tecnologia de aplicação por parte de técnicos e operadores.

É importante conhecer também o desempenho e as deficiências dos equipamentos utilizados e as condições meteorológicas adequadas para obtenção de uma neblina eficiente, para colocar nos alvos a quantidade de defensivo necessária ao controle das pragas.

Conhecer as características das pragas

As pragas dos vegetais são do reino animal e, em sua maioria, do ramo Insectae ou Aracnidea (insetos ou ácaros), que aumentam sua população de forma epidêmica pela falta de controle por parte dos inimigos naturais. Mesmo com a destruição de parte das populações por agentes naturais, se as pragas não forem controladas, podem destruir uma cultura em curto espaço de tempo.

As moléculas desenvolvidas para matar os insetos por meio de variados processos de bloqueios de enzimas têm também o potencial de prejudicar seriamente e matar uma gama enorme de outros animais, inclusive o homem!

Observações importantes: o tempo de exposição da praga ao defensivo durante o ciclo é muito curto; cada alvo tem uma neblina de maior eficiência para seu controle.

Em realidade, o homem está perdendo a batalha para o controle das pragas dos vegetais, usando cada vez mais defensivos e com resultados cada vez menos eficientes, restando como alternativa a adoção do manejo integrado de pragas (MIP), que reúne um conjunto de técnicas de grande eficiência no controle dos insetos. Além do controle químico, os inseticidas biológicos e botânicos, as variedades transgênicas, o sistema “atrai e mata”, os vazios sanitários, a rotação de culturas etc. são as alternativas viáveis aconselhadas pelo MIP.

2. Avaliação das neblinas

Para entender o processo de pulverização de um líquido, são necessários conhecimentos sobre a formação das gotas e sua distribuição nos **alvos** e no **meio ambiente**.

As pulverizações são feitas pela transformação das caldas em uma quantidade muito grande de pequenas esferas de líquido (gotas); a maioria de diâmetro inferior a de 0,5 mm (500 micrometros). O diâmetro é medido em milésimos de milímetro ou micrometro, cujo símbolo é μm ; o plural de micrometro é micra.

O conhecimento do tamanho das gotas produzidas e sua diversidade é muito importante para a escolha das neblinas mais adequadas e para a obtenção de um alto grau de eficiência das aplicações, além de reduzir a contaminação do meio ambiente.

Uma vez subdividido um líquido por meio de um processo mecânico, as gotas e as neblinas produzidas são medidas com o auxílio de lupas, microscópios ou sistemas digitais, com base em uma série de parâmetros, estudados desde 1911. Os principais parâmetros de tecnologia de aplicação são os seguintes:

VOL - Volume de líquido coletado

DMV - Diâmetro mediano volumétrico

DMN - Diâmetro mediano numérico

AR - Amplitude relativa - define o espectro de gotas

DG - Densidade de gotas

FD - Faixa de deposição

PRD - Potencial de risco de deriva

PAC - Porcentagem de área coberta

Os parâmetros mais importantes e mais usados atualmente são **VOL**, **DMV**, **AR** e **DG**. Com eles é possível avaliar a eficiência de uma neblina no controle de determinado alvo e comparar diferentes neblinas, escolhendo a melhor para determinado controle.

2.1 Volume de líquido (VOL- aplicado ou coletado)

O parâmetro “volume”, muito usado na prática, é medido em litros por hectare e deve ser interpretado de duas maneiras:

- **Volume aplicado pelo equipamento:** corresponde à quantidade de líquido aplicada em um hectare pelo equipamento pulverizador. Não há correlação direta entre o volume aplicado na área e o volume do defensivo no alvo;
- **Volume de líquido coletado:** corresponde à quantidade de líquido efetivamente coletada pelos alvos a serem atingidos na área aplicada, medida em nanolitros/cm², ou microgramas/cm². É a única maneira de avaliar a eficiência do controle de uma aplicação.

“Se nós nos tornarmos prisioneiros da afirmação que uma praga pode ser controlada com a aplicação de X gramas de ingrediente ativo por hectare, nós nunca evolveremos da triste e baixa eficiência das aplicações nas lavouras de hoje. O que funciona não é a quantidade que os aviões ou os tratores aplicam, e sim a que atinge o alvo”. Prof. Vernan Joyce - Cranfield Institute of Technology, Inglaterra - 1976.

Em toda pulverização, uma porcentagem maior ou menor do líquido aplicado deixa de atingir o alvo; o volume de líquido coletado e medido corresponde à porcentagem que muito provavelmente atingiu o alvo. Pode ser medido em alvos artificiais, como cartões hidrossensíveis e espelhos, ou nos alvos naturais, como insetos, besouros, folhas, frutos e ramos. Comparando-se o volume coletado com o volume total aplicado, temos a medida da eficiência de nosso trabalho.

2.2 Diâmetro mediano volumétrico (DMV)

É o tamanho da gota dentro do espectro da pulverização que divide o volume aplicado em duas

partes iguais, uma metade do volume pulverizado tem diâmetros maiores, e a outra tem diâmetros menores que o DMV (Figura 1).

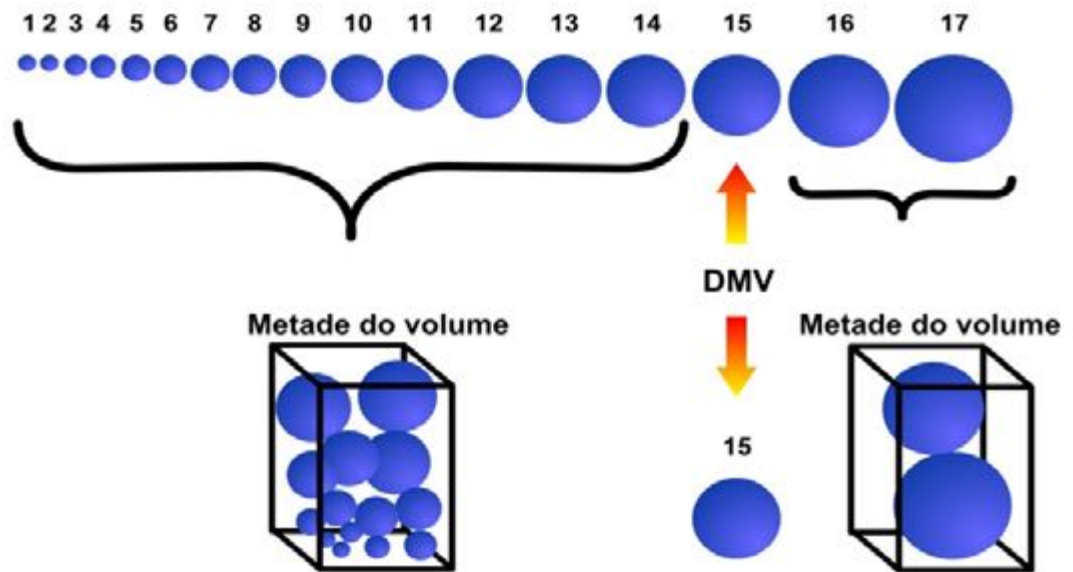


Figura 1. Representação gráfica do DMV- diâmetro mediano volumétrico (Organização Mundial da Saúde - OMS)

Tabela 1. Classificação das neblinas de acordo com os DMVs

| DMV em μm | Classificação | Tamanho de gota |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| Menor que 50 | Aerossol | Muito fina |
| 51 - 100 | Neblina | Fina |
| 101 - 200 | Pulverização fina | Média |
| 201 - 400 | Pulverização média | Grossa |
| Mais de 400 | Pulverização pesada | Muito grossa |

Fonte: Conselho Britânico de Proteção das Culturas (BCCP)

| Diâmetros em μm | Pulverização |
|----------------------------|-------------------|
| Menor que 50 | Extremamente fina |
| 51 - 136 | Muito fina |
| 137 - 177 | fina |
| 178 - 218 | Médias |
| 219 - 349 | Grossas |

Fonte :Sociedade Americana de Engenheiros Agrônomos e Biólogos

O DMV das pulverizações tem enorme influência:

- Na **penetração** da neblina na cultura (Figura 2);

- Na **deriva**, que é a porcentagem depositada fora do alvo na parte aérea (exoderiva) e no solo (endoderiva);
- Na **eficiência biológica** da pulverização pela maior ou menor eficiência de captura das gotas pelos alvos; e
- Na **produtividade** e na **economia** (sistemas UBV e BVO).

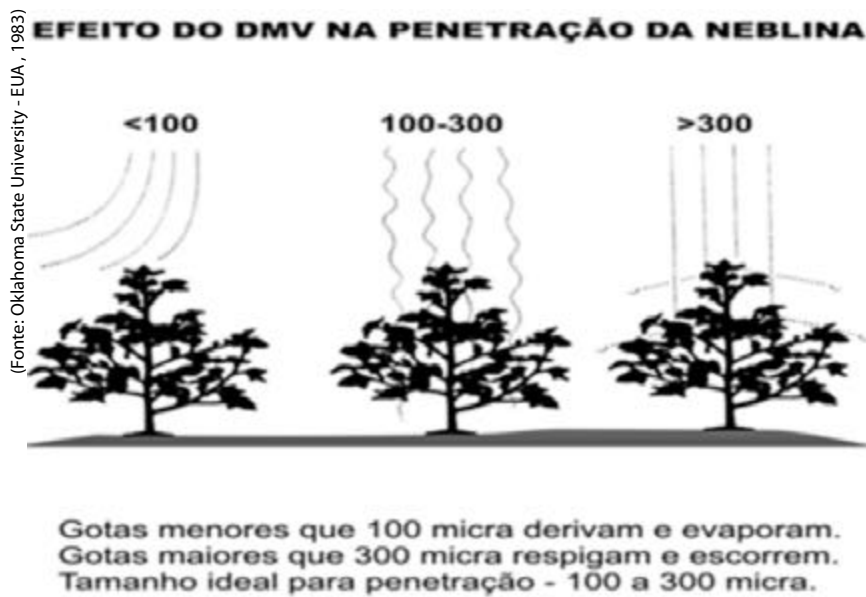


Figura 2. Eficiência da penetração da neblina em culturas anuais - Veículo água

Com a utilização de veículos não evaporantes, como óleos vegetais, óleos minerais, adjuvantes sintéticos e melão, podem ser realizadas aplicações altamente eficientes e econômicas com neblinas homogêneas de gotas finas. É o que ocorre quando se aplica no sistema de ultrabaixo volume (UBV) ou no sistema de baixo volume oleoso (BVO).

Como as gotas não evaporam, ou evaporam menos do que nas aplicações realizadas apenas com água, pode-se reduzir o DMV das aplicações

de 300 µm para 100 µm e aplicar apenas 1 litro por hectare onde se aplicava 27 litros por hectare, conforme mostra a *Figura 3*, produzindo o mesmo número de gotas por litro aplicado.

Usando-se os óleos ou melões como veiculantes dos produtos químicos, e água para a distribuição da calda em volumes maiores, fazemos as aplicações no sistema BVO, com 5-10 litros por hectare nas aplicações aéreas e 20-30 litros por hectare nas aplicações terrestres com bicos hidráulicos.



Figura 3. Redução do volume pela redução do DMV

Para cada alvo a ser atingido por uma pulverização existe uma faixa de DMV de ótimo efeito biológico (Tabela 2). Quanto maior for a

porcentagem do líquido pulverizado dentro dessa faixa de ótima eficiência biológica, maior será a eficiência da aplicação.

Tabela 2. Tamanhos de gota em função do alvo

| Alvo | DMV |
|--|---------|
| Mosquito adulto | 04-16 |
| Folhas de pinheiros | 11-35 |
| Lagartas (<i>Helicoverpa armigera</i>) | 12-48 |
| Bicudo do Algodoeiro (<i>Anthonomus grandis</i>) | 20-50 |
| Larva de besouro Japonês | 20-50 |
| Ponteiros de algodão | 20-80 |
| Insetos voadores | 10-50 |
| Folhagem de dicotiledôneas | 40 -100 |
| Aveia selvagem - Folhas | 100-150 |
| Solo (deriva reduzida) | 250-500 |

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)

Observou-se nos estudos do Instituto Nacional de Engenharia Agrícola (NIAE) da Inglaterra um aumento de absorção de herbicidas através das folhas de até seis vezes mais do princípio ativo, quando as aplicações são feitas com o DMV correspondente ao diâmetro de

maior eficiência biológica.

Como os papéis hidrossensíveis em posição fixa não captam gotas abaixo de 50 µm, desenvolvemos um dispositivo de coleta rotativa para capturar essas gotas, o Kit Medição de Gotas Finas (MGF) (Figura 4).

(Figura do autor)

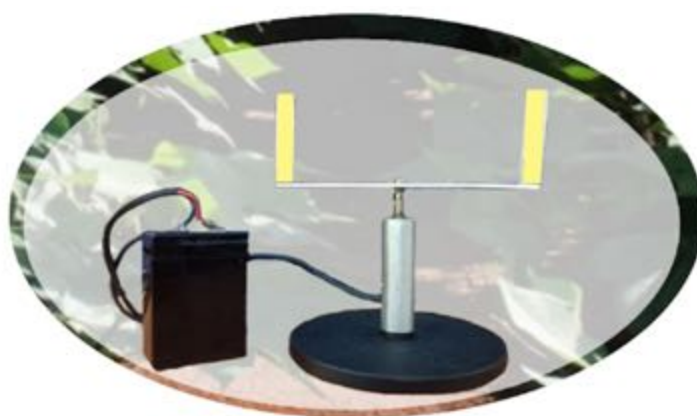


Figura 4. KIT - MGF Avaliação de gotas finas e muito finas

Gotas de maior eficiência biológica para o controle de pragas e doenças são causadoras dos problemas de

deriva. Na Tabela 3, informamos os padrões adequados de DMV e DG para diversos tipos de aplicação.

Tabela 3. Padrões adequados de DMV e de DG

| TIPOS DE APLICAÇÃO | GOTAS/cm ² | DMV |
|------------------------------|-----------------------|---------|
| Inseticidas | 20-30 | 100-150 |
| Herbicidas em pré-emergência | 20-30 | 400-600 |
| Herbicidas em pós-emergência | 30-40 | 150-200 |
| Fungicidas e adubos foliares | 50-70 | 100-150 |

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)

2.3 Diâmetro mediano numérico (DMN)

É o tamanho da gota dentro do espectro da pulverização que divide as gotas totais em duas

quantidades iguais; metade do número de gotas tem diâmetro maior que o DMN e a outra metade tem diâmetro menor (Figura 5).

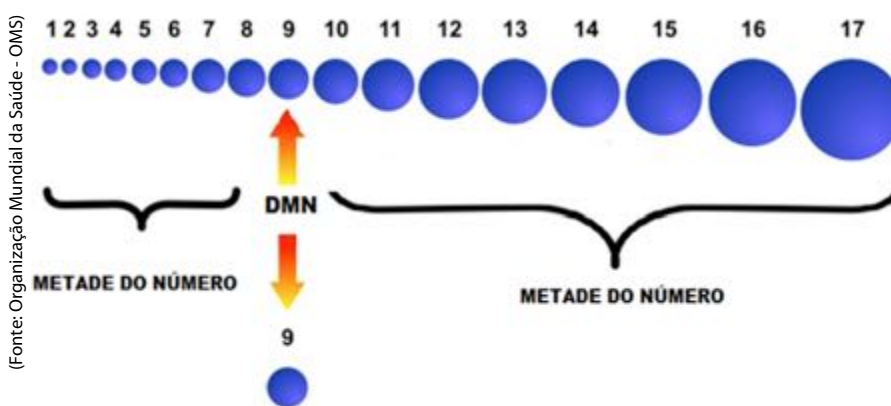


Figura 5. Representação gráfica do DMN

2.4 Amplitude relativa (AR)

O conjunto das gotas de diferentes diâmetros de uma pulverização é denominado espectro de gotas (EG). Se as gotas apresentarem uma diferença pequena entre seus diâmetros, a pulverização terá um EG homogêneo, e se a diferença entre os diâmetros for grande, o EG será heterogêneo.

A AR é, portanto, a medida da uniformidade do espectro. Os valores da AR são obtidos através de cálculo simples com os diâmetros:

- **DV 0,1**, que é o diâmetro que representa 10% do volume acumulativo da pulverização, ou seja, 10% do volume aplicado tem gotas menores que o DV 0,1;
- **DV 0,5**, que é o diâmetro que representa a 50% do volume acumulativo da pulverização, ou seja, 50% do volume aplicado tem gotas menores que o DV 0,5; é o DMV, e;
- **DV 0,9**, que é o diâmetro que representa

90% do volume acumulativo da pulverização, ou seja, 90% do volume aplicado tem gotas menores que o DV 0,9.

$$\text{AMPLITUDE RELATIVA} = \frac{D_v 0,9 - D_v 0,1}{D_v 0,5}$$

A uniformidade do espectro é um fator importante na eficiência das aplicações, afetando a eficiência biológica e suas derivas. Quanto maior for o valor da AR, mais heterogêneo será o espectro da pulverização, e menor será sua eficiência biológica (Figura 6).

As ARs abaixo de 1 indicam uma pulverização com espectro homogêneo, que é característica dos atomizadores rotativos. As ARs acima de 1 indicam a pulverização com espectro heterogêneo, que é característica dos bicos hidráulicos (Figura 7).

A AR é útil como um índice comparativo entre pulverizações.

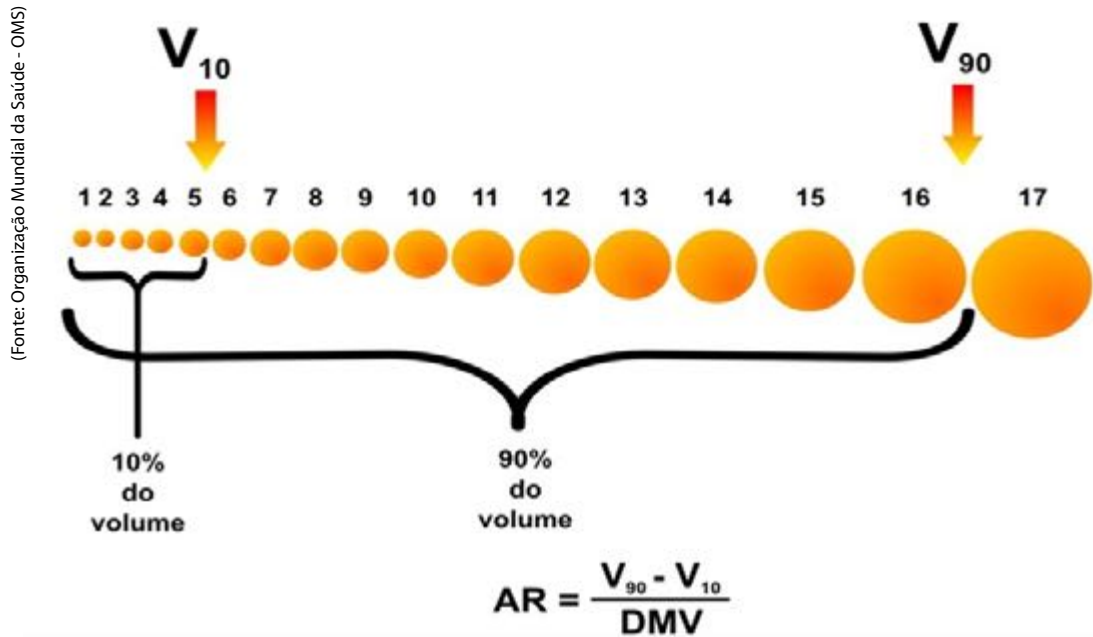


Figura 6. Representação gráfica da AR

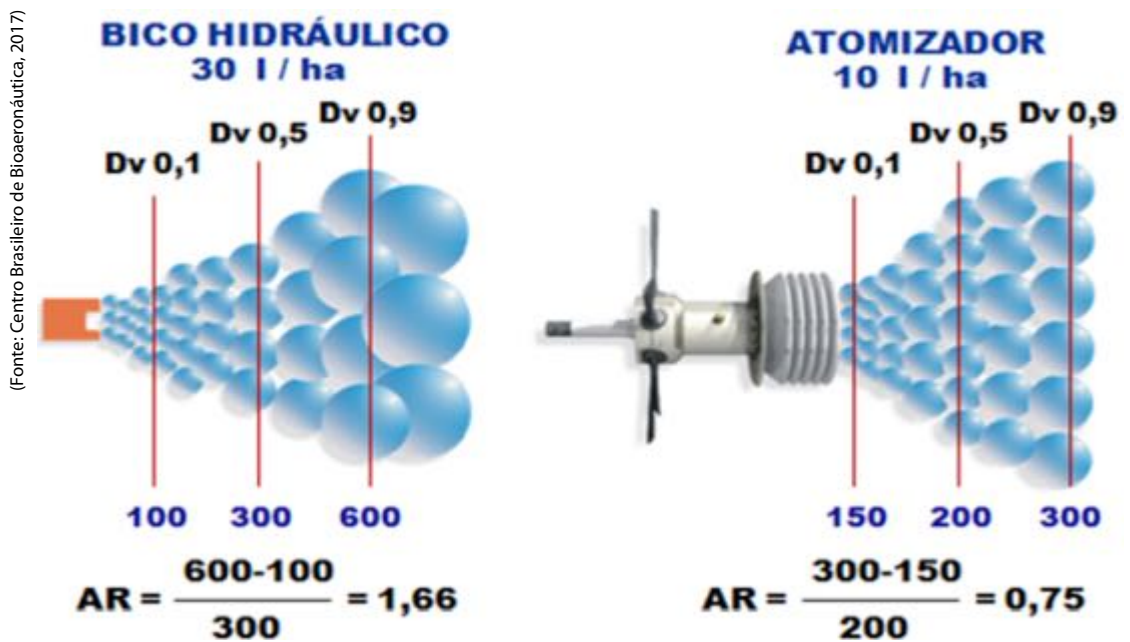


Figura 7. Comparação entre as ARs dos bicos hidráulicos e dos atomizadores rotativos de disco

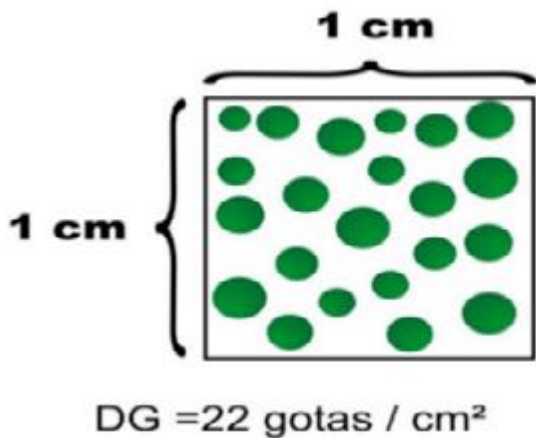
2.5 Densidade de gotas (DG)

A DG é a quantidade de gotas por unidade de superfície. É considerada alta, quando tiver uma quantidade maior do que 50 gotas por centímetro

quadrado, ou baixa, quando a densidade for menor que 20 g/cm².

Nas análises de neblina com base na DG deve-se levar em consideração que os cartões hidrossensíveis disponíveis

no mercado não capturam gotas abaixo de 50 µm, por conta de sua baixa massa, grande capacidade de flutuação e baixo impacto terminal.



Nas aplicações com bicos hidráulicos com veículo água, a porcentagem de produto em gotas abaixo de 50µm representa menos de 5% do total aplicado, tendo pouco impacto na eficiência biológica das aplicações que necessitam de depósito nas superfícies foliares, mas de

grande importância no controle dos insetos com produtos que atuam por contato.

2.6 Faixa de deposição (FD)

A FD é a largura na qual a neblina produzida deposita-se e classifica-se em:

FD Real: faixa que corresponde ao depósito total de neblina, e;

FD Efetiva: faixa na qual a neblina atinge os valores mínimos exigidos para ser eficiente naquele tipo de tratamento. É calculada por meio do coeficiente de variação (CV) do depósito ao longo da faixa.

No controle de pragas, a FD pode ser avaliada pela DG. No controle de doenças e ervas daninhas, a FD deve ser avaliada pela quantidade de princípio ativo por unidade de superfície, que corresponde ao volume de líquido aplicado naquela área de coleta.

Dependendo das características da aplicação, pode-se admitir um CV na faixa de 30-40% para as aplicações aéreas e, nesse caso, a FD efetiva será de 15 m (Figura 8).

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)



Figura 8. Coeficiente de variação de deposição em função da distância ao eixo de simetria da faixa aplicada

No caso de aplicação terrestre (Figura 9), o coeficiente de variação pode evidenciar problemas nas pontas de pulverização.

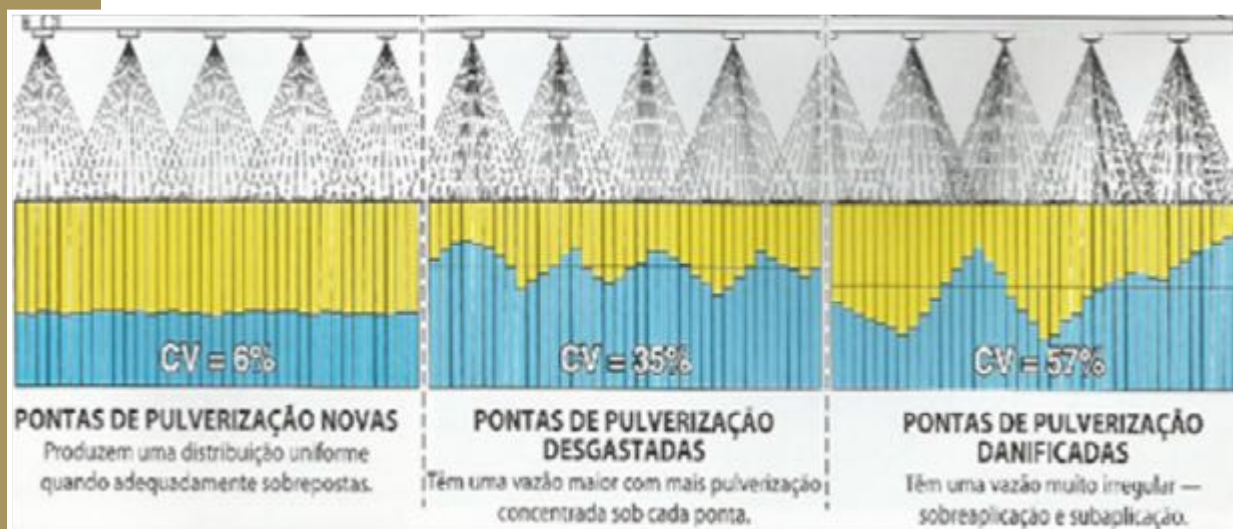


Figura 9. FD efetiva pelo CV em equipamentos terrestres

2.7 Potencial de risco de deriva (PRD)

Um critério usado na seleção de bicos e também como elemento comparativo entre os bicos é o PRD para diferentes aplicações, que é a porcentagem

do volume do líquido pulverizado com veículo água em gotas menores que 150 µm. Essa porcentagem aumenta rapidamente com a diminuição do DMV, conforme observamos na Tabela 4.

Tabela 4. PRD em função do tamanho de gotas

| DMV | PRD |
|--------|-----|
| 400 µm | 5% |
| 300 µm | 10% |
| 220 µm | 22% |

(Fonte: Catálogo 51ª-PT, 2014; Spraying Systems Co.)

O fenômeno parece ser independente do sistema de pulverização. Pulverizações com DMV alto (seja por adição de adjuvantes, bicos específicos ou condições de operação), para as aplicações antideriva, têm porcentagens baixas de PRD por apresentarem DMV mais alto. Isso diminui os problemas de deriva nas aplicações de herbicidas, mas reduz drasticamente sua eficiência no controle de pragas e doenças e os rendimentos operacionais.

O volume pulverizado em gotas abaixo de 150 µm medido através do PRD em pulverizações cujo veículo é a água, é considerado perdido pela deriva para efeito de eficiência biológica contra as

pragas e pode tornar-se um grave problema de poluição ambiental e contaminação de lavouras suscetíveis.

2.8 Porcentagem de área coberta (PAC)

A área coberta pelas gotas aumenta com a redução do DMV da pulverização e com a homogeneização do espectro.

Na aplicação de produtos sistêmicos ou de adubos por via foliar, a porcentagem de área coberta é um índice importante na análise das neblinas de pulverização. Quanto maior a porcentagem de área coberta, maior a eficiência biológica da aplicação. Sistemas Quebra Vortice instalados nas pontas das asas permitem melhorar significativamente a PAC (Figura 10).

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)

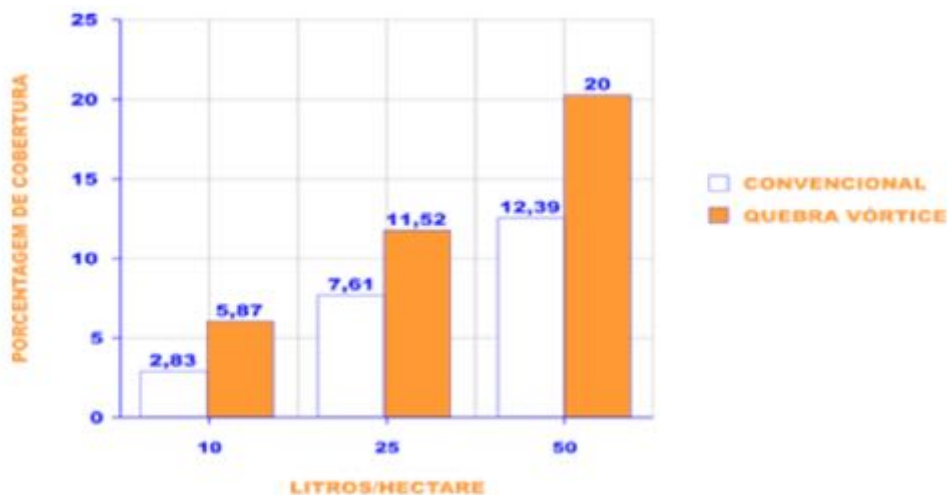


Figura 10. Influência do quebra-vórtices no aumento da PAC

Considerações finais sobre avaliação das neblinas

Para definir as melhores técnicas de aplicação é necessário o conhecimento das características das neblinas produzidas pelos equipamentos de pulverização, como é preciso também um monitoramento constante dos trabalhos de aplicação tanto das neblinas como dos alvos.

Os trabalhos de monitoramento das aplicações tornaram-se mais viáveis na era digital com o desenvolvimento de softwares capazes de medir, analisar e relatar os parâmetros básicos de uma neblina depositada em papel hidrossensível em poucos minutos, com o auxílio de um scanner, de uma impressora e de um computador convencional.

O segundo passo para o sucesso de um tratamento fitossanitário será conhecer e monitorar as características das neblinas produzidas.

3. Fatores meteorológicos ligados à pulverização

Micrometeorologia é o estudo dos fenômenos meteorológicos na camada da atmosfera próxima do solo e que, portanto, influem na aplicação de defensivos agrícolas. A efetividade do combate químico às pragas e às doenças das lavouras depende basicamente da aplicação em condições meteorológicas adequadas. A micrometeorologia fornece os elementos para o atendimento desse último ponto, e, caso os aplicadores não observem os limites dos fatores meteorológicos, pode ocorrer:

- Perda de produto por efeito da deriva ou inversão térmica;
- Evaporação excessiva da calda, e;
- Deficiência ou perda total e aplicação.

Considerando-se que a altura máxima de voo na aplicação de defensivos agrícolas é inferior a 10 m e no combate a vetores (aviação sanitária) é inferior a 100 m, esses são os limites de interesse no estudo dos fenômenos meteorológicos. Os fenômenos mais importantes são a temperatura do ar, o vento, a umidade relativa, a estabilidade e a inversão atmosférica.

A medição dos fatores meteorológicos de interesse da aviação agrícola é feita pelos instrumentos convencionais: termômetros, anemômetros e termo-higrômetros. Em alguns casos, a metodologia de leitura é que foge ao convencional, como, por exemplo, no estudo da estabilidade atmosférica nas camadas próximas ao solo, quando a temperatura é tomada nas alturas aproximadas de 1,5 m e 3 m e a velocidade do vento a 3 m do solo.

3.1 Temperatura do ar

A temperatura em si não é um fenômeno meteorológico, e sim a medição da quantidade de calor existente em uma determinada massa de ar.

A sua variação depende de:

- Intensidade da radiação solar no momento da leitura;
- Capacidade de absorção ou reflexão da energia solar pela superfície da área em estudo que pode ser um solo arado, solo com cobertura vegetal, floresta, lago etc.;
- Movimento de massas de ar de diferentes temperaturas em uma região, e;
- Grau de cobertura das nuvens.

A temperatura da massa de ar tem influência direta na **capacidade de evaporação das gotas** de uma neblina (Figura 11 e Tabela 5),

principalmente em condições de umidade relativa baixa; na prática, é medida à sombra, a uma altura de 1 m, aproximadamente.

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)



Figura 11. Dinâmica de evaporação das gotas

Tabela 5. Tempo de vida das gotas de diferente diâmetro em função da temperatura e UR

| Condições ambientais | T=20°C ΔT = 2,2°C | | T=30°C ΔT = 7,7°C | |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Umidade relativa = 80% | | Umidade relativa = 50% | |
| Diâmetro de gotas (µm) | Tempo para extinção (s) | Distância de queda (m) | Tempo para extinção (s) | Distância de queda (m) |
| 50 | 14 | 0,5 | 4 | 0,15 |
| 100 | 57 | 8,5 | 16 | 2,50 |
| 200 | 227 | 136,0 | 65 | 39,0 |
| 300 | 511 | 690,6 | 146 | 197,0 |
| 400 | 909 | 2.182,0 | 260 | 623,0 |

Um fenômeno muito importante para qualquer tipo de aplicação, terrestre ou aérea, é a formação de **correntes convectivas** pelo ajuntamento de bolhas de ar quente que se despregam do solo carregando agrotóxico na forma de vapor e depositando-os a grandes distâncias, quando tendem a cair pelo abaixamento

da temperatura. Isso explica a contaminação de lavouras suscetíveis a herbicidas situadas a quilômetros de distância dos locais de aplicação. Daí a importância do registro dos fatores meteorológicos durante as operações para que a empresa possa defender-se de eventuais processos de contaminação.

De acordo com a regulamentação do Ministério da Agricultura, a temperatura máxima para aplicações aéreas com veículo água é de 30°C.

3.2 Vento

É o fenômeno meteorológico provocado pelo deslocamento de uma massa de ar. Os ventos de interesse da aviação agrícola são provocados principalmente por:

- Diferença de temperatura entre as massas de ar de uma região;
- Penetração de massas de ar por conta de frentes frias ou quentes;

- Deslocamento das massas de ar nas proximidades de nuvens de desenvolvimento, e;
- Vertical (Cumulus e Cumulo Nimbus), por conta da grande quantidade de energia desenvolvida dentro dessas nuvens.

A ocorrência de cada fator interfere no comportamento do outro, de modo a formar a movimentação regional de um clima globalizado. Assim, o vento é sempre originado por um gradiente de temperatura do ar, que varia na razão inversa da umidade relativa, entre duas áreas ou regiões. A velocidade do vento pode ser avaliada através da escala Beaufort (*Tabela 6*).

Tabela 6. Descrição da escala Beaufort

| Classe de Escala | Designação em Terra | Velocidade (mph) | Velocidade (km/h) | Dados para avaliar a velocidade (em terra) |
|------------------|---------------------|------------------|-------------------|--|
| 0 | Calmo | < 1,2 | <1,9 | Não se nota o menor deslocamento nos mais leves objetos. A fumaça eleva-se verticalmente. |
| 1 | Quase calmo | 1,2 a 2 | 1,9 a 3,2 | A direção do vento é indicada pela fumaça, mas não pelos cata-ventos. |
| 2 | Brisa leve | 2 a 4 | 3,2 a 6,4 | Sentem-se ventos nas faces; as folhas das árvores são levemente agitadas; os cata-ventos comuns são acionados. |
| 3 | Vento fraco | 4 a 6 | 6,4 a 9,6 | As folhas e os pequenos arbustos ficam em agitação contínua; as bandeiras leves começam a estender-se. |
| 4 | Vento moderado | 6 a 9 | 9,6 a 14,5 | Movem-se os pequenos galhos das árvores; poeira e pedaços de papel são levantados. |
| 5 | Vento regular | 9 a 12 | 14,5 a 19,3 | As árvores pequenas com folhagem começam a oscilar; aparecem ondas com cristas nas superfícies dos rios e lagos. |

De uma maneira geral, não se deve operar com ventos inferiores a 3 km/h ou superiores a 15 km/h. O importante é que o piloto seja orientado pelo técnico executor, para variar a altura de modo a compensar as variações do vento, de

modo que o produto dos valores das alturas de voo e das velocidades do vento sejam aproximadamente os mesmos. Esse produto é chamado fator Amsden (Tabela 7), e pode ser entendido facilmente pelo exemplo da Figura 12.

Tabela 7. Fator Amsden em função da velocidade do vento e da altura de voo

| Para um vento de: | Deve-se voar a: | Para o Fator Amsden: |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| 10 km/h | 3 m | 30 |
| 8 km/h | 4 m | 32 |
| 5 km/h | 6 m | 30 |

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)

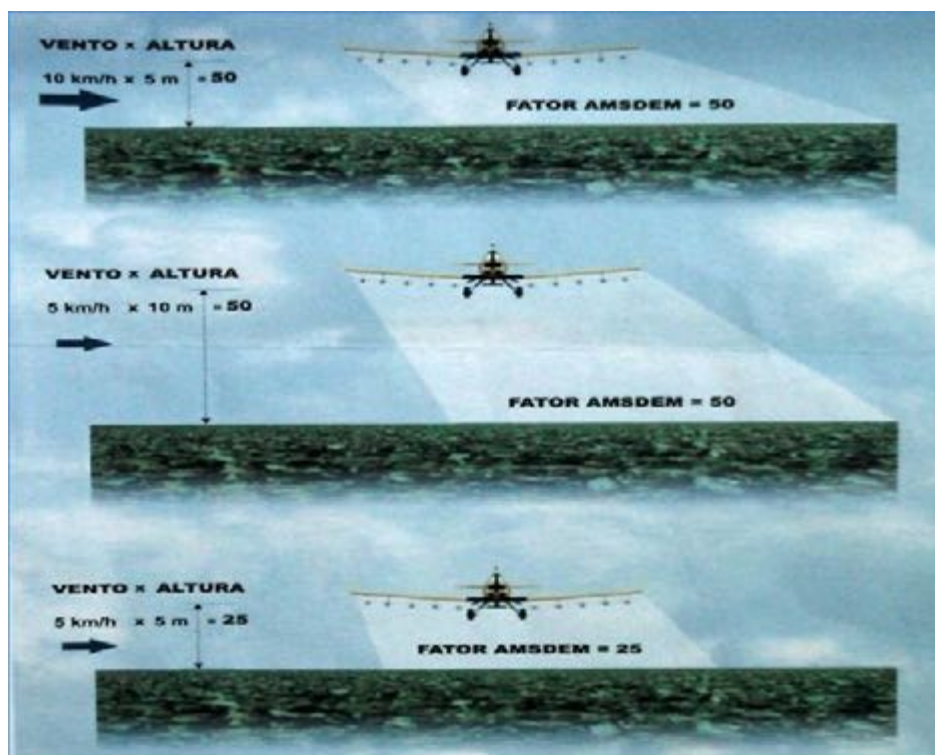


Figura 12. Ilustração do fator Amsden (altura x velocidade do vento)

Importância do fator Amsden: quando o produto da altura do voo em metros pela velocidade do vento em km/h é constante, as faixas de deposição produzidas pelas pulverizações são semelhantes.

3.3 Umidade relativa

A umidade relativa (UR) representa

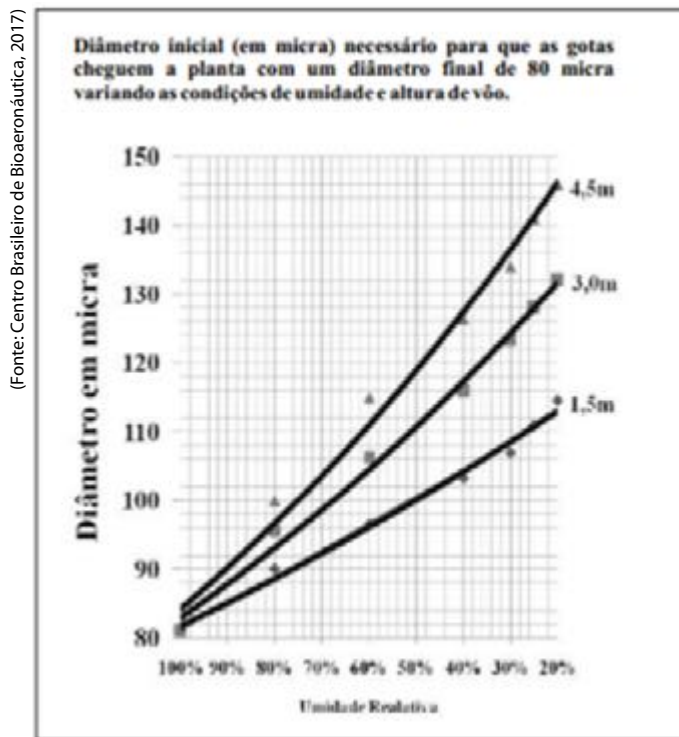
a medição de um fenômeno atmosférico que é a capacidade que toda massa de ar tem de conter água em forma de vapor. Quando uma massa de ar absorve toda a quantidade de vapor d'água possível de ser retida a uma determinada temperatura, ela é considerada saturada. O aumento da temperatura aumenta a capacidade de absorção de

vapor d'água em uma determinada massa de ar.

A UR do ar é, por definição, a porcentagem de vapor d'água que uma massa de ar contém em relação ao máximo que ela poderia conter a uma determinada temperatura. Exemplificando, uma massa de ar a 20°C com 50% de UR contém a

metade da quantidade de água na forma de vapor que ela poderia conter nessa temperatura. A UR é fundamental na estimativa de redução do tamanho de gotas por evaporação (Figura 13).

A UR mínima para aplicações aéreas com veículo água é de 50%.



Manual para Piloto Agrícola, Bayer México. sd.

Figura 13. Perda de calda por evaporação em baixa umidade relativa

3.4 Estabilidade e inversão atmosférica

Chama-se estabilidade à resistência atmosférica ao movimento vertical, resultante da distribuição vertical do peso do ar (pressão atmosférica) em um dado momento. Esse peso varia com a temperatura do ar, uma vez que o ar quente é mais leve que o ar frio.

Assim, se um bolsão de ar é mais quente que a atmosfera a sua volta, ele será forçado a subir. Por exemplo, se um balão for cheio com ar da mesma temperatura da atmosfera a sua volta, ele não subirá, indicando uma condição estável. Se o ar for aquecido, ele subirá.

A velocidade e a extensão do deslocamento dependerão da distribuição da temperatura na atmosfera. Correntes verticais de ar resultantes de sua ascensão podem variar desde as bruscas

subidas e descidas do avião em uma tempestade até os solavancos ocorridos nos dias quentes quando se voa a baixa altura. As correntes de ar verticais obviamente interferem bastante na eficiência de aplicação de defensivos por via aérea.

Desde que a temperatura do ar é um indicador de sua densidade, a comparação das temperaturas de um nível para outro pode indicar o grau da estabilidade atmosférica, ou seja, o quanto ela tenderá a resistir ao movimento vertical.

A temperatura normalmente decresce com a altitude, e a taxa na qual ela decresce é chamada de *gradiente térmico*, que é comumente expresso em °C/100m e fornece a medida direta da resistência atmosférica a seu movimento vertical. O grau de estabilidade da atmosfera pode variar de lugar para lugar e de hora para hora.

Gradiente térmico adiabático seco - GTS

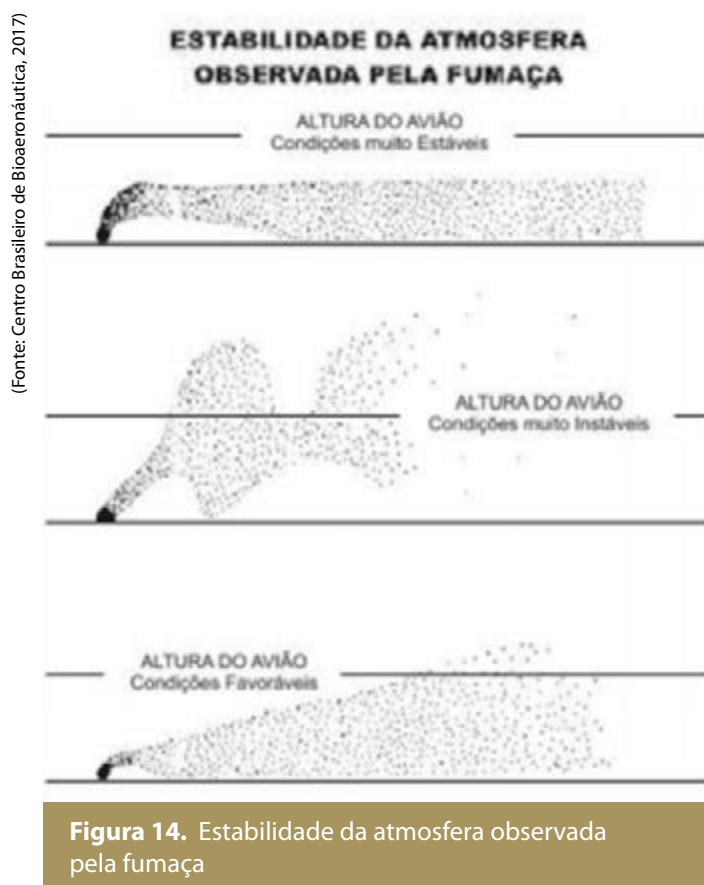
Quando o ar não saturado sobe, sua temperatura diminui a razão de 3°C/300m, considerando que o mesmo é forçado a ir para cima como resultado de ter sido aquecido nas camadas inferiores ou pela ascensão forçada ao deparar-se, em seu trajeto horizontal, com a encosta de uma montanha. O grau de esfriamento do ar insaturado é conhecido como *gradiente térmico adiabático*.

Turbulência

Uma das conseqüências da instabilidade atmosférica mais sentida pelos pilotos de aeronaves é a turbulência, cujas principais causas são:

1. Movimentos verticais do ar em correntes convectivas;
2. Movimentos do ar em volta das montanhas e outros obstáculos, e;
3. Atrito das camadas de ar.

Essas turbulências podem ser observadas pela forma da fumaça (*Figura 14*).



As correntes convectivas formam-se no ar que é aquecido pelo contato com uma superfície aquecida, sendo conhecidas como *turbulência térmica*. O atrito das camadas de ar provoca

uma mudança na velocidade e/ou direção do vento em curtas distâncias, por efeito mecânico. Pode ocorrer no sentido horizontal ou vertical e, ocasionalmente, em ambos.

O decréscimo na temperatura com a altura é aproximadamente $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Se a diminuição da temperatura do ar com a altitude satisfaz essa condição, a atmosfera é dita em estabilidade neutra. Se a temperatura diminui com a altitude mais rapidamente do que o gradiente adiabático, então a massa ascendente de ar ficará mais quente e mais leve que o ar em volta e continuará a subir. Essa atmosfera é considerada instável.

Uma atmosfera instável é também caracterizada por um grau mais elevado de flutuações turbulentas do ar. Essas condições podem levar à ocorrência de grandes movimentos convectivos na circulação da atmosfera e a mudanças violentas na velocidade e direção do vento, que devem ser evitadas por questões de segurança do voo e da distribuição do inseticida.

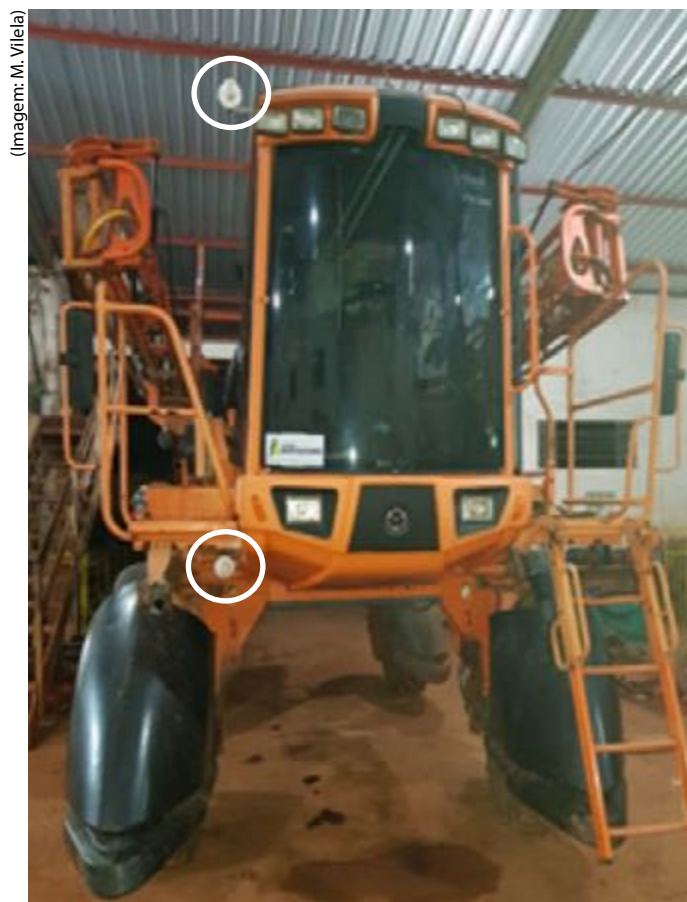
Por outro lado, se a temperatura do ar ambiente diminui menos rapidamente do que o gradiente adiabático, a massa de ar em ascensão tornar-se-á mais pesada do que a do ambiente em torno e tenderá a cair; essa atmosfera é

considerada estável. A circulação do ar na atmosfera com essa condição, portanto, tende a reduzir-se, e a atmosfera será considerada estável.

Inversão térmica e consequências para pulverizações

Considerando que o aumento da temperatura do ar com a altitude (fenômeno da inversão) não se mantém em faixas ou períodos grandes, a inversão normalmente se dá em uma camada conhecida ou finita. Nessa camada, a atmosfera é extremamente estável, e a circulação normal é suprimida (isto é, tanto a velocidade média do vento como a turbulência) dificultando a dispersão do material pulverizado. A camada de inversão age como uma "tampa" efetivamente impermeável.

No caso de equipamentos terrestres, há dispositivos específicos, com termômetros de alta sensibilidade que determinam as temperaturas do ar a 1,5 m e a 3 m, indicando a condição ou não de inversão (Figura 15).



(Imagem: M. Vieira)

Figura 15. Sensor de inversão térmica para trator

No caso da aplicação aérea de defensivos, se uma inversão está presente, sua localização e espessura precisam ser conhecidas em função da altura de voo planejada e da altura do alvo.

Se o material é lançado em uma camada de inversão, então a virtual ausência de ar ou difusão impedirá seu espalhamento, que ocorre apenas sob a ação da força de gravidade e vórtices. Se a altura do voo é acima da camada de inversão, esta forma uma barreira impermeável (equivalente à elevação artificial do nível do solo), e o material difundir-se-á, espalhando-se sobre esta, com penetração muito pequena de parte do mesmo pela ação da gravidade. Por outro lado, se a plantaçãõ também ultrapassar a camada de inversão, receberá uma dose mais concentrada do produto aplicado. É o caso de aplicações em florestas adultas.

Finalmente, se a camada de inversão está acima tanto da linha de voo como da plantaçãõ, formando um tampão, desde que as trocas aéreas na camada inferior sejam adequadas, novamente as altas dosagens e uma razoável distribuição do produto serão obtidos.

Como foi visto acima, a condição de estabilidade da atmosfera afeta profundamente a estrutura do vento na camada-limite de interesse da aviação agrícola.

4. Sistema de aplicação aérea usados no Brasil

As informações apresentadas aqui têm por finalidade fornecer a técnicos e pilotos envolvidos nas aplicações aéreas informações técnicas, referências numéricas e instruções básicas para a utilização criteriosa desses sistemas. Por conta do grande número de variáveis envolvidas não existe "receita de bolo" para as aplicações aéreas e terrestres, sendo necessário um acompanhamento contínuo dos fatores envolvidos no processo, por especialistas em tecnologia de aplicação.

As aplicações aéreas de defensivos por via líquida realizadas no Brasil podem ser agrupadas nos sistemas básicos de tecnologia de aplicação seguintes (*Tabela 8*):

- **Alto volume (AV)**, com veículo água em volumes de 30-50 litros por hectare;
- **Baixo volume (BV)**, com veículo água em volumes de 10-20 litros por hectare;
- **Baixo volume oleoso (BVO®)**, com veiculação oleosa em volumes de 5-20 litros por hectare;
- **Ultra baixo volume (UBV)**, com veiculação oleosa em volumes de 1-5 litros por hectare, e;
- **Sistema atrai mata (SAM)**, com veiculação oleosa em volumes de 0,4-0,5 litro por hectare.

Tabela 8. Características padrões dos sistemas de aplicação aérea mais utilizados

| ITENS | SISTEMAS DE APLICAÇÃO AÉREA | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | CONVENCIONAIS | | AVANÇADOS | | |
| | AV | BV | UBV | BVO® | SAM |
| VEÍCULO | Água | Água | Óleo | Óleo | Isca oleosa |
| PRINCÍPIO DE SUBDIVISÃO | Hidráulico | Hidráulico ou rotativos | Hidráulico ou rotativos | Hidráulico ou rotativos | Hidráulico ou rotativo de Disco |
| VOLUMES (litros/hectare) | 30-50 | 10-30 | 1-5 | 5-10 | 0,4-0,5 |
| QUANTIDADE DE PA | PA | PA | $\frac{PA}{2}$ a $\frac{PA}{5}$ | 0,7 PA | $\frac{PA}{100}$ |
| RENDIMENTOS | 1 R | 2 R | (3 a 5) R | (2 a 3) R | (3 a 5) R |
| DMV | 400-600 | 200-300 | 70-150 | 80-150 | 3000-5000 |
| NEBLINA | Heterogênea | Heterogênea ou homogênea | Heterogênea ou homogênea | Homogênea | Heterogênea |

Historicamente, as aplicações terrestres em alto volume — 500, 600, 1.000 litros por hectare — evoluíram para aplicações em baixos volumes, aplicando 100-200 litros por hectare, com a introdução de bicos especiais (bicos de jato cônico vazio) e a diminuição das pressões de aplicação.

As aplicações aéreas, que se iniciaram com volumes de 40-80 litros por hectare na década

de 40, rapidamente passaram para os volumes de 10-20 litros por hectare no boom da aviação agrícola americana de pós-guerra, exceto nas regiões de temperatura alta, como é o caso do Sudoeste americano.

O veículo água, inicialmente usado nos sistemas AV e BV, foi substituído por veículo oleoso, trazendo melhoria significativa à deposição no alvo (Figura 16).

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2017)

DIFERENÇA DE DEPOSIÇÃO NO ALVO ENTRE APLICAÇÃO COM ÁGUA E COM VEÍCULO OLEOSO

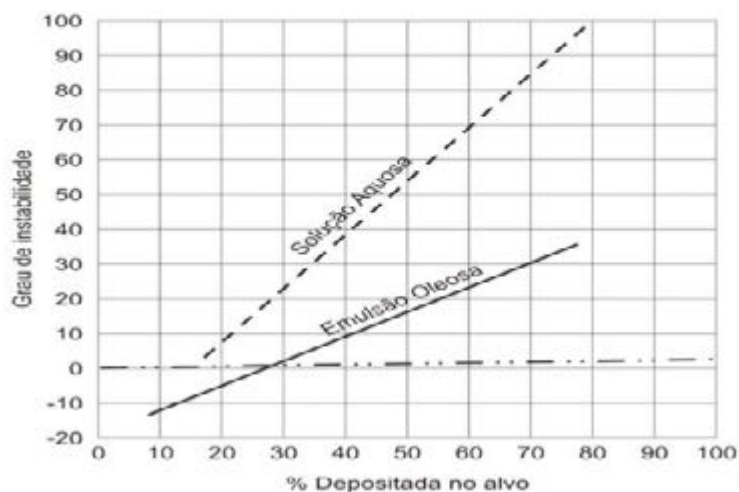


Figura 16. Diferença de deposição no alvo entre veículo água e oleoso

4.1 Aplicações em baixos volumes (BV)

Na evolução de altos para baixos volumes, merecem destaque os aspectos:

1. Veículo de aplicação continuou o mesmo - água;
2. Princípio de produção de gotas permaneceu o mesmo - pressão hidráulica;
3. Os volumes de líquido por hectare foram reduzidos drasticamente;
4. As quantidades de defensivos por hectare não foram reduzidas;
5. Os rendimentos das máquinas e dos aviões aumentaram;
6. O tamanho médio das gotas produzidas diminuiu, e;
7. As neblinas produzidas com as novas técnicas eram também heterogêneas, as gotas variavam muito em tamanho, eram produzidas por bicos hidráulicos.

A aplicação convencional feita com 30 litros de água por hectare não dava os rendimentos necessários para controlar o bicudo nas grandes extensões cultivadas com algodão nos Estados Unidos. A implantação definitiva e a divulgação da técnica de UBV, denominada em inglês *Low Volume Concentrate* (LVC) ou *Ultra Low Volume* (ULV), deu-se em 1960, pelo

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e pela America Cyanamid, que se juntaram em um programa de aplicação do produto Malathion em volumes realmente ultrabaixos para a erradicação do bicudo do algodoeiro por via aérea.

4.2 Sistema baixo volume oleoso (BVO®)

Essa tecnologia caracteriza-se pelos seguintes parâmetros:

1. Aplicação de defensivos com volumes de 5-20 litros por hectare;
2. Neblina homogênea e com tamanho de gota controlado (entre 80-150 μm);
3. Óleo de soja degomado como veículo do princípio ativo;
4. Água para completar o volume de aplicação mais eficiente para um determinado tratamento, e;
5. Mistura orientada do óleo emulsificante, defensivos e água, com agitação intensa e contínua produzindo emulsão estável com baixo índice de evaporação.

Para a implementação dessa técnica no Brasil havia necessidade de desenvolver um equipamento rotativo adequado e de baixo custo, bem como os equipamentos e procedimentos de formulação dos defensivos com os óleos vegetais nas pistas.

O Centro Brasileiro de Bioaeronáutica desenvolveu em 2000, para aplicações aéreas, o atomizador rotativo de disco **Turboaero** (Figura 17); o primeiro modelo foi lançado em 2002. Os atomizadores rotativos de disco Turboaero podem produzir até 90% do volume do líquido pulverizado em gotas de maior eficiência biológica, contra 70% dos atomizadores rotativos de tela e 44% dos bicos hidráulicos. Essa empresa desenvolveu também o Turbotrator (Figura 18) para aplicações terrestres em UBV (1-5 litros/hectare) e BVO® (5-20 litros/hectare), com o uso de veículos oleosos.

(Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2002)



Figura 17. Atomizador rotativo de disco Turboaero - Modelo TA88D-8



Figura 18. Turbotrator - modelo TT BVO Flex (aplicações em UBV e BVO®); volume de 1 a 5 litros por hectare (Centro Brasileiro de Bioaeronáutica: Manual de Operação e Manutenção do Turbotrator modelo TT BVO Flex)

As principais diferenças entre as aplicações convencionais e as aplicações em BVO® podem ser apreciadas na *Figura 19*.

✿ **APLICAÇÃO CONVENCIONAL** ✿



Hidráulico
30 litros/hectare.
Veículo: água



Gotas grandes
(200 - 300µm)
Espectro heterogêneo
Menor eficiência biológica
Menor penetração.

✿ **APLICAÇÃO EM BVO®** ✿



Baixo Volume Oleoso
5 a 10 litros/hectare.
Veículo: óleo



Gotas pequenas
(80 - 150µm)
Espectro homogêneo
Maior eficiência biológica
Maior penetração.

Figura 19. Principais diferenças entre aplicação convencional e BVO®

As formulações desenvolvidas no sistema BVO® baseiam-se nos seguintes passos:

1. O óleo degomado de soja é misturado com o emulsificante para adquirir a habilidade de misturar-se com a água;
2. O óleo emulsificado é misturado com os produtos químicos, envolvendo-os e evitando a evaporação destes;
3. Por último, mistura-se a água até o volume desejado para a taxa de aplicação que se quer aplicar, a qual depende do tipo de controle que se quer efetuar, e;
4. A ordem de adição dos componentes é fundamental para o sucesso da formulação, devendo ser sempre: **óleo + produto + água**.

Deve-se manter agitação intensa e contínua durante a mistura e durante a aplicação.

Os inseticidas formulados como CE (concentrados emulsionáveis) são facilmente absorvidos pelo óleo e ajudam na absorção dos outros componentes mais difíceis de misturar com os óleos, como as SC (soluções concentradas), as SAC (soluções aquosas concentradas) e as PM (pós-molháveis). Por isso, os produtos CE devem ser os primeiros a misturar-se com o óleo.

Os produtos mais difíceis devem ser colocados no final da mistura e, às vezes, floculam, ou ficam em forma de grânulos suspensos na mistura, mas dissolvem-se bem na mistura final, com adição da água e a agitação provocada pela motobomba.

Os produtos devem ser adicionados separadamente e incorporados ao óleo pela agitação da motobomba com cerca de um minuto de agitação cada um. Cuidados especiais merecem os produtos de baixa dosagem tipo Nomolt® (50 ml/ha) ou Classic® (30 g/ha), para que se dissolvam completamente na mistura e não fiquem concentrados em algum ponto da misturadora.

Não se deve misturar água nos estágios intermediários de formulação para facilitar a mistura das soluções concentradas. Os resíduos dessas embalagens são adicionados no final, juntamente com a água da tríplice lavagem.

Antes de fazer uma formulação nova, é conveniente testar sua estabilidade e seu pH com auxílio de um pequeno laboratório de formulação que pode ser montado com duas ou três jarras de 1 litro graduadas, três ou quatro mamadeiras, que servirão para medidas de precisão e simulação da agitação provocada pela motobomba, e duas a três seringas de injeção de 20 ml, para medição dos produtos usados em menor quantidade.

A técnica é medir 10% de cada ingrediente e misturá-los manualmente com auxílio de um bastonete de madeira e, em seguida, agitá-los por um minuto na mamadeira. Ao final das misturas dos defensivos com óleo, mede-se o pH; ao final das misturas de micros, mede-se o pH; se não houver micros, mede-se o pH da água. Após a mistura final, mede-se o pH e avalia-se a estabilidade (Tabela 9).

Tabela 9. Escala de estabilidade das misturas

| Grau | Condição | Recomendado |
|------|---------------------------|-------------------|
| 1 | Separação imediata | Não aplicar |
| 2 | Separação após 1 minuto | Não aplicar |
| 3 | Separação após 5 minutos | Agitação contínua |
| 4 | Separação após 10 minutos | Agitação contínua |
| 5 | Estabilidade perfeita | Sem restrições |

4.3 Sistema ultraabaixo volume (UBV)

Estudos no sistema hidráulico e nos bicos dos aviões permitiram a retirada total de água, aplicando-se apenas 1 litro de inseticida puro por hectare e multiplicando o rendimento de aviões e tratores. Tanto no caso do bicudo como no controle de curuquerê do algodão e de outras pragas altamente suscetíveis ao Malathion, obteve-se controle em aplicações comerciais em apenas 300-500 cm³ de produto puro por hectare.

Com o UBV, os aviões tiveram sua eficiência aumentada no controle das pragas e os rendimentos foram multiplicados por três, quatro ou cinco vezes em relação às aplicações convencionais. A técnica foi divulgada no mundo inteiro e foi introduzida no Brasil em 9 janeiro de 1965 pelo Dr. Marcos Vilela de M. Monteiro, na Fazenda Água Fria, em São Joaquim da Barra, SP, tendo sido um dos fatores decisivos no desenvolvimento da aviação agrícola brasileira naquela época.

Essa tecnologia caracteriza-se pelos seguintes parâmetros:

Volume de aplicação: 1-5 litros por hectare

- Veículo: óleo vegetal emulsificado.

Características das neblinas

- Gotas muito finas: DMV de 80-120 micrometros;
- Espectro: homogêneo AR de 0,6-1,0.
- Densidade de gotas: acima de 10 gotas por cm²;
- Faixa de deposição: 30-50 m aeronaves pequenas - 50-70 m aeronaves a turbina;
- Fator Amsden: (FA=H. Vv) = entre 40-60.

Condições meteorológicas para aplicações em UBV

- Temperatura: abaixo de 32°C;
- Umidade Relativa: não influi;
- Inversão Térmica: **não aplicar**;
- Velocidade do vento: 3-20 km/h;
- Direção do vento: de través, com o mínimo

de 20 graus em relação ao tiro;

- Estabilidade atmosférica: entre 0,1-1,0 pelos padrões do Serviço de Florestas do Canadá.

Os seguintes aspectos merecem destaque:

1. O veículo mudou. O produto é aplicado puro ou dissolvido em veículos não evaporantes, em sua maioria óleos minerais e vegetais;
2. O princípio de produção de gotas começou com bicos hidráulicos, mas em poucos anos passou a atomizadores rotativos de tela ou de discos, com excelentes resultados por conta de sua baixa amplitude relativa, que produzia neblinas mais homogêneas com maior quantidade de gotas por litro e menor DMV;
3. Os volumes de líquido foram reduzidos drasticamente;
4. As dosagens de defensivos foram reduzidas;
5. Os rendimentos dos aviões e tratores se multiplicaram;
6. O tamanho médio das gotas (DMV) diminuiu;
7. O desperdício das gotas grossas diminuiu, e;
8. O UBV, a partir de 1965, passou a ser aplicado com atomizadores rotativos de tela ou de discos que produzem neblina homogênea, com tamanho de gotas controlado pela rotação do equipamento.

Esses são os princípios fundamentais da tecnologia de aplicação com gotas de tamanho controlado (CDA). Aplicando uma gota de maior eficiência biológica e mantendo uma densidade de gotas eficiente, usa-se uma fração do volume de produto químico e aplica-se muito menos princípio ativo do que nas aplicações convencionais.

A legislação brasileira na área de tecnologia de aplicação contempla apenas o sistema UBV, exigindo que os produtos usados para aplicações com volumes abaixo de 5 litros por hectare, em formulações oleosas, sejam registrados no Ministério da Agricultura. Para aplicações acima de 5 litros por hectare não há regulamentação.

FATORES DE SUCESSO NAS OPERAÇÕES DOS SISTEMAS UBV E BVO

Mistura dos defensivos em nível de campo

Uma mistura mal orientada pode comprometer a eficiência de alguns princípios ativos pela alteração do pH ou comprometer a eficiência biológica da neblina pela alteração de seu diâmetro mediano volumétrico e densidade de gotas. Os nutrientes, quando adicionados aos defensivos sem os monitoramentos e as correções necessárias, são os principais responsáveis pelos fracassos nas aplicações dos defensivos. Essa orientação para mistura deve ser dada por pessoal especializado.

Instalação correta dos equipamentos de aplicação

Colocação correta dos bicos ou dos atomizadores rotativos respeitando as restrições pertinentes aos vórtices de hélice e de ponta de asa de acordo com os manuais de instalação dos equipamentos.

Calibração dos equipamentos de aplicação

Em volume ou taxa de aplicação, faixa de deposição, diâmetro mediano volumétrico, amplitude relativa, densidade de gotas, e potencial de risco de deriva. Hoje é possível realizar esse trabalho com grande precisão e velocidade graças aos programas de leitura digital desenvolvidos pela Embrapa e pelas universidades.

Condições meteorológicas favoráveis

Os fatores meteorológicos são determinantes para o sucesso de uma aplicação aérea; os principais são:

- Temperatura;
- Umidade relativa;
- Vento;
- Fator Amsden (FA), e;
- Estabilidade atmosférica.

4.4 Características do sistema atraí e mata (SAM)

A evolução da defesa fitossanitária levou ao uso de substâncias atrativas para os insetos, misturadas com dosagens muito baixas de ingredientes ativos, botânicos, biológicos ou químicos. Aplica-se apenas 2% das dosagens atuais de inseticidas, o que é suficiente

para matar por ingestão as mariposas atraídas.

Os atrativos usados como veículos dos inseticidas são líquidos de alta viscosidade, que devem ser aplicados com uma tecnologia totalmente diferente das aplicações convencionais. Essa tecnologia está sendo desenvolvida no Brasil agora (*Figura 20*).

(Fonte: Marcos Vilela de M. Monteiro, 2019)

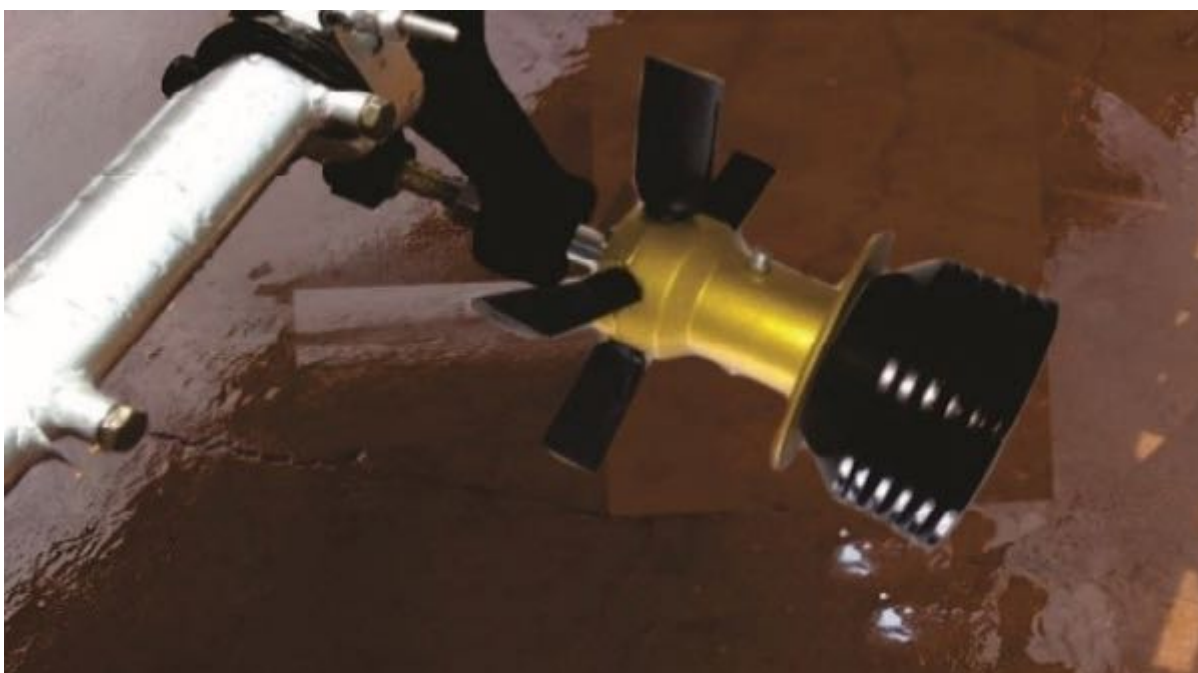


Figura 20. Turboaero - Modelo TA-SAM (configurado para o sistema atrai e mata); volume de 0,4-0,5 litro por hectare e faixa de 100 metros

As manchas aplicadas são medidas em milímetros, e por isso não há deriva externa nem no solo. A carga química por hectare para o controle de lepidópteros será cem vezes menor do que nas aplicações convencionais. Essa tecnologia caracteriza-se pelos seguintes parâmetros:

1. Aplicação de defensivos com volumes de 0,4-0,5 litro por hectare;
2. Nebulina heterogênea e com tamanho de manchas controlado entre 1-10 mm;
3. Atrativo alimentar como veículo do princípio ativo;
4. Mistura homogênea do princípio ativo na concentração de 2% dos produtos comerciais (p.c.) por hectare (10 ml de p.c. por hectare);
5. Faixa de deposição = 100 metros;
6. Altura de aplicação = 5 metros, e;
7. Sem restrições de temperatura, umidade relativa ou velocidade de vento.

Como ocorreu com os sistemas de ultrabaixo volume (UBV) e baixo volume oleoso (BVO), esta nova técnica que chamamos de **sistema atrai e mata (SAM)**, apresentará grandes vantagens ambientais econômicas e operacionais onde puder ser aplicada.

O cientista inglês Edward Bals, especialista em tecnologia de aplicação, afirmou na Conferência das Organizações Internacionais da FAO, em 1971: “No controle de insetos, o único alvo que queremos atingir é o centro nervoso do inseto em algum estágio de seu desenvolvimento. Uma maneira de alcançar isso é destruir o inseto adulto, impedindo sua reprodução. O adulto, na maioria dos casos, é o estágio que causa mínimo prejuízo às nossas culturas, e, evitando a concepção de sua descendência, asseguramos a salvação de nossas colheitas da maneira mais efetiva possível. Por isso, se pudermos projetar meios pelos quais somente contaminarmos o centro nervoso dos insetos, e nada mais, teremos encontrado a solução ideal.”

Referências bibliográficas: algumas referências no final do manual. Para complementos, entrar em contato com o autor

O DropScope: uma ferramenta para tecnologia de aplicação

A análise visual da deposição de gotas é uma importante técnica usada na otimização e no controle da aplicação de defensivos agrícolas. A distribuição do tamanho das gotas está diretamente associada à qualidade da aplicação. Para cada tipo de defensivo (herbicida, inseticida, fungicida, etc.) indica-se um tamanho de gota mais adequado. Se a gota for menor que esse tamanho, a probabilidade da ocorrência de perdas por deriva ou por evaporação é muito alta. Por outro lado, se a gota for muito grande, dada a tensão superficial do líquido aplicado, haverá problemas relacionados a escorrimentos e respingos.

Dessa forma, pode-se afirmar que o estudo da deposição de gotas tem dois grandes impactos: o econômico e o ecológico. Estima-se que sejam muitos os gastos decorrentes das perdas ocasionadas pela falta desse controle. Esse montante, quando convertido em moeda, mostra despesas onerosas dos produtores, visto que o Brasil movimenta anualmente bilhões de dólares com defensivos. Neste contexto, enquanto o excesso de produtos polui o ar, o solo e a água, a falta de produto ou uma aplicação errada também é prejudicial, podendo ocasionar o não controle das pragas ou até mesmo fortalecê-las, prejudicando a produtividade.

Com a análise da deposição de gotas, é possível determinar se o defensivo chegou a seu alvo (inseto, planta, etc.) e como chegou. É possível, por exemplo, identificar problemas relacionados ao ajuste do pulverizador, identificar se o bico aspersor está desajustado, se é o bico adequado, estima-se pressão imprópria, entre outros dos muitos parâmetros inerentes aos processos de pulverização.

Atualmente, a maioria das análises agrônomicas, que envolvem o estudo

da distribuição de gotas, é realizada com uso de métodos baseados na utilização de coletores sensíveis a água e óleo (papéis hidrossensíveis), em que a contagem e determinação da distribuição de gotas são realizadas pelo próprio agrônomo, com o auxílio de lentes de aumento. Esses papéis registram o tamanho das gotas, marcando-as de azul sobre um fundo originalmente amarelo. Esse processo de contagem manual é lento, subjetivo, impreciso e, conseqüentemente, improdutivo.

O sistema DropScope automatiza a contagem das gotas usando de avançados conceitos de Processamento e Análise de Imagens, técnicas de Reconhecimento de Padrões e de Inteligência Artificial desenvolvidos pela empresa Ablevision a partir de tecnologia repassada pela Embrapa, validada cientificamente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e amplamente aprimorada com incentivos do IMAmt (Instituto Mato-Grossense do Algodão).



Figura 1. Leitor digital do sistema DropScope em substituição ao subjetivo método leitura visual

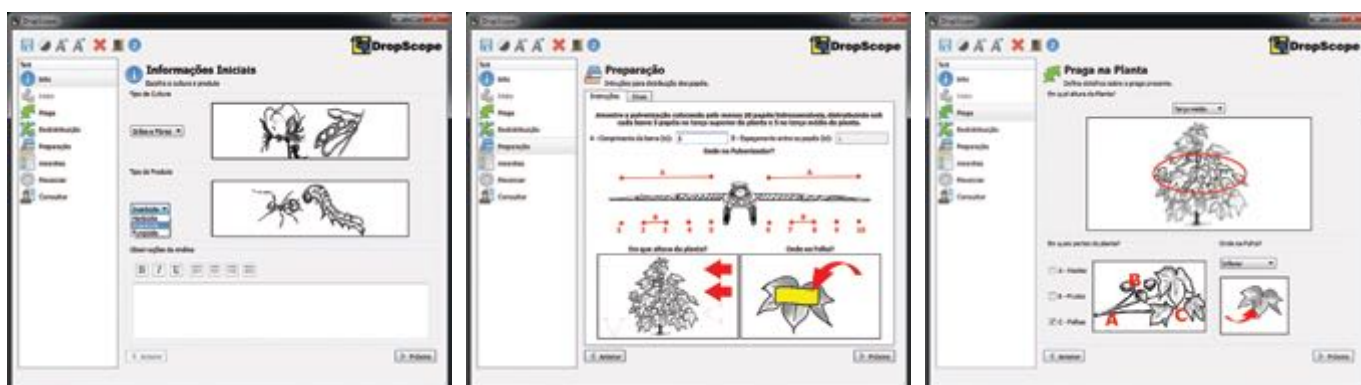


Figura 2. Telas do software do sistema DropScope. Interface produtiva e simples de usar

O sistema é inteligente, pois “entende” qual o objetivo da aplicação, “entrevistando” o usuário por meio de perguntas objetivas e ilustradas, e orienta o agrônomo no arranjo dos papéis hidrossensíveis.

Para que a leitura dos papéis pudesse ser realizada em campo, o IMAmt investiu no desenvolvimento de um exclusivo leitor digital. Esse leitor fornece imagens para o software que contém vários recursos importantes como a possibilida-

de de selecionar áreas de interesse para análise, permitindo que borrões ocasionados por respingos ou impressões digitais acidentais sejam desconsiderados. Outro atributo muito importante é a correção do espalhamento das gotas no papel. Internamente, o algoritmo (método computacional) implementado no sistema DropScope consegue reconhecer e contar individualmente gotas parcialmente sobrepostas, o que permite grande precisão no resultado da análise.



Figura 3. Telas do editor de imagens, gráficos do espectro de gotas e cálculos estatísticos

Após o processamento das imagens, o sistema fornece como resultado vários cálculos como, por exemplo, o volume aplicado em litros por hectare, a densidade de gotas (número de gotas por centímetro quadrado), o diâmetro mediano volumétrico (DMV), o diâmetro mediano numérico (DMN), o maior e o menor diâmetro reconhecido (micrômetro), entre outros cálculos.

O sistema faz ainda uma análise do espectro de gotas e, dentro do contexto especificado,

fornece um diagnóstico básico indicando melhorias, se necessário. Com essas informações, o agrônomo pode tomar as decisões apropriadas para uma aplicação precisa.

Dessa forma, o método é considerado como uma excelente ferramenta para agrônomos, pesquisadores e produtores que buscam redução de custos, aumento de produtividade e redução de poluição inerentes a aplicações de defensivos.

Mais informações: www.ablevision.com.br

Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão



Edson R. de Andrade Junior
IMAmt



Anderson Luis Cavenaghi
Univag



Sebastião Carneiro Guimarães
UFMT

Introdução

A partir do início da década de 1990, a cultura do algodão migrou para o Cerrado brasileiro, sendo explorada em áreas extensas e com menor declividade, totalmente mecanizada, por produtores advindos da cultura da soja, com forte estruturação dentro e fora da propriedade, o que proporcionou aumento na produtividade e na qualidade da fibra, possibilitando que o Brasil passasse de maior importador mundial para exportador da fibra.

O controle eficiente de plantas daninhas é imprescindível para obtenção de maior rendimento e melhor qualidade da fibra, uma vez que a presença dessas plantas reduz a produtividade por conta da competição por água, luz, espaço e nutrientes, o que onera e dificulta a colheita, reduz a qualidade da fibra, por manchar as plumas e aumentar suas impurezas, além de as plantas daninhas serem hospedeiras de pragas, nematoides e outros patógenos.

Algumas características da cultura tornam o controle de plantas daninhas mais difícil, como o maior espaçamento entrelinhas utilizado, o crescimento lento da parte aérea nos primeiros estádios, a necessidade de manter as plantas da cultura com porte baixo (uso de reguladores de crescimento), baixa tolerância a alguns herbicidas que são importantes na prevenção e no controle de biótipos resistentes, o ciclo longo (170-200 dias, em média) e a necessidade de se ter a lavoura limpa por ocasião da colheita. Com isso, é preciso manter o algodoeiro livre de plantas daninhas durante quase todo o ciclo, exigindo-se assim várias intervenções de controle.

Variedades resistentes a herbicidas

de amplo espectro, como glifosato, glufosinato de amônio e, nos próximos anos, dicamba e 2,4-D, podem trazer maior eficiência, segurança e praticidade no controle das plantas daninhas, mas a preservação das vantagens dessa tecnologia demanda uso racional para evitar a seleção de espécies tolerantes e biótipos resistentes, os quais têm elevado muito a dificuldade e o custo do controle.

O modelo de exploração utilizado, de larga escala, tem por base o uso de herbicidas. Entre essas ações estão o uso de herbicidas na dessecação em pré-semeadura (DPS), em pré-emergência (PRÉ), em uma ou mais aplicações de pós-emergência com produtos seletivos (PÓS) e eventualmente na pós-emergência dirigida com produtos não seletivos (PÓS-D).

Após a colheita, há ainda a necessidade de destruir os restos culturais do algodoeiro, em uma operação chamada de destruição de soqueira. Nessa operação também é comum a utilização de herbicidas.

1. Controle de plantas daninhas na cultura do algodão

As espécies de plantas daninhas que predominam em um dado agroecossistema têm como características comuns a adaptação às condições climáticas e edáficas do local e a resistência ou tolerância aos métodos de controle. Assim, há variação na composição específica e na densidade da comunidade infestante nos diferentes locais de cultivo, mesmo entre talhões da mesma propriedade, tendo por base o banco de sementes do solo, reflexo das culturas e das práticas adotadas ao longo dos anos. Dentro da comunidade de

plantas daninhas, há um grupo muito especializado, com ampla ocorrência nas várias regiões de cultivo, que evoluíram e permanecem nos sistemas agrícolas dadas as características comuns e ecologicamente simplificadas destes. Essas plantas daninhas são as que recebem maior importância no planejamento de controle pelos potenciais prejuízos à produção, danos que podem causar à operação de colheita, além da contaminação das fibras.

Entre as plantas daninhas frequentes na maioria das áreas de cultivo do algodoeiro, e cuja presença normalmente define as estratégias de controle, podem ser citadas o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), o picão-preto (*Bidens subalternans* e *Bidens pilosa*), várias espécies de caruru (*Amaranthus* spp.), a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), a corda-de-viola (*Ipomoea triloba* e outras), o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), a buva (*Conyza* spp.) e o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*). Situações mais específicas incluem, entre outras, o joá-bravo (*Solanum viarum* e outras), a vassoura-de-botão (*Borreria verticillata*), o joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), a maria-pretinha

(*Solanum americanum*), o apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), o mentrasto (*Ageratum conyzoides*), e o carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*).

A integração de métodos de controle deve ser sempre adotada para manejar as plantas daninhas, e o controle cultural tem papel importante no efeito final do manejo em algodoeiro. Assim, o uso da própria cultura para impor barreiras ao estabelecimento e ao desenvolvimento das plantas daninhas tem sido considerado ferramenta muito efetiva à disposição do cotonicultor. O efeito depende da implantação correta da cultura, considerando-se variedade, espaçamento entrelinhas, época e densidade de semeadura, fertilização adequada e bom manejo fitossanitário, o que resulta em plantas vigorosas e saudáveis, com maior potencial competitivo. O controle cultural pode incluir ainda práticas como a rotação de culturas, a adubação verde e a cobertura morta. A implantação do algodoeiro sobre áreas utilizadas no consórcio de milho e braquiária é um exemplo de prática que beneficia a cultura em detrimento das plantas daninhas: a braquiária dessecada deixa grande massa de palha no solo (*Figura 1*), sobre a qual se faz a semeadura da cultura do algodão.

(Imagem: Anderson L. Cavenaghi)



Figura 1. Palhada de braquiária (*Urochloa ruziziensis*) dessecada, antecedendo a semeadura do algodoeiro

Métodos preventivos, que sempre se constituíram em importantes ferramentas de manejo ao evitar a entrada de sementes e/ou disseminação de plantas daninhas de difícil controle nas áreas de cultivo, ganharam muita importância com o surgimento dos biótipos resistentes a herbicidas. Entre as práticas estão o uso de sementes de boa procedência e sem contaminação de plantas daninhas, eliminação de focos de plantas daninhas vegetando em carreadores e estradas, repasses em falhas de controle e limpeza de implementos que possam estar disseminando propágulos indesejáveis. Essas medidas apresentam alta relação custo-benefício, porém requerem determinação, tempo e atenção da equipe técnica da propriedade.

Como já citado, a colheita do algodão deve ser realizada no limpo para evitar contaminação e manchas na pluma. Esse fato requer, muitas vezes, a adoção de medidas de controle de plantas remanescentes, mesmo após o fechamento das entrelinhas da cultura. A prática pode ser realizada por meio de método mecânico, na modalidade capina manual, embora deva restringir-se a situações emergenciais, porque, além da grande demanda de mão de obra e custo, muitas vezes é realizada quando as plantas daninhas já produziram e liberaram suas sementes, reabastecendo o banco de sementes do solo.

O método químico, representado pelo uso de herbicidas, tornou-se muito difundido e útil em várias culturas, sendo imprescindível nas grandes áreas algodoeiras, pelas vantagens como alta eficiência, rapidez na execução e menor emprego de mão de obra. No entanto, sua recomendação e uso demandam melhor qualificação dos técnicos e operadores de máquinas para que os objetivos sejam atingidos, quais sejam, obter a melhor eficiência no controle das plantas daninhas com menor impacto sobre a cultura e o ambiente.

Um complicador na cotonicultura, além do longo período de controle, é a baixa disponibilidade de herbicidas seletivos para a cultura. Mesmo com o uso de variedades de algodão transgênicas, com a ocorrência de resistência de plantas daninhas, há a necessidade do uso de herbicidas com diferentes sítios de ação, o que tem sido contornado com aplicações de pós-emergência dirigidas às plantas daninhas.

O uso da transgenia para seletividade a herbicidas criou alternativas para o manejo de plantas daninhas nessa cultura, porém, a integração de diferentes métodos de controle e rotação de sítios de ação é necessária para alcançar a maior eficiência possível e prevenir a seleção de biótipos resistentes.

Vale ressaltar que, considerando as publicações sobre períodos de interferência de plantas daninhas para essa cultura, o período crítico pode variar de 10-20 dias até 60-80 dias. Esses valores podem variar, pois são influenciados por diversos fatores, mas indicam uma interferência logo no início da cultura e que coincide com uma fase de desenvolvimento inicial lenta, aumentando a importância da semeadura no limpo e do uso de herbicidas pré-emergentes.

1.1 Dessecação das plantas daninhas antes da semeadura

Em Mato Grosso, a semeadura do algodoeiro inicia-se entre os meses de dezembro e janeiro e encerra-se normalmente até o final do mês de fevereiro. Antes da semeadura, a cobertura vegetal da área deve ser eliminada, o que pode ser realizado por operações mecânicas de aração e gradagem ou pela dessecação química.

A dessecação é, primariamente, uma atividade de preparo de área para a semeadura, que consiste na aplicação de herbicidas para controlar a vegetação existente, de forma a permitir bom desempenho das semeadoras e

emergência das plântulas da cultura em ambiente livre de plantas daninhas. Para essa prática são utilizados herbicidas de pós-emergência de largo espectro, capazes de controlar plantas em estádios mais avançados de desenvolvimento, normalmente sem efeito residual, sendo o glifosato o mais utilizado. Para melhor desempenho sobre algumas espécies latifoliadas, às vezes são adicionados outros herbicidas, como carfentrazone e flumioxazin; o herbicida 2,4-D, por sua ação residual e potencial fitotóxico ao algodoeiro, não tem sido recomendado. Caso a área a ser semeada com algodoeiro tenha, por algum motivo, recebido esse herbicida, torna-se necessário aguardar um período entre a aplicação e a semeadura, que depende da dose utilizada e da dinâmica do ingrediente ativo no solo. Esse intervalo é menor quanto maior for a capacidade de sorção da molécula no solo, principalmente maior teor de matéria orgânica, e mais favoráveis forem as condições para sua dissipação, com alta pluviosidade no período. Na falta de parâmetros seguros, aguardam-se em média trinta dias entre o uso de 2,4-D e a semeadura.

Produtos de contato, como paraquat e diquat, são também utilizados, principalmente quando a vegetação a ser dessecada é composta por plantas em estádios iniciais e de ciclo anual. Têm ação rápida e são úteis quando ocorrem rein-festações em áreas preparadas mecanicamente, ou na segunda aplicação, quando a dessecação

é realizada em duas etapas (aplicações sequenciais). Nesse caso, geralmente se utiliza(m) produto(s) sistêmico(s) na primeira aplicação, com a vegetação maior, e os de contato na segunda aplicação, adicionando nessa os residuais, quando for o caso. A alternância de sítios de ação nesse processo é ferramenta importante para evitar ou manejar a resistência de plantas daninhas a herbicidas.

Visando facilitar o manejo subsequente, podem ser associados herbicidas residuais seletivos ao algodoeiro, os quais não devem prejudicar a ação dos dessecantes; em muitos casos, os residuais podem melhorar a rapidez e/ou o efeito final da dessecação.

As aplicações sequenciais na dessecação são mais oportunas nas primeiras épocas de semeadura (dezembro), situação em que o algodoeiro é a principal cultura na área, chamado de algodão safra. Quando o algodoeiro é explorado como segunda safra (algodão safrinha), logo após a colheita da soja (*Figura 2*), a área tem que ser imediatamente dessecada e não há tempo hábil para se esperar 10-15 dias até a realização de uma segunda aplicação de dessecação. Nesse caso, e dependendo da infestação da área no momento da colheita da soja, os herbicidas para dessecação, normalmente o glifosato, serão aplicados com os herbicidas de pré-emergência, imediatamente antes ou logo após a semeadura do algodoeiro.

(Imagem: Anderson L. Cavenaghi)



Figura 2. Semeadura do algodoeiro realizada logo após a colheita da soja

Aplicações sequenciais apresentam a vantagem de eliminar os novos fluxos de emergência que ocorrerem após a primeira aplicação, o que minimiza a incidência dessas plantas após a instalação da cultura. Também, com o uso de herbicidas com diferentes sítios de ação, pode-se ainda prevenir o surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes.

Herbicidas utilizados na cultura da soja, como sulfentrazone, diclosulam e chlorimuron-ethyl, dependendo das condições de dissipação, podem causar danos ao algodoeiro semeado subsequentemente.

A vegetação a ser dessecada pode constituir-se de culturas de cobertura semeadas com essa finalidade, plantas da cultura anterior e plantas daninhas. O tratamento dessecante (produtos, doses, número e época de aplicação) é definido em função das espécies a serem controladas e de sua densidade, estágio de desenvolvimento e altura do dossel, e também do intervalo de tempo entre a dessecação e a semeadura, importante quando se pretende usar herbicidas residuais não seletivos ao algodoeiro, como o 2,4-D.

A escolha do tratamento dessecante deve merecer atenção especial quando, na comunidade a ser dessecada, houver plantas daninhas ou culturas resistentes a herbicidas, devendo existir na composição do tratamento ingredientes ativos capazes de controlá-las.

Os produtos registrados para uso nessa modalidade no Brasil são normalmente disponibilizados na rede mundial de computadores pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por meio da ferramenta Agprofit.

1.2 Aplicação de herbicidas em pré-emergência

Considerando-se as características

intrínsecas da cultura — como desenvolvimento lento da parte aérea nas primeiras três semanas após a emergência, seletividade marginal de alguns herbicidas e maior espaçamento entrelinhas —, o uso de produtos com ação em pré-emergência têm-se mostrado vantajoso por constituir-se em alternativa para o controle de espécies tolerantes e/ou resistentes, opção para variar os sítios de ação, além de reduzir a interferência inicial e melhorar as condições para a atuação dos produtos de pós-emergência. Essa modalidade de aplicação também melhora a distribuição no uso de máquinas na propriedade.

O principal herbicida utilizado em pré-emergência na cultura do algodão é a trifluralina; além deste, os herbicidas diuron e clomazone podem ser utilizados. Ainda há a possibilidade do uso de pedimentalin e alachlor nessa modalidade.

A aplicação em pré-emergência é realizada logo após a semeadura da cultura. Em sistema de plantio convencional, o solo deve estar bem preparado, livre de torrões e apresentar umidade para melhor distribuição e disponibilização do herbicida no solo. No sistema de semeadura direta, quanto menor a quantidade de massa verde presente no momento da aplicação, maiores quantidades do herbicida deverão atingir o solo. Assim, é interessante que, havendo grande quantidade de massa vegetal na área, e em sendo planejado o uso de tratamento em pré-emergência, que esse seja feito após a completa dessecação das plantas. Nos dois sistemas, a umidade é imprescindível para o bom funcionamento do herbicida, e as doses devem ser ajustadas para os teores de argila e matéria orgânica do solo.

Caso haja plantas daninhas recém-emersas no momento da aplicação de pré-emergência, é comum a associação de um herbicida para o controle dessas plantas,

utilizando-se normalmente paraquat ou glifosato.

O herbicida s-metolachlor, cuja ação ocorre na pré-emergência das plantas daninhas, tem sido aplicado entre os estádios “orelha de onça” e segunda folha verdadeira do algodoeiro, o que se tem mostrado interessante porque aumenta o período coberto pelo controle residual dentro do ciclo da cultura.

O uso de herbicidas em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas garante o desenvolvimento inicial livre da interferência e reduz a densidade de plantas daninhas a serem controladas pelos herbicidas aplicados em pós-emergência.

Nas cultivares transgênicas resistentes a

herbicidas, os produtos de pré-emergência não perderam importância, sendo ferramentas muito úteis no controle e na prevenção à seleção de espécies tolerantes e biótipos resistentes. Como exemplo, nas cultivares resistentes a glifosato, herbicidas de pré-emergência auxiliam no controle de espécies tolerantes, como trapoeraba e corda-de-viola, e de biótipos resistentes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-pé-galinha (*Eleusine indica*) (Figura 3), buva (*Coryza spp.*) e caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*). As variedades resistentes ao glufosinato ajudam no controle de algumas gramíneas, como capim-pé-de-galinha, e latifolias, como o apaga-fogo (*Alternanthera tenella*).

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 3. Biótipos de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistentes a herbicidas inibidores da ACCase em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

1.3 Aplicação de herbicidas seletivos em pós-emergência

Normalmente, a necessidade de controle das plantas daninhas vai até 60-80 dias do ciclo, para que não haja prejuízos na quantidade produzida. Após esse período, infestações porventura existentes podem ainda comprometer a qualidade da fibra e a operacionalização da colheita. Mesmo com a aplicação de herbicidas eficientes em pré-emergência, dificilmente se consegue chegar à colheita sem que ocorram novas emergências de plantas daninhas. Assim, são necessárias as intervenções em pós-emergência, que têm por objetivo controlar as plantas daninhas emergidas dentro da cultura, prevenindo os efeitos diretos ou indiretos de sua interferência.

Uma dificuldade encontrada nessa modalidade é o número reduzido de ingredientes ativos com ação sobre plantas daninhas latifoliadas, seletivos para variedades de algodoeiro convencionais. Essas limitações vêm sendo superadas em cultivares transgênicas, com a possibilidade do uso em pós-emergência total de herbicidas de largo espectro, como glifosato (variedades RF), glufosinato de amônio (variedades LL e LTP) ou ambos (variedades GL e GLT).

Nas cultivares convencionais, os latifolicidas utilizados são o piritiobaque-sódico e o trifloxissulfurom-sódico. O primeiro é recomendado em aplicação única entre uma e duas semanas após a emergência das plantas daninhas-alvo, ou em duas aplicações sequenciais com intervalo de 5-15 dias. O trifloxissulfurom-sódico é indicado para aplicações duas a três semanas após a semeadura, respeitando-se um limite mínimo de quatro folhas verdadeiras

da cultura, pois, antes dessa fase, pode causar fitotoxicidade: sintomas leves a moderados têm sido observados, sem, contudo, causarem redução no rendimento e na qualidade da fibra. Os herbicidas piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico podem ser aplicados associados ou sequencialmente, respeitando-se o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas, devendo-se evitar uso conjunto com gramínicas de pós-emergência. Vale ressaltar que esses herbicidas são utilizados no controle de plantas voluntárias de soja, que ocorrem quando o algodoeiro sucede essa cultura, devendo-se também, nesse caso, observar a dose do herbicida e o estágio das plantas a serem controladas.

Um problema particular das cultivares convencionais são os biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas inibidores da ALS, uma vez que tanto o piritiobaque-sódico quanto o trifloxissulfurom-sódico agem nesse sítio de ação.

O controle de gramíneas (poáceas) tem sido realizado com os herbicidas inibidores da ACCase, que apresentam controle excelente desse grupo de plantas daninhas e alta seletividade para o algodoeiro. Dentre os principais ingredientes ativos utilizados estão o clethodim, o haloxyfop-methyl, o tepraloxymidim, o fluazifop-p-butyl, o sethoxydim, e o quizalofop-p-ethyl. Novamente, um problema das cultivares convencionais são as plantas daninhas com biótipos resistentes a herbicidas inibidores da ACCase, como o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*).

É importante destacar que, atualmente, grande parte da área algodoeira utiliza variedades transgênicas com resistência a herbicidas, conforme a *Tabela 1*.

Tabela 1. Porcentagem de uso de cultivares de algodoeiro convencionais e com tecnologias de resistência a herbicidas, no Estado de Mato Grosso, nas safras 2011/2012, 2015/2016 e 2018/2019

| Tecnologia | Resistência a herbicidas | Safra 2011/2012 | Safra 2015/2016 | Safra 2018/2019 |
|------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Convencional | - | 66,5 | 1,5 | 1,3 |
| WS | * | 1,1 | 65,5 | 20,3 |
| B2RF - RF - BGRR | glifosato | 1,1 | 11,7 | 32,9 |
| LL | glufosinato | 31,3 | 1,5 | - |
| GL - GLT - GLTP | glifosato e glufosinato | - | 19,8 | 45,5 |

(Fonte: IMAmt)

WS – WideStrike™; B2RF – Bollgard 2 Roundup Ready Flex™; RF – Roundup Ready Flex™; BGRR – Bollgard Roundup Ready™; LL – Liberty Link™; GL – GlyTol Liberty™; GLT – GlyTol Liberty TwinLink™; GLTP – GlyTol Liberty TwinLink Plus™

*Embora não haja recomendação nem registro, cotonicultores têm usado glufosinato em cultivares com essa tecnologia.

O uso de variedades de algodão transgênicas resistentes aos herbicidas glifosato, glufosinato de amônio ou a estes dois herbicidas é mais uma ferramenta no manejo de plantas daninhas, preconizando-se até três aplicações desses ingredientes ativos na mesma safra. Nas variedades que resistem a esses dois ingredientes ativos, eles devem ser alternados no mesmo ciclo para retardar problemas com resistência.

Para o algodão RR Flex™, o glifosato pode ser aplicado em qualquer estágio da cultura até próximo da colheita. O número de aplicações vai depender das espécies e de reinfestações nas áreas, mas, normalmente, de duas a três aplicações serão necessárias para que não haja interferência das plantas daninhas. Embora o glifosato seja uma excelente ferramenta de controle, para evitar problemas com resistência deve-se fazer o uso racional dessa tecnologia, evitando o uso exclusivo desse herbicida. A utilização de pré-emergentes deve ser recomendada principalmente para auxiliar no controle de plantas tolerantes ao glifosato, como a trapoeraba. Algumas associações com glifosato também são possíveis, como aquelas com piritio-baque-sódico e com s-metolachlor. Biótipos de capim-amargoso e capim-pé-de-galinha resistentes ao glifosato não são controlados por esse herbicida, o que requererá outra estratégia, como o uso de graminicidas. Outro problema já mencionado

anteriormente, e que exigirá a aplicação de herbicidas diferentes, é a presença de plantas de soja voluntárias resistentes ao glifosato.

As variedades GL, GLT e GLTP são amplamente adotadas pela possibilidade do uso de glifosato e/ou glufosinato de amônio, este último é extremamente eficiente no controle de folhas largas, como leiteiro, corda-de-violão e caruru. Para o glifosato são as mesmas recomendações descritas anteriormente. Nessa tecnologia também são realizadas duas ou três aplicações, mas, nesse caso específico, há a possibilidade de intercalar a aplicação dos dois herbicidas, que, por apresentarem diferentes sítios de ação, contribuem para retardar a seleção de biótipos resistentes. Quando a semeadura for realizada em área com presença de plantas de soja voluntárias, o interessante é utilizar primeiramente o glufosinato de amônio, para que o mesmo seja aplicado em estádios iniciais dessas plantas voluntárias, obtendo-se maior eficiência de controle. Deve-se sempre considerar o estágio das plantas daninhas para aplicação, sendo dois pares de folhas para latifoliadas e até um perfilho para gramíneas. Reitera-se a necessidade do uso de herbicidas em pré-emergência, aqui recomendados para melhorar o controle de gramíneas e reduzir a quantidade de plantas a serem controladas em pós-emergência.

Em médio prazo, será lançada a tecnologia Bollgard II Xtendflex Cotton™, que conferirá resistência a dicamba, glifosato e glufosinato de amônio na mesma variedade de algodão, sendo essa tecnologia de extrema importância para rotação de sítios de ação e, se bem utilizada, será muito útil no manejo de espécies não gramineas já resistentes ao glifosato (buva, caruru-palmeri), e, principalmente, na prevenção de novos casos de resistência.

A tecnologia Enlist™ está sem estimativa de lançamento no Brasil, sendo que ela confere resistência ao herbicida 2,4-D e glufosinato de amônio, com a mesma vantagem citada anteriormente (mais de um sítio de ação em um mesmo evento). Porém, essa tecnologia trará grande impasse na eliminação dos restos culturais do algodoeiro (destruição de soqueira), pois, atualmente, quando se emprega o método de destruição química, o principal produto utilizado é o 2,4-D.

1.4 Aplicação de herbicidas não seletivos em pós-emergência - jato dirigido

A aplicação em jato dirigido no algodoeiro permite o uso de herbicidas não seletivos por meio do direcionamento da calda pulverizada para as folhas das plantas daninhas e para o solo, evitando-se as folhas da cultura. Essa aplicação pode ser realizada em diferentes estádios da cultura, mas, normalmente, ocorre após a lignificação do caule na base da planta, por volta dos 50-70 dias após a emergência, e tem como finalidade controlar plantas daninhas remanescentes e permitir a colheita da cultura no limpo. Se realizada antes da lignificação do caule, deve-se utilizar proteção física para que a calda pulverizada não atinja folhas e o caule ainda verde, para evitar a fitotoxicidade (Figura 4). Na Figura 5, pode-se ver o modelo de proteção chamado popularmente de "casinha de cachorro".

(Imagem: Anderson L. Cavenaghi)



Figura 4. Sintomas de fitotoxicidade causada pela aplicação em jato dirigido

(Imagem: Luis Henrique Kasuya)



Figura 5. Equipamento para aplicação protegida de pós-emergente em jato dirigido

Após a lignificação do caule do algodoeiro, normalmente identificada pela troca de coloração verde para marrom, há condições de aplicação sem a necessidade de proteção da calda, pois a absorção pelo caule passa a ser reduzida. Contudo, é preciso muito cuidado durante a pulverização, mantendo o conjunto barra-bicos em uma altura que evite o contato do herbicida com as folhas da cultura.

Nas aplicações mais tardias, para que não ocorram danos físicos às plantas desenvolvidas do algodoeiro causados pelo conjunto pulverizador, partes desse podem ser elevadas por meio dos chamados “tramos”.

Diferentes herbicidas podem ser utilizados nessa modalidade, normalmente associando-se um herbicida residual a um pós-emergente não seletivo. Alguns ingredientes ativos que podem ser utilizados são atrazina, MSMA, glufosinato de amônio, diuron, saflufenacil flumioxazina, e carfentrazone-ethyl. A cultura a ser implantada após o algodoeiro deve ser considerada na escolha de herbicidas residuais, devendo-se seguir a recomendação correta de cada produto.

2. Resistência de plantas daninhas a herbicidas

O controle de plantas daninhas com herbicidas é amplamente utilizado na agricultura, pois, além de eficiente, é ágil e tem boa relação benefício/

custo quando comparado a outros métodos. No entanto, o uso adequado dessa ferramenta exige maiores conhecimentos técnicos para que ela seja eficiente agrônômica e economicamente, com o mínimo de impactos ao ambiente. A seleção de espécies tolerantes e biótipos resistentes a herbicidas é hoje um dos principais problemas relacionados ao uso não racional dessas substâncias.

Biótipos de plantas daninhas resistentes são formados a partir de processos evolutivos, nos quais indivíduos de uma espécie que melhor se adaptam a determinada prática são selecionados e vão aumentando sua população. Assim, como resultado da aplicação de um herbicida, haverá morte dos indivíduos sensíveis, e os biótipos resistentes, já existentes, sobreviverão, produzirão sementes e terão suas densidades aumentadas na área. A aplicação consecutiva de herbicidas com o mesmo sítio de ação sobre uma população de plantas daninhas aumentará as chances de seleção e, posteriormente, multiplicação de biótipos resistentes. Após alguns ciclos o aumento dos biótipos resistentes passa a ser visualmente observável como falha de controle.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é questão de grande importância, tornando o controle cada vez mais difícil e oneroso, principalmente quando existem poucas alternativas

para o manejo como na cultura do algodão. Esse problema pode evoluir para situações mais graves caso haja a ocorrência de resistência múltipla, ou seja, um biótipo de planta daninha resistente a dois ou mais sítios de ação.

2.1 Mecanismos de resistência de plantas daninhas a herbicidas

Dentro de uma população de plantas daninhas suscetível a determinado tratamento herbicida, ocorrem biótipos que são naturalmente resistentes, e isso pode acontecer por causas distintas, chamadas de mecanismos de resistência. Entre esses, o mais frequente tem sido a perda de afinidade ao herbicida pela alteração no sítio de ação, comuns em herbicidas inibidores da ALS (chlorimuron, diclosulan, imazethapyr etc.) e da ACCase (haloxyfop, clethodim etc.), mas também em inibidores da EPSPs (glifosato). No caso do glifosato, outro mecanismo de resistência conhecido é a produção abundante da enzima-alvo, como ocorre

em biótipos de caruru-palmeri. No entanto, há atualmente grande preocupação com a resistência não relacionada ao local de ação do herbicida, pela possibilidade de agir simultaneamente em vários sítios de ação. Esse mecanismo pode originar-se de um ou mais processos, como a metabolização do herbicida pela planta; compartimentalização ou sequestro do herbicida; e baixa absorção e/ou translocação.

Resistências cruzada e múltipla

Considera-se resistência cruzada o fato de um biótipo ter sido selecionado por um herbicida, mas que esse mecanismo o fez ficar resistente também a outros herbicidas que têm o mesmo sítio de ação. Como exemplo, os biótipos de leiteiro resistentes a imazethapyr e chlorimuron, selecionados na cultura da soja, apresentaram também resistência a piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico, usados no algodoeiro, sem que nunca tivessem sido expostos a esses herbicidas. Os quatro herbicidas atuam inibindo a ação da enzima ALS.

A resistência múltipla ocorre quando a planta daninha é resistente a dois ou mais herbicidas, sendo esses de diferentes sítios de ação. Esse tipo de resistência dificulta seriamente o manejo da planta daninha, pois limita as opções de herbicidas que podem ser utilizados no controle daquele biótipo, podendo inviabilizar o controle químico em certas situações. Como exemplo, há biótipo de *Amaranthus palmeri* em Mato Grosso com resistência a herbicidas inibidores da EPSPs (glifosato) e inibidores da ALS (Figura 6). Outro exemplo já identificado são biótipos de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) com resistência múltipla a glifosato e inibidores da ACCase.

(Imagem: Edison Andrade Junior)



Figura 6. Biótipos de caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*) resistentes a herbicidas inibidores da ALS e inibidores da EPSPs em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

2.2 Panorama de plantas daninhas resistentes a herbicidas em áreas algodoeiras de Mato Grosso

Com base no histórico e no grande número de reclamações de falhas de controle de plantas daninhas em áreas algodoeiras em Mato Grosso, o Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) e a Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa) realizaram levantamento e monitoramento de plantas daninhas resistentes a herbicidas em áreas algodoeiras, em parceria com o UNIVAG Centro Universitário e com a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), com recursos do Instituto Brasileiro do Algodão (IBA).

O trabalho foi realizado nos anos de 2012 e 2017, nos núcleos de produção algodoeira de Mato Grosso, onde foram coletadas amostras de sementes de plantas daninhas que escaparam ao controle, e havia suspeitas de que se tratavam de biótipos com resistência (*Figuras 7 a 10*); após esse período, o monitoramento passou a ser feito através dos grupos técnicos do algodão (GTAs) dos diferentes núcleos algodoeiros do Estado de Mato Grosso.

Na *Tabela 2* encontram-se as principais espécies com biótipos resistentes e os herbicidas e sítios de ação a eles relacionados.

Tabela 2. Espécies de plantas daninhas em áreas algodoeiras dos núcleos de produção de Mato Grosso, com biótipos resistentes a herbicidas

| Planta daninha | Herbicida | Mecanismo de ação |
|--|--|--|
| Picão-preto (<i>Bidens subalternans</i>) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico | Inibidores da ALS |
| Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico | Inibidores da ALS |
| Caruru-rasteiro (<i>Amaranthus deflexus</i>) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico | Inibidores da ALS |
| Caruru-gigante (<i>Amaranthus retroflexus</i>) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico / fomesafen | Inibidores da ALS / inibidores da Protox |
| Caruru-palmeri (<i>Amaranthus palmeri</i>) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico / glifosato | Inibidores da ALS / inibidores da EPSPS |
| Mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) | trifloxysulfuron-sodium | Inibidores da ALS |
| Buva (<i>Conyza</i> spp.) | piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico / glifosato | Inibidores da ALS / inibidores da EPSPS |
| Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) | glifosato | Inibidores da EPSPS |
| Capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | clethodim, tepraloxymid e haloxyfop / glifosato | Inibidores da ACCase / inibidores da EPSPS |

2.3 Práticas para prevenção e controle de plantas daninhas resistentes aos herbicidas

- Uso de herbicidas com diferentes sítios de ação na mesma área, o que pode ser facilitado com a rotação e sucessão de culturas e as opções de variedades de algodoeiro transgênicos resistentes aos herbicidas não

seletivos. No caso das culturas com resistência a herbicidas, deve-se atentar para alternar os “traits”, evitando mudar a cultura e continuar usando o mesmo herbicida;

- Uso associado de herbicidas com diferentes sítios de ação, com sobreposição do espectro de ação;
- Realização de observações sistemáticas nas

áreas, antes e após aplicação de herbicidas, para certificar-se da eficiência do tratamento aplicado, fazendo controle efetivo de plantas remanescentes suspeitas de resistência, antes que essas produzam sementes ou outras

- estruturas de reprodução;
- Além de método químico, em caso de escapes, usar métodos não químicos, como a capina manual e o controle mecânico, desde que realizados antes da produção de sementes pelas plantas daninhas.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 7. Biótipos de mentrasto (*Ageratum conyzoides*) resistentes a herbicidas inibidores da ALS em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

(Imagem: Anderson Cavenaghi)



Figura 8. Biótipos de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a herbicidas inibidores da ALS em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

Considerações no manejo de plantas daninhas em variedades resistentes a herbicidas

No manejo das plantas daninhas, o uso de herbicidas de pré-emergência, além de evitar a competição inicial, é mais uma oportunidade de incluir sítio de ação diferente no manejo.

Uso de herbicidas latifolicidas (que controlam folhas largas) seletivos ao algodoeiro convencional (piritiobaque-sódico e trifloxissulfurom-sódico), que além de controlar a soja voluntária atuam na prevenção de resistência de plantas daninhas por possuírem sítios de ação diferentes do glifosato e do glufosinato de amônio.

Rotação de evento "trait" – no sistema soja-milho-algodão, para evitar aplicações sucessivas de um mesmo ingrediente ativo, o que pode levar à seleção de plantas daninhas resistentes;

Atenção especial para as espécies de difícil controle pelo glifosato, como corda-de-viola, erva-quente e trapoeraba, e pelo glufosinato de amônio, como apaga-fogo e gramíneas, especialmente o capim-pé-de-galinha.

Em variedades que possuem o evento Glytol LibertLink™, procurar alterar aplicações de glifosato e glufosinato de amônio, retardando a seleção de biótipos resistentes a cada um dos dois herbicidas.

2.4 Panorama futuro de espécies de plantas daninhas resistentes a herbicidas em áreas algodoeiras

Com o advento das variedades transgênicas resistentes ao glifosato, esse produto, de baixo custo e alta eficiência, teve grande aumento no uso em áreas algodoeiras, e essas, geralmente, são usadas com soja e/ou milho em rotação e/ou sucessão, culturas que muitas vezes são tratadas com esse mesmo herbicida. Como aplicações repetidas do mesmo ingrediente ativo, ou ingredientes ativos que tenham o mesmo sítio de ação, constituem-se no principal fator selecionador de plantas daninhas tolerantes ou resistentes, cuidado especial deve ser realizado no manejo, cujas prescrições de herbicidas devem considerar esse fato, tomando medidas de médio

prazo e tendo como objetivo o sistema.

Atenção deve ser dada a espécies que já se tornaram problema em outras regiões/países, como sorgo-de-alepo (*Sorghum halepense*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e picão-preto (*Bidens subalternans* e *B. pilosa*), essa com biótipo resistente a glifosato recentemente identificado no Paraguai. Também nesses casos, prevenir é melhor que remediar, e o custo de não adotar medidas preventivas pode ser muito alto. Assim, reforça-se a maior importância de monitoramento nas áreas cultivadas com variedades resistentes a herbicidas, observando especialmente essas plantas daninhas, mas não negligenciando outras que estejam sobrando e/ou aumentando suas densidades populacionais nas áreas.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 9. Biótipos de caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) resistentes a herbicidas inibidores da ALS em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 10. Biótipos de buva (*Conyza* sp.) resistentes a herbicidas inibidores da EPSPS em lavoura de algodão no Estado de Mato Grosso

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso



Luiz Gonzaga Chitarra
Embrapa Algodão



Rafael Galbieri
IMAmt

1. Importância das doenças e do monitoramento da lavoura na cultura do algodoeiro

O Estado de Mato Grosso consolidou-se como o maior produtor de algodão do Brasil por conta, dentre outros fatores, de elevada mecanização, investimento em qualidade de fibra, intensificação do uso da terra e maior utilização de tecnologias transgênicas para o controle de insetos e plantas daninhas. No entanto, observa-se elevação nos níveis de incidência e severidade das doenças que afetam o algodoeiro no Estado. O plantio repetitivo de cultivares suscetíveis às doenças no decorrer dos últimos anos, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, falta de práticas agrícolas como a rotação de culturas e a destruição inadequada da soqueira potencializam os riscos de surtos epidêmicos, resultando em perdas na produção.

Como consequência, associa-se a produção ao uso maciço de fungicidas no controle de doenças, interferindo diretamente no balanço microbiológico do sistema produtivo. Para minimizar as perdas na produção e manter a sustentabilidade da cultura em Mato Grosso, é fundamental que as medidas de manejo e controle das doenças sejam realizadas de maneira adequada, adotando-se principalmente as práticas culturais de rotação de cultura, destruição de soqueira, monitoramento da lavoura, bem como a utilização de cultivares com níveis de resistência aos principais patógenos de ocorrência no Estado.

As doenças são consideradas um

dos principais fatores que influenciam a produção de algodão; elas são responsáveis pela redução significativa da produtividade física ou econômica do algodoeiro e, em determinados casos, podem ser causa impeditiva da atividade. Atualmente, são reconhecidos cerca de 250 microrganismos capazes de causar doenças no algodoeiro, dentre os quais 90% são fungos. Portanto, um dos grandes desafios na cultura do algodoeiro é a correta identificação dos sintomas das principais doenças e pragas que incidem sobre a cultura. Nesse caso, o monitoramento da lavoura deve ser feito por técnicos (monitores de campo) rigorosamente treinados para identificar e quantificar corretamente as doenças e as pragas do algodoeiro.

O monitoramento das pragas é feito constatando-se a presença/reconhecimento do inseto na planta, ao passo que o monitoramento das doenças é feito por meio do reconhecimento dos sintomas causados pelos patógenos às plantas. Muitas vezes, esses sintomas podem ser confundidos, por exemplo, com fitotoxicidade causada por herbicida ou outros produtos químicos.

Por esses motivos, é importante que os monitores sejam bem treinados/qualificados para reconhecer adequadamente os sintomas que os patógenos causam às plantas. Os monitores de campo treinados/qualificados e com o conhecimento das áreas e das cultivares de algodoeiro a serem monitoradas terão sucesso para identificar e quantificar as doenças no início dos primeiros sintomas, o que é essencial para a tomada de decisão da aplicação de fungicidas.

2. Principais doenças e aspectos sintomatológicos para diagnose no Estado de Mato Grosso

Os sintomas das principais doenças do algodoeiro no Estado de Mato Grosso estão descritos na *Tabela 1*. Obviamente, esse quadro pode alterar-se em função do aparecimento de variantes de patógenos ou outras doenças, principalmente aquelas de origem fúngica, pois, reduzindo-se o número de aplicações de fungicidas voltados para o controle da mancha de ramulária em cultivares mais resistentes/tolerantes, as doenças provocadas por fungos, que antes não se manifestavam ou permaneciam

com incidência muito baixa, podem começar a aparecer de forma expressiva.

Assim, é importante saber diagnosticar não só as doenças de maior importância econômica atualmente, mas também aquelas que podem aparecer na lavoura. Por isso é importante um histórico da ocorrência de doenças nas áreas de plantio e o conhecimento da importância de determinado patógeno frequente para serem tomadas medidas prévias para seu controle, como tratamento químico de sementes, escolha de cultivares resistentes/tolerantes, épocas de plantio, dentre outras medidas.

Tabela 1. Principais doenças do algodoeiro, patógenos, sintomas, ocorrência e grau atual de importância no Estado de Mato Grosso

| Doenças | Patógeno | Sintomatologia | Ocorrência DAS ¹ | Importância MT ² |
|----------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Mancha de ramulária | <i>Ramularia areola</i> | Lesões de formato angular ou irregular, com predominância na face inferior da folha, aspecto branco-azulado; esporulação do patógeno no centro das lesões apresentando coloração branca e aspecto farináceo; podendo ocorrer desfolha precoce (<i>Figura 1</i>). | 15-155 | 5 |
| Mancha alvo | <i>Corynespora cassiicola</i> | Inicialmente, pequenos pontos circulares de coloração marrom ou arroxeada nas folhas; posteriormente, manchas de formato arredondado ou irregular, com bordas de coloração verde escuro a marrom claro, podem apresentar anéis concêntricos circundados por halos cloróticos; desfolha precoce. | 60-120 | 5 |
| Ramulose | <i>Colletotrichum gossypii</i> South.var. <i>cephalosporioides</i> | Inicialmente, lesões necróticas escuras, de forma estrelada; ramificação dos galhos; internódios curtos e intumescidos apresentando superbrotamento (<i>Figura 2</i>). | 15-155 | 5 |
| Mancha angular | <i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>malvacearum</i> | Lesões angulares, inicialmente de coloração verde, aspecto oleoso e, posteriormente, parda e necrosada; coalescência das lesões e rasgadura do limbo foliar (<i>Figura 3</i>). | 15-150 | 3 |
| Murcha de fusário | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasifectum</i> | Inicialmente, folhas basais mostrando perda de turgescência, amarelecimento, crestamento do limbo e, posteriormente, queda, murcha das folhas e morte prematura das plantas; coloração "chocolate" observada pelo corte da haste da planta. | 55-160 | 4 |

Continuação --->

Tabela 1. Continuação

| Doenças | Patógeno | Sintomatologia | Ocorrência DAS ¹ | Importância MT ² |
|--------------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Mancha de mirotécio | <i>Myrothecium roridum</i> | Manchas foliares com anéis concêntricos, circundadas por halo roxo-avermelhado, presença de pontos enegrecidos nas lesões (esporodóquio), circundados por uma massa de coloração branca (Figura 4); queda de tecidos necrosados na lesão. | 60-155 | 4 |
| Mancha de alternária | <i>Alternaria macrospora</i> | Manchas circulares (anéis concêntricos) de coloração marrom ou parda (Figura 5), circundadas por halos de coloração amarela ou arroxeada. | 20-120 | 4 |
| Apodrecimento de maçãs | diversos ³ | Lesões circulares ou irregulares no fruto, normalmente de coloração parda ou azulado-escuro e deprimida na parte central. | 105-155 | 3 |
| Tombamento | diversos ⁴ | Lesões deprimidas no hipocótilo, com coloração de pardo-avermelhada a pardo-escuro; essas lesões podem circundar a haste, causando estrangulamento e, conseqüentemente, morte da planta (Figura 6). | 0-35 | 4 |
| Mela | <i>Rhizoctonia solani</i> | Lesão aquosa zonada nas folhas cotiledonares; seca dos cotilédones e morte das plantas. | 0-35 | 4 |
| Doença azul (virose) | <i>Cotton leafroll dwarf virus</i> (CLRDV) | Mosaico das nervuras; encurtamento de internódios; redução do porte das plantas; rugosidade, encurvamento para baixo e aspecto quebradiço das bordas das folhas jovens; tonalidade verde-escuro das folhas mais velhas. | 30-155 | 5 |
| Virose atípica (virose) | Genótipo do <i>Cotton leafroll dwarf virus</i> (CLRDV) | Mosaico das nervuras; encurtamento de internódios; redução do porte das plantas; rugosidade e encurvamento para baixo das bordas das folhas jovens; murchamento e avermelhamento intenso das folhas. | 30-155 | 5 |
| Mofo branco | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | Murcha, seca, necrose e podridão úmida em hastes, pecíolo e maçãs. Micélio branco de aspecto cotonoso e escleródios escuros irregulares internos ao capulho do algodoeiro (Figura 7). | 40-155 | 5 |

¹ DAS: Dias após a sementeira, ocorrência aproximada das doenças; ² importância relevante para Mato Grosso, escala de notas: 1 = sem importância; 2 = pequena importância; 3 = mediantemente importante, necessitando de preocupação e estudos; 4 = importante, demandando medidas de controle; 5 = muito importante, inviabilizando a cultura se não houver controle e demandando estudos. Adaptado de Cia & Fuzatto (1999); ³ principais: *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Diplotelia gossypina*, *Ascochyta gossypii*, *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*; ⁴ principais: *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gossypii*, *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, *Fusarium* spp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina*, algumas espécies do gênero *Ascochyta* e *Pythium*.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 1. Sintomas provocados pela mancha de ramulária. À esquerda, sintomas iniciais da doença e, à direita, em estágio mais avançado com alta esporulação do fungo

(Imagem: Luiz G. Chitarra, Rafael Galbieri)



Figura 2. Sintomas provocados pela ramulose. À esquerda, mancha estrelada e, à direita, superbrotamento

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 3. Sintomas provocados pela mancha angular

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 4. Mancha de mirotécio, causada por *Myrothecium roridum*, e estrutura reprodutiva (esporodóquio)

(Imagem: Luiz G. Chitarra)



Figura 5. Sintoma provocado pela mancha de alternária (anéis concêntricos)

(Imagem: Luiz G. Chitarra)



Figura 6. Sintomas provocados por tombamento em algodoeiro

(Imagem: Luiz G. Chitarra)

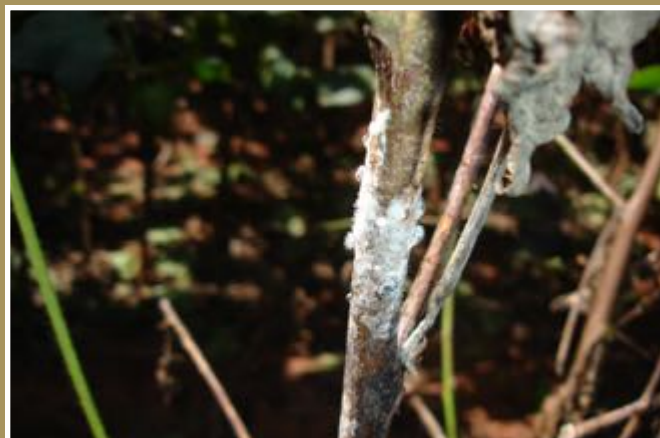


Figura 7. Sintomas provocados por mofo branco em algodoeiro, com destaque à formação reprodutiva do fungo (escleródios)



3. Monitoramento e amostragem das doenças

Monitoramento

O monitoramento deve ser feito constantemente durante o ciclo da cultura, intensificando-se no início-meio e diminuindo com a senescência das plantas. A recomendação seria a entrada na área para o monitoramento a cada 3-5 dias.

Amostragem

Como sugestão, a amostragem da área para avaliação das doenças que incidem sobre a cultura do algodoeiro deverá ser realizada caminhando em zigue-zague na lavoura, avaliando um ponto a cada 2 ha, conforme descrito na *Tabela 2*. Para cada ponto, cinco plantas deverão ser avaliadas. A nota média das avaliações ou o número de plantas com sintomas dentre as cinco plantas avaliadas, em cada ponto, deverá ser anotada na planilha (*Tabela 2*). As avaliações deverão ser realizadas a cada 3-5 dias.

Tabela 2. Monitoramento de doenças

Fazenda
 Talhão.....Data.....\.....\.....
 Dias após semeadura
 Monitor.....

| Amostragem | Ramulária | Ramulose | Mancha Angular | Doenças Foliares* | Mofa Branco | Murcha de Fusário | Mela / Tombamento | Virose |
|--|---|----------|----------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|--------|
| Nota de 1 a 5* (média de 5 plantas consideradas por ponto) | | | | | | | | |
| 2,0 hectares / 5 plantas por ponto, a cada 3-5 dias Caminhamento em zigue-zague, 1 ponto a cada | Nº de Plantas com sintomas (0-5 plantas) | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Média | | | | | | | | |

* Manchas de alternária, estenfilo, mirotécio, corynespora. Notas de 1 a 5 com aumento da severidade/incidência das doenças. Nota 1: sem sintomas, a nota 5: severidade/incidência máxima da doença.

4. Avaliação da incidência e severidade das doenças do algodoeiro, níveis de controle e recomendações de manejo

Para um programa eficiente de manejo das doenças, o controle tem que ser realizado no momento correto, ou seja, no aparecimento dos primeiros sintomas, e, para que isso ocorra, é imprescindível saber diagnosticar e quantificar corretamente as doenças em campo, pois, se essa diagnose for tardia, os danos podem ser tais a ponto de comprometer a produtividade.

A diagnose de uma doença em estágio mais avançado não apresenta muitas dificuldades, pois as lesões estão bem típicas, de acordo com as descrições sintomatológicas prescritas. O problema é diagnosticar as doenças no início; nessa fase, as lesões (sintomas)

não estão bem características, o que demanda treinamento e experiência do monitor no conhecimento da diagnose e quantificação das doenças.

O profissional precisa também saber distinguir outros sintomas que possam ser confundidos com doenças, situação muito comum em condições reais de campo. Em alguns casos, uma doença aparece de forma secundária, proveniente de algum evento principal, seja, por exemplo, injúrias provocadas por herbicidas (fitotoxicidade - *Figura 8*) ou queima do tecido foliar por adubos, que é "porta de entrada" para determinados patógenos. Nesses casos, é fundamental que o monitor se atente a essas correlações e sempre se questione sobre o que realmente está causando ou proporcionado o quadro sintomatológico.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 8. Sintomas provocados por fitotoxicidade de herbicidas em folhas de algodoeiro

Fazendo uma análise das principais doenças, com destaque à mancha de ramulária, é fundamental que a diagnose seja realizada no aparecimento dos primeiros sintomas, o que não é tão simples; a *Figura 1* ilustra esse sintoma e chama a atenção para as manchas azuladas. Igualmente para ramulose, os pontos marrons/pretos e, posteriormente, as "manchas estreladas" são de tamanho pequeno, o que

facilita a diagnose quando as folhas são colocadas contra o sol, observando essas lesões características (*Figura 2*).

Para a mancha angular, os sintomas iniciais são de forma irregular, coloração verde, aspecto oleoso e, posteriormente, de coloração parda e necrosada (*Figura 3*). Com o tempo, poderá ocorrer a coalescência das lesões e rasgadura do limbo foliar; em determinadas situações, as lesões podem ser

confundidas com a mancha de ramulária, pois o fungo pode aparecer de forma secundária nas lesões, após o aparecimento do sintoma angular provocado pela bactéria.

Em relação à mancha de mirotécio, é importante observar a presença da estrutura reprodutiva do fungo, chamada de esporodóquio (*Figura 4*), que consiste em pontos de coloração escura com base micelial branca e pode estar presente em qualquer parte da planta. Esse fungo é favorecido com a ocorrência de lesões previamente provocadas nas plantas, seja por injúrias causadas por herbicidas (fitotoxicidade), por equipamentos agrícolas, pela queima do tecido foliar por adubos ou por conta de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, como temperatura entre 25-30°C, alta nebulosidade, umidade do ar elevada e alta pluviosidade. Nessas situações, recomenda-se máxima atenção ao monitoramento, e, caso seja observada a presença do fungo nessas condições, deve ser feito o controle químico de forma rápida, com fungicida.

As manchas de alternária (*Figura 5*) e estenfilio são difíceis de serem diagnosticadas nas condições de campo por duas razões. A primeira, por não serem tão comuns no Estado de Mato Grosso; a segunda, a principal, é que os sintomas iniciais podem apresentar semelhanças com os sintomas de outras doenças foliares, tornando-se a diagnose difícil, pois não apresentam

características marcantes que podem diferenciá-las. Com isso, pode ser demandada, em determinados casos, uma análise mais aprofundada das folhas com os sintomas, sendo necessário o envio de amostras para serem analisadas em condições de laboratório, para obter-se uma diagnose correta.

Também quando surgirem dúvidas quanto à diagnose de doenças, amostras podem ser enviadas aos laboratórios especializados, ou especialistas podem ser acionados, seja de órgãos estaduais, federais ou da iniciativa privada, como o Departamento de Fitopatologia do IMAmt, em Primavera do Leste, MT; Embrapa, em Sinop, MT; universidades ou laboratórios particulares para eventuais dúvidas ou treinamento de equipes.

Os sintomas iniciais da mancha-alvo no algodoeiro são pequenos pontos circulares, de coloração arroxeada, nas folhas. Com a evolução da doença, esses pontos tornam-se manchas de formato arredondado ou irregular, com bordas marrom-escuro e centro marrom-claro, variando, em tamanho, de 2 mm a 20 mm. As lesões, quando completamente desenvolvidas, podem apresentar anéis concêntricos e, quando a infecção é elevada, as folhas caem prematuramente (*Figura 9*). O vento é a principal via de disseminação do patógeno a curtas distâncias, e não há informações ainda sobre a disseminação por meio de sementes de algodoeiro.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 9. Sintomas provocados pela mancha-alvo (*Corynespora* sp.) em folha de algodoeiro

Para a murcha de fusário, muitas vezes, principalmente nos primeiros anos em que o patógeno foi introduzido na área, não se observam sintomas foliares de murcha decorrentes da infecção causada pelo fungo; porém, os vasos do xilema da planta estão caracterizados por seu enegrecimento (*Figura 10*). Nesse caso, é importante cortar ou arrancar algumas plantas para verificação desse sintoma, lembrando-se que esse corte é

feito no colo (caule) da planta, normalmente efetuado entre 2-5 cm acima da superfície do solo ou cortar o caule no sentido longitudinal. Por conta da grande importância (destrutiva) da doença, é fundamental que o responsável técnico da propriedade conheça e acompanhe o progresso da doença na área, mesmo tendo ciência de que a doença ainda não esteja ocasionando dano econômico.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 10. Sintomas vasculares provocados pela murcha de fusário. Da esquerda para a direita, da planta sadia à alta intensidade

No caso de viroses, com aparecimento da forma "atípica" (*Figura 11*), as cultivares que são resistentes à doença azul podem apresentar suscetibilidade a essa virose. Assim, recomenda-se cuidado redobrado em relação à infestação das plantas com pulgão, principalmente no início do desenvolvimento da cultura, sabendo-se que, quando essa infestação ocorre até os cinquenta dias após o

plantio, grandes perdas em produtividade podem ocorrer quando comparadas com a infecção que ocorre mais tardiamente. Isso também não significa que não se deva ter cuidado em controlar essas viroses mais tardias, pois, caso a destruição de soqueira não seja eficaz, o vírus poderá permanecer nessas plantas infectadas e servir como fonte de inóculo para sua sobrevivência na próxima safra.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 11. Sintomas de mosaico das nervuras atípico em algodoeiro, em Mato Grosso. À esquerda, infecção do vírus antes dos cinquenta dias após o plantio, e, à direita, infecção mais tardia

Para algumas doenças foliares, como a mancha de ramulária e a ramulose, quando diagnosticadas a campo, é imprescindível que as medidas de controle sejam tomadas o mais rápido possível, para não haver perdas econômicas. Por outro lado, para algumas doenças que são mais restritas, como a murcha de fusário, quando detectadas na lavoura, é fundamental que a área seja monitorada e medidas de controle sejam adotadas para as próximas safras. Isso não significa que a doença seja menos importante, mas que seu manejo deve ser realizado em tempos diferentes. É importante que os técnicos/monitores de campo tenham isso em mente no momento das avaliações, pois é fundamental para a tomada de decisões de manejo.

No caso de mela/tombamento, a incidência e a severidade da doença estão relacionadas às condições climáticas, que são fundamentais para a decisão das medidas de controle. Com a incidência do problema e o regime de chuvas intensas, a necessidade de controle é maior quando comparada a essa incidência em períodos sem chuvas (veranicos), no início do ciclo da cultura. Nessas condições, a doença possivelmente será interrompida, ou sua epidemia será minimizada.

Além das doenças relatadas, o algodoeiro é hospedeiro de outros patógenos que atualmente

têm importância econômica secundária nas condições do Cerrado. No entanto, isso não significa que eles não possam causar doenças e vir a ser economicamente importantes em um futuro próximo. Em casos isolados, podem ser citados *Macrophomina phaseolina* e os agentes causais de manchas foliares como *Stemphylium solani*, *Ascochyta gossypii*, *Phakopsora gossypii* e *Cercospora gossypina*. Outro patógeno que merece atenção é *Rosellinea* spp., que pode causar apodrecimento de raízes com sintomas semelhantes aos provocados pelo *Fusarium* spp.

Outra questão é a forma de avaliação para o controle de doenças. Para algumas, foram sugeridas a avaliação de severidade (escala de notas), como, por exemplo, as manchas foliares, pois, nesses casos, é mais importante saber qual é a porcentagem de tecido lesionado do que o número de plantas com os sintomas. Para os patógenos de solo e as viroses, principalmente por conta de sua disseminação, a incidência, ou seja, a porcentagem de plantas que apresentam sintomas é, para questões de controle, mais importante que sua severidade.

A seguir, uma sugestão de metodologia de avaliação, níveis de controle e recomendações de manejo das principais doenças ocorrentes em Mato Grosso (Tabela 4).

Tabela 4. Critérios de avaliações das doenças do algodoeiro, níveis de controle e recomendações de manejo

| Amostragem | Doenças | Critério de Avaliação | Nível de controle | Recomendação de controle |
|--|--|--|--|--|
| Caminhamento em zigue-zague, um ponto a cada 2 hectares/5 plantas por ponto, a cada 3-5 dias | Mancha de ramulária* | <p>Nota 1: planta sem sintomas.</p> <p>Nota 2: planta com até 5% de área foliar infectada, sem incidência no terço médio.</p> <p>Nota 3: planta com 5-25% de área foliar infectada com incidência no terço médio.</p> <p>Nota 4: planta com 25-50% de área foliar infectada e incidência no terço superior.</p> <p>Nota 5: planta com área foliar infectada acima de 50%, incidência no terço superior e queda de folhas no terço inferior.</p> | Com o aparecimento dos primeiros sintomas (nota 2) e/ou no fechamento entre linhas da cultura. | <p><i>Genético:</i> utilização de cultivares resistentes /tolerantes.</p> <p><i>Químico:</i> aplicações de fungicidas registrados no Mapa. Recomenda-se alternância dos grupos químicos.</p> <p><i>Cultural:</i> rotação de cultura e destruição de soqueiras.</p> |
| | Ramulose* | <p>Nota 1: planta sem sintomas.</p> <p>Nota 2: planta com folhas do ponteiro apresentando manchas necrosadas pequenas, de coloração marrom (início das manchas estreladas).</p> <p>Nota 3: planta com início de redução dos internódios (no ponteiro), além das manchas pequenas.</p> <p>Nota 4: planta com superbrotaamento no ponteiro, além das manchas, mas sem redução acentuada do porte.</p> <p>Nota 5: planta com superbrotaamento, manchas e redução acentuada do porte.</p> | Com o aparecimento dos primeiros sintomas (nota 2) em reboleira. | <p><i>Genético:</i> utilização de cultivares resistentes.</p> <p><i>Químico:</i> aplicação de fungicidas registrados no Mapa.</p> <p><i>Cultural:</i> rotação de cultura; utilização de sementes sadias; destruição de soqueiras.</p> |
| | Mancha angular | <p>Nota 1: planta sem sintomas.</p> <p>Nota 2: planta com até 5% de área foliar infectada com coalescência de lesões.</p> <p>Nota 3: planta com 5-25% de área foliar infectada, coalescência de lesões.</p> <p>Nota 4: planta com 25-50% de área foliar infectada, coalescência de lesões e início de rasgadura do limbo foliar.</p> <p>Nota 5: planta com área foliar infectada acima de 50%, coalescência de lesões e intensa rasgadura no limbo foliar.</p> | Não definido | <p><i>Genético:</i> utilização de cultivares resistentes.</p> <p><i>Cultural:</i> rotação de cultura; utilização de sementes sadias; destruição de soqueiras.</p> |
| | Manchas de mirotécio, alternária, estenfilio e corynespora* | <p>Nota 1: planta sem sintomas.</p> <p>Nota 2: Infecção leve – plantas apresentando lesões em até 5% da área foliar.</p> <p>Nota 3: Infecção moderada – planta apresentando lesões entre 5-25% da área foliar.</p> <p>Nota 4: Infecção severa – plantas apresentando lesões entre 25-50% da área foliar.</p> <p>Nota 5: Infecção muito severa – plantas apresentando lesões acima de 50% da área foliar.</p> | Com o aparecimento dos primeiros sintomas (nota 2) | <p><i>Químico:</i> aplicação de fungicidas registrados no Mapa.</p> <p><i>Cultural:</i> rotação de cultura; sementes sadias; destruição de soqueiras.</p> |
| | Mofa branco* | <p>Nota 1: plantas sem sintomas.</p> <p>Nota 2: presença apenas de micélio branco em pétalas, folhas, hastes ou capulhos.</p> <p>Nota 3: presença de micélio branco e escleródios em pétalas, folhas, hastes ou capulhos em até dois ramos.</p> <p>Nota 4: três ou mais ramos afetados e morte de plantas.</p> | Com o aparecimento dos primeiros sintomas (nota 2) | <p><i>Químico:</i> aplicação de fungicidas registrados no Mapa.</p> <p><i>Cultural:</i> exclusão**, densidade de plantas, sementes sadias, rotação de cultura.</p> <p><i>Biológico:</i> <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>Trichoderma asperelum</i>.</p> |

Continuação --->

Tabela 4. Continuação

| Amostragem | Doenças | Critério de Avaliação | Nível de controle | Recomendação de controle |
|--|---------------------------|---|---|---|
| Caminhamento em zigue-zague, um ponto a cada 2 hectares/5 plantas por ponto, a cada 3-5 dias | Murcha de fusário* | Número de plantas com sintomas da doença. | Preventivo | <i>Genético:</i> utilização de cultivares resistentes. <i>Cultural:</i> exclusão**, sementes saudáveis, rotação de cultura. |
| | Mela* | Número de plantas com sintomas da doença. | Não definido | <i>Químico:</i> aplicação de fungicidas registrados no Mapa (tratamento de sementes e aplicação aérea). <i>Cultural:</i> época de plantio. |
| | Viroses | Número de plantas com sintomas da doença. | Cultivares suscetíveis: nível de pulgão até 5%. Cultivares resistentes: nível de pulgão até 40%. | <i>Genético:</i> utilização de cultivares resistentes. <i>Químico:</i> manter o nível baixo do vetor da doença. <i>Cultural:</i> rotação de cultura; destruição de soqueiras. |

* Recomenda-se tratamento químico de sementes, utilizando-se produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

** Evitar a introdução do patógeno em áreas isentas.

Para auxiliar o manejo de doenças, seguem dados da reação de diferentes cultivares aos principais

patógenos de ocorrência no Estado de Mato Grosso (Tabela 5).

Tabela 5. Reação de diferentes cultivares aos principais patógenos de ocorrência em MT

| Cultivares | Fungos | | | | Bactéria | Nematoides | | | Virose | |
|----------------|------------|-----------|----------|-----------------|----------------|---------------|------------|---------------------|-------------|----------------|
| | Ramulária* | | Ramulose | Murcha Fusarium | Mancha Angular | Meloïdogyne** | | Reni-formes Tolera. | Doença Azul | Virose Atípica |
| | Isolado 1 | Isolado 2 | | | | Resistência | Tolerância | | | |
| BRS 430B2RF | S | S | MS | S | R | S | I | I | R | MR |
| BRS 432B2RF | S | MS | MS | MS | R | S | MT | MI | R | MR |
| BRS 433FL B2RF | S | S | MS | MR | R | S | MI | MI | MR | MR |
| DP 1536B2RF | S | S | MS | MS | R | S | MI | I | R | MS |
| DP 1552RF | MS | S | MS | MR | MS | S | MT | MT | R | MS |
| DP 1746B2RF | S | S | MS | S | R | S | MI | MT | R | MS |
| FM 906GLT | S | MS | MS | S | R | S | I | I | R | MS |
| FM 940GLT | S | MS | MS | MS | R | S | I | I | R | MS |
| FM 944GL | S | S | MS | MS | R | S | MI | MT | R | MS |
| FM 954GLT | S | S | MS | S | R | S | MI | I | R | MS |
| FM 975WS | S | S | MS | MS | R | S | MI | MI | R | MS |
| IAC RDM | MR | MS | MS | R | R | MR | T*** | MT | R | MS |
| IMA 2106GL | S | S | MR | MS | R | S | MT | MI | R | MS |
| IMA 5801B2RF | R | R | MS | MR | MS | R | T*** | MI | R | MS |
| IMA 6501B2RF | S | S | MS | MR | R | S | MT | MT | R | MS |
| IMA 7501WS | MS | MS | MR | MS | R | S | MT | MT | R | MS |
| IMA 8405GLT | MS | S | MS | S | R | S | MI | MI | R | MS |
| TMG 42WS | R | MS | MS | S | R | S | I | MI | R | MR |
| TMG 44B2RF | MR | S | MS | S | R | S | I | I | R | MR |
| TMG 45B2RF | MR | S | MS | S | R | S | MI | MI | R | MR |
| TMG 47B2RF | R | S | S | S | R | S | I | I | R | MR |
| TMG 81WS | S | S | MS | S | R | S | MT | MT | R | S |

R: resistente; **MR:** moderadamente resistente; **MS:** moderadamente suscetível; **S:** suscetível; **AS:** altamente suscetível; **T:** tolerante; **MT:** moderadamente tolerante; **MI:** moderadamente intolerante; **I:** intolerante; **AI:** altamente intolerante.

***Ramulária:** "Isolado 1" média de avaliação de três ensaios em Mato Grosso (dois em Primavera do Leste e um em Campo Verde) safra 2017-2018. "Isolado 2" mistura de dois isolados um originário de Pedra Preta, MT, e outro em Sapezal, MT (isolados capaz de quebrar a resistência de alguns cultivares). Atentar para o local de plantio, pois o fungo apresenta **alta variabilidade** no Brasil.

****Resistente:** genótipos com população final de nematoide entre 0% a 10% do valor obtido no padrão de suscetibilidade (FM 966); **moderadamente resistente:** 11-30% da população final obtida no padrão de suscetibilidade e **suscetível:** >30% da população obtida no padrão de suscetibilidade.

***Genótipos com níveis de resistência, pelo conceito clássico, não se enquadram adequadamente como tolerantes e sim resistentes.

Ramulária: *Ramularia areola*, "Isolados 1 e 2" são origens diferentes do fungo;

Ramulose: *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides*;

Murcha de fusário: *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*;

Mancha angular: *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*;

Nematoides Meloïdogyne: *Meloïdogyne incognita*;

Nematoides reniformes: *Rotylenchulus reniformis*;

Virose doença azul: Cotton leafroll dwarf virus (CLRDV);

Virose atípica: mosaico das nervuras atípico, genótipo do CLRDV.

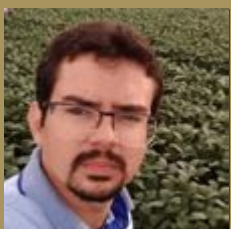
Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Manejo integrado de pragas no algodoeiro em Mato Grosso



Jacob Crosariol Netto
IMAmt



Guilherme Rolim
IMAmt



Geraldo Papa
Unesp

O algodoeiro é considerado uma das mais importantes culturas no Brasil, tanto pela grande variedade de produtos dele originados como pela posição em destaque no setor socioeconômico e é também uma cultura muito atrativa a uma grande variedade de artrópodes, dos quais se destaca uma série de insetos e ácaros. No Brasil, cerca de trinta espécies são consideradas pragas; já as demais constituem um complexo de organismos formado por inimigos naturais (predadores e parasitoides), polinizadores e/ou neutralistas, na qual a entomofauna associada à cultura em cada localidade depende de condições climáticas (temperatura e umidade: safra mais chuvosa ou mais seca), práticas culturais (padrão de uso de defensivos, qualidade da destruição da soqueira, sistema de cultivo (plântio direto, semidireto ou convencional, época de semeadura etc.) e sistema de produção adotado (espaçamento convencional ou adensado, primeira safra, segunda safra, ciclo, tipo da variedade - Bt ou não Bt - resistentes às viroses etc.). Por definição, pragas são organismos (insetos ou ácaros) que, em determinada quantidade (população), causam danos econômicos à cultura, diminuindo diretamente a produção, a qualidade da fibra e/ou transmitindo doenças. Já os inimigos naturais, chamados também de organismos benéficos, não causam danos ao algodoeiro; eles agem controlando populações das pragas que ocorrem na cultura, podendo ser divididos em:

a) Fungos, bactérias e vírus: denominados de agentes entomopatogênicos, causam algum tipo de doença nas pragas, que sofrem colonização por esses agentes até a morte;

b) Predadores: larvas e adultos de besouros, larvas de algumas moscas e, principalmente, alguns percevejos. Têm como presas pulgões, ácaros, lagartas pequenas, larvas de besouro, ninfas, ovos e pupas de outros insetos e/ou ácaros. Para completar seu ciclo, os predadores alimentam-se de mais de uma presa, o que resulta em grande benefício à cultura do algodão;

c) Parasitoides: pequenas vespas ou moscas que colocam seus ovos no interior ou sobre os hospedeiros (pragas), principalmente em ovos e/ou lagartas pequenas, resultando no parasitismo do interior desses organismos pelas larvas que saem dos ovos dos parasitoides. Normalmente, os hospedeiros parasitados ainda continuam vivos por um determinado tempo, porém param de alimentar-se e de reproduzir-se. Para completar seu ciclo, os parasitoides precisam de apenas um hospedeiro, podendo ocorrer mais de uma larva de parasitoide no interior do hospedeiro por ciclo, o que também resulta em grande benefício à cultura do algodão;

d) Polinizadores: insetos que coletam néctar ou pólen das flores do algodoeiro, podendo favorecer a polinização ou contribuindo eventualmente para o aumento da produtividade em casos de sistemas integrados de

Obs: Os autores deste capítulo foram encarregados de atualizar o capítulo da edição anterior, de autoria dos drs. Paulo Degrande e Miguel Soria. Os autores agradecem-lhes por ter aproveitado grande parte do texto e das informações geradas conjuntamente com a equipe de pesquisa do IMAmt e com os produtores da Ampa, apresentadas ao público de forma sintética.

produção. Abelhas, vespas, algumas moscas e besouros são exemplos de insetos polinizadores que ocorrem na cultura, como visitantes florais;

e) Neutralistas: outros tipos de insetos ou ácaros que não causam danos às plantas, nem parasitam ou predam pragas, mas cuja função está ligada à decomposição de matéria orgânica e à ciclagem de nutrientes do solo, por exemplo. Esses organismos utilizam as plantas de algodoeiro apenas como abrigo e, normalmente, são encontrados sobre o solo.

O manejo integrado de pragas (MIP) consiste em um conjunto de táticas que visam auxiliar o produtor a evitar perdas pelo ataque de insetos e/ou ácaros, levando em consideração três fatores: o social — que relaciona aspectos de segurança e respeito aos envolvidos no manejo de pragas da propriedade (por exemplo, uso de equipamento de proteção individual — EPI — por quem manipula ou aplica os defensivos — ou oportunidade de trabalho e emprego); o ambiental — que relaciona o impacto das ações de controle no meio ambiente (por exemplo, evitar deriva, armazenamento adequado dos defensivos agrícolas e descarte correto e seguro de embalagens vazias); e o econômico — que leva em conta a eficiência das táticas de controle sobre as pragas, de maneira a evitar as perdas financeiras ocasionadas pelos ataques desses organismos e possibilitar o retorno econômico esperado pela atividade.

Para o emprego do MIP, o responsável pelo manejo de pragas da propriedade deve ter o mínimo de conhecimento em:

- (1) Reconhecer as principais pragas que atacam a cultura e seus inimigos naturais;
- (2) Reconhecer a interação entre pragas e inimigos naturais, ou seja, se as pragas estão sofrendo algum controle por seus inimigos naturais;
- (3) Saber da influência de fatores climáticos (como umidade e temperatura) na dinâmica populacional da praga, ou seja, no desenvolvimento e na incidência das pragas na cultura;
- (4) Conhecer os níveis de controle (NC) das pragas;
- (5) Conhecer as técnicas de monitoramento das populações das pragas na área cultivada, bem como utilizar as ferramentas que podem ser empregadas para esse fim (por exemplo, uso de

armadilhas de feromônio, sistemas informatizados e mapas de distribuição e ocorrência de pragas);

(6) Conhecer os métodos de controle mais adequados e eficientes que poderão ser empregados e como utilizá-los de maneira correta;

(7) Tomar a decisão de controlar a praga com base na interação das informações levantadas acima.

1. Táticas de controle

Dentre as principais táticas de controle de pragas, cinco métodos destacam-se na cultura do algodoeiro:

(1) Cultural: caracterizado pela semeadura em época mais favorável à cultura, de maneira concentrada, respeitando a janela de cultivo e o vazio sanitário para a região, destruindo soqueiras, plantas guaxas e rebrotas, como determina a legislação vigente em cada região;

(2) Resistência de plantas: caracterizado pelo uso de variedades convencionalmente melhoradas ou geneticamente modificadas (GM) resistentes aos insetos, como as que expressam proteínas inseticidas (Cry e/ou VIP) da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* (Bt), ou mesmo resistentes a doenças transmitidas por insetos vetores (como, por exemplo, viroses);

(3) Comportamental: caracterizado pelo uso de feromônios (de agregação ou sexual) para atração e captura de adultos das pragas em armadilhas específicas, que também podem ser utilizadas como ferramenta para o monitoramento da incidência/movimentação de pragas na área cultivada/sistema de cultivo, especialmente do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), e de lepidópteros como lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*), lagarta-das-maçãs (*Helicoverpa armigera*, *Chloridea virescens*) e lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*);

(4) Biológico: caracterizado pelo uso, em pulverização, de inseticida biológico à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt), fungos ou vírus da poliedrose nuclear (NPV) registrados para o controle de algumas espécies de lagartas e mosca-branca (fungos), ou, ainda, liberações inundativas de predadores ou parasitoides de interesse;

(5) Químico: caracterizado pelo uso de inseticidas/acaricidas químicos em pulverização ou tratamento de sementes (TS), devidamente registrados para a cultura.

Consultas sobre feromônios, inseticidas químicos e biológicos registrados para uso na cultura do algodoeiro podem ser realizadas acessando, na internet, o Sistema de Agroquímicos Fitossanitários - Agrofit, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa), em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.

1.1 Uso de inseticidas/acaricidas químicos em algodoeiro

As mudanças em curso na agricultura brasileira, com plantios sucessivos e/ou concomitantes, embora proporcione aumento de produção e otimização do uso do solo, favorece a reprodução de alguns grupos de pragas por conta da oferta constante de hospedeiros e da dispersão constante dos insetos de um cultivo para o outro. Com isso, a intensidade de ataque e a ocorrência de pragas têm aumentado, e o controle químico associado a várias outras formas de controle tem contribuído fundamentalmente para a garantia da produtividade na cultura algodoeira.

Todavia, o uso abusivo e sem critérios técnicos poderá acarretar, dentre outros, sérios problemas de contaminação ambiental e comprometer a sustentabilidade. Entretanto, acompanhando a evolução tecnológica pela qual passa todo o setor produtivo e por sua própria sobrevivência, a indústria de defensivos vive um período de grande modernização de seus produtos, introduzindo no mercado inseticidas e acaricidas menos tóxicos, com menor persistência no ambiente, sendo estes mais seletivos em relação aos mamíferos e aos inimigos naturais das

pragas e que atuam sobre sistemas ou enzimas exclusivas de artrópodes e seletivas aos mamíferos, tornando possível a integração dos diferentes métodos de controle, com o uso de defensivos de forma a eliminar ou atenuar significativamente os efeitos adversos causados. Isso tem contribuído para um manejo mais racional no controle de pragas e maior segurança aos agricultores, iniciando-se uma substituição gradativa dos grupos químicos de pesticidas mais tóxicos e de amplo espectro de ação por grupos menos tóxicos e mais seletivos.

Os inseticidas e acaricidas utilizados para o controle das pragas devem apresentar controle superior a 80% de eficácia, estar registrados para uso na cultura e ser utilizados dentro dos intervalos das dosagens recomendadas no registro. O uso de subdosagens (menores que o recomendado) ou superdosagens (maiores que o recomendado) contribui para que as pragas se tornem resistentes mais rapidamente aos produtos utilizados. A rotação do uso de produtos com diferentes modos de ação, utilizando blocos ou janelas de grupos químicos (conforme modelos abaixo propostos pelo IRAC-Br, na *Figura 1*) no decorrer do ano agrícola, contribui para retardar a resistência das pragas aos produtos utilizados e para assegurar a eficiência de controle pelo defensivo por várias safras — deve-se levar em conta o modo de ação dos produtos já utilizados na cultura cultivada na safra, quando do cultivo do algodoeiro em modalidade de segunda safra. Essas são táticas do manejo da resistência de insetos (MRI), que está inserido no MIP. Nesse contexto, deve-se dar preferência a produtos menos tóxicos e mais seletivos aos inimigos naturais (para mais informações consultar Circular Técnica IMAmt nº 14).

(Fonte: IRAC-Bt)

ALGODÃO

Orientações para o Manejo da Resistência a Inseticidas



Baixar orientações detalhadas sobre Manejo da Resistência a Inseticidas
www.bit.do/mri-irac



Consultar Modos de Ação de Inseticidas
www.bit.do/moa-irac

Algodão Não-Bt

| | Janela de pré-plantio | Janela 1 | Janela 2 | Janela 3 | Janela 4 | Janela 5 |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LAGARTAS | Z | | W | Y | X | |
| MOSCA-BRANCA | | | X | Q | E | |
| BICUDO | | | W | K | V | |
| PULGÃO, ÁCARO | | C | | | | K |

● Somente aplique inseticidas se a densidade populacional atingir o nível de controle.

- Utilize janelas* de aplicação de inseticidas.
- Rotacione inseticidas com diferentes modos de ação.
- No caso de utilização de sementes tratadas, pode-se realizar pulverização de um inseticida com mesmo modo de ação apenas dentro da janela de 30 dias.
- Dê preferência para os inseticidas seletivos aos inimigos naturais.
- Não repita a mesma mistura pronta de inseticidas. Caso for utilizada uma mistura, recomenda-se não utilizar inseticidas que apresentem o mesmo mecanismo de ação na próxima janela ou em rotação.
- Evite inseticidas para os quais há casos comprovados recentemente de resistência na região do cultivo.
- Elimine plantas tigueras e espontâneas.
- Faça rotação de culturas.

Legenda

- Inseticida foliar
- Inseticida aplicado em tratamento de sementes
- Grupos de Modo de Ação (códigos fictícios)

* Janela = período de uma geração da praga

Algodão Bt

| | Janela de pré-plantio | Janela 1 | Janela 2 | Janela 3 | Janela 4 | Janela 5 |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LAGARTAS | Z | | Y | R | X | |
| MOSCA-BRANCA | | | X | Q | E | |
| BICUDO | | | W | K | V | |
| PULGÃO, ÁCARO | | C | | | | K |

● Siga as orientações dos fornecedores das sementes sobre a recomendação para pulverização foliar.

Refúgio (mínimo de 20% da área)

| | Janela de pré-plantio | Janela 1 | Janela 2 | Janela 3 | Janela 4 | Janela 5 |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LAGARTAS | Z | | Y | R | X | |
| MOSCA-BRANCA | | | X | Q | E | |
| BICUDO | | | W | K | V | |
| PULGÃO, ÁCARO | | C | | | | K |

● Distância máxima de 800 m da plantação de algodão Bt.

- Faixas dentro do campo da cultivar Bt são preferíveis.
- Observe doses e níveis de ação recomendados em bula para pulverização foliar.
- O uso de pulverização com inseticida foliar com *Bacillus thuringiensis* não é recomendado para o refúgio.



Figura 1. Orientações para manejo de resistência a inseticidas propostas pelo Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas Brasil

1.2 Adoção de variedades de algodoeiro Bt

Desde 2005, o Brasil tem autorizado o cultivo de variedades de algodoeiro geneticamente modificadas (GM) resistentes a insetos (transgênicas),

capazes de expressar proteínas inseticidas denominadas Cry ou VIP, da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* (Bt). Atualmente, sete tecnologias de algodoeiro Bt para o controle de lagartas estão disponíveis no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Tecnologias de algodoeiro Bt liberadas comercialmente no Brasil

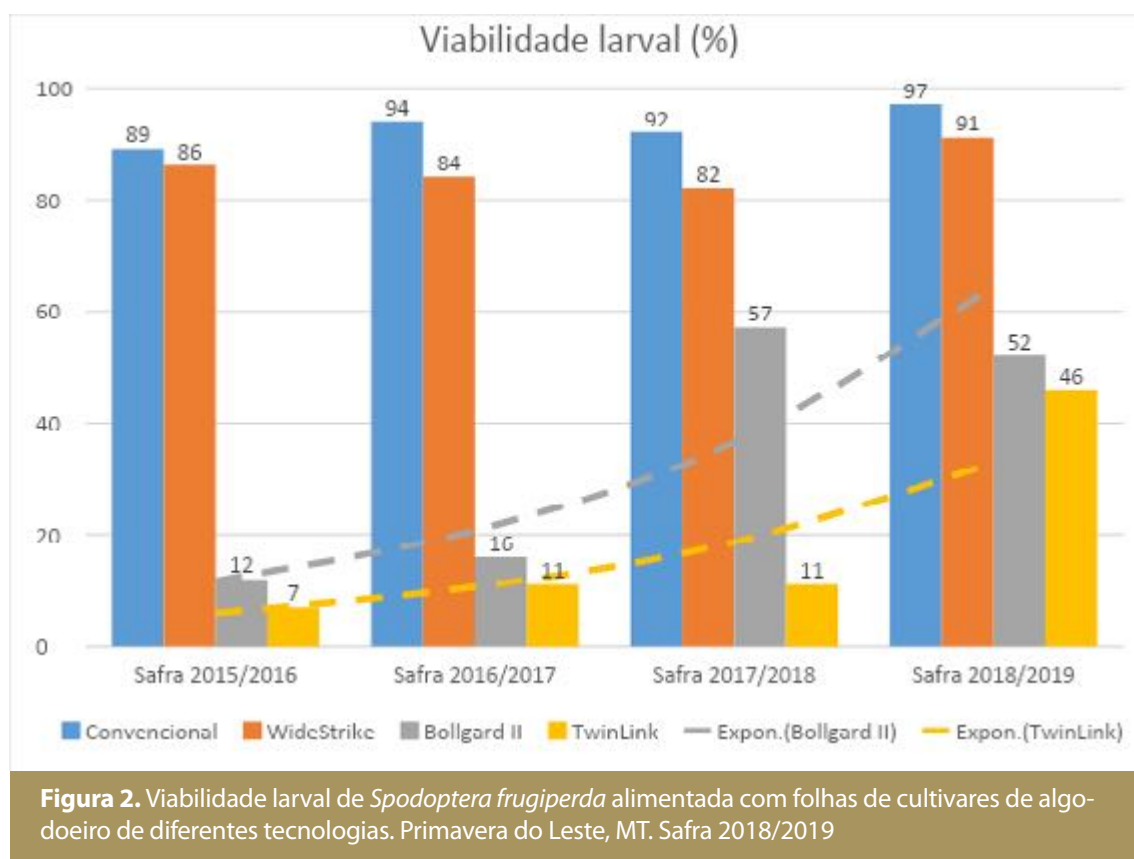
| Tecnologia | Proteína expressa | Ano de liberação |
|---------------|----------------------------|------------------|
| Bollgard I | Cry1Ac | 2005 |
| WideStrike | Cry1Ac + Cry1F | 2009 |
| Bollgard II | Cry2Ab2 + Cry1Ac | 2009 |
| TwinLink | Cry1Ab + Cry2Ae | 2011 |
| Bollgard III | Vip3A + Cry1Ac + Cry2Ab2 | 2016 |
| TwinLink Plus | Cry1Ab + Cry2Ae + Vip3A(a) | 2017 |
| WideStrike 3 | Cry1Ac + Cry1F + VIP3A | 2018 |

(Fonte: CTNBio)

Logo nos primeiros anos após a liberação, os cultivares de algodoeiro *Bt* apresentaram controle satisfatório sobre as principais espécies de lepidópteros-praga. No entanto, com o decorrer das safras, por conta da forte pressão de seleção exercida no sistema de cultivo, decorrente da utilização de forma contínua e mal planejada de cultivares de milho, soja e algodão com a expressão do mesmo conjunto de proteína inseticida, começaram a ser observadas falhas de controle, indicando uma possível seleção de populações resistentes.

Dentre os lepidópteros-alvo desta tecnologia destaca-se *Spodoptera*

frugiperda (Figura 2), pois, a cada safra, observam-se danos mais significativos em cultivares de algodoeiro Bt. Assim, há a necessidade de realização de pulverizações adicionais para o controle da espécie, o que implica elevação dos custos de produção. Além de *S. frugiperda*, nas últimas safras, constatou-se com certa frequência a presença de lagartas de *Helicoverpa armigera* causando danos significativos em áreas semeadas com cultivares de algodão com expressão das proteínas inseticidas Cry1Ac + Cry1F, indicando uma possível seleção de população resistente às proteínas.



Com intuito de evitar ou retardar o processo de seleção de populações resistentes a cultivos Bt, recomendam-se técnicas de manejo da resistência, que consiste na utilização conjunta de ações e o uso de boas práticas agrícolas que envolvem:

a. Utilização da área de refúgio: área cultivada para atuar como fornecedora de indivíduos (normalmente adultos - mariposas) não resistentes (susceptíveis) à tática de controle, como inseticida ou variedade Bt. Seu objetivo é multiplicar no ambiente indivíduos susceptíveis, para que acasalem com eventuais indivíduos resistentes presentes na área com a variedade Bt ou com o uso de determinado modo de ação de inseticida, resultando em descendentes, ou em uma próxima

geração, suscetíveis ao inseticida em questão ou à(s) toxina(s) Bt que a planta expressa, aumentando, assim, a vida útil da tecnologia para o produtor. A ação faz parte do que se chama de manejo da resistência de insetos (MRI) às táticas de controle, que integra o MIP. A resistência à(s) toxina(s) de Bt pode ser decorrente de fatores genéticos, sendo isso uma característica herdável, em que sua frequência no ambiente pode aumentar de uma safra a outra, uma vez que indivíduos resistentes existem naturalmente em uma população da praga e que, ao sofrerem constante pressão de seleção pela toxina de Bt expressa na planta (se sobreviverem e cruzarem entre si), a frequência de indivíduos resistentes na população (ambiente) aumenta, acarretando em falhas de controle.

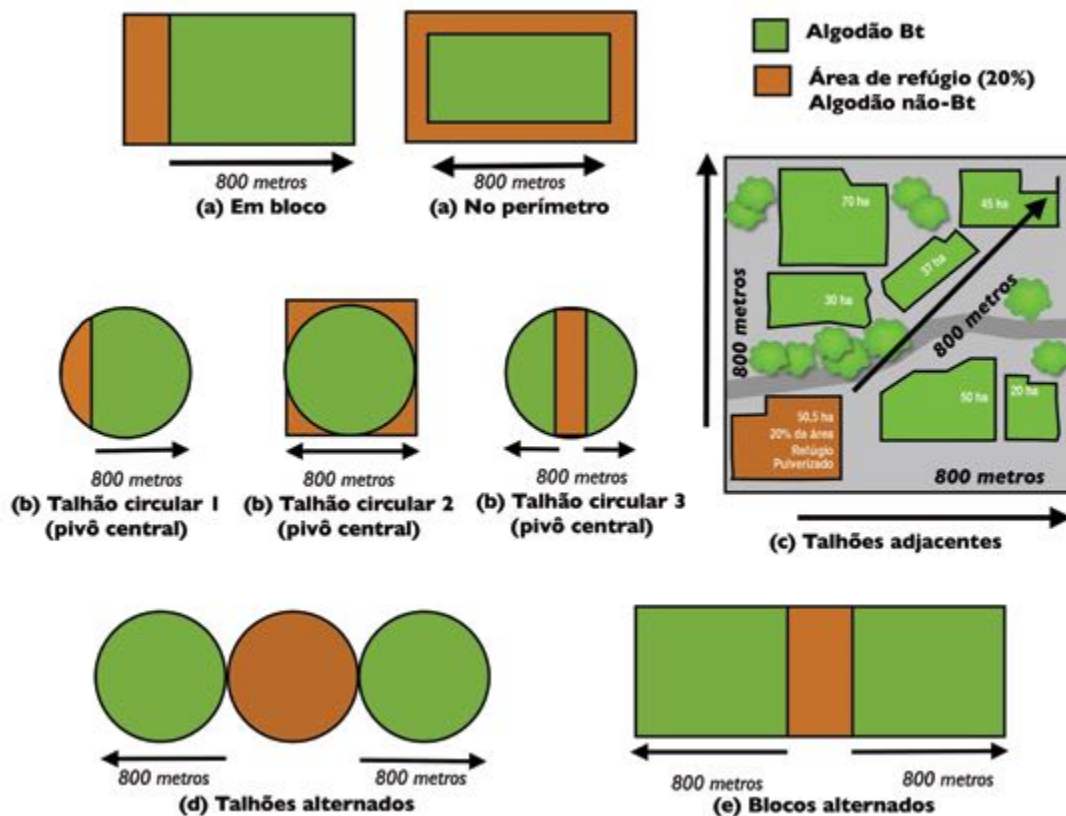


Figura 3. Sugestões de configurações para o estabelecimento da área de refúgio

Por isso, a área de refúgio de tamanho adequado é estratégia fundamental da boa prática agrícola (variedade não Bt), pois manterá um fluxo contínuo de indivíduos suscetíveis no ambiente (Figura 3). Quando qualquer variedade Bt for cultivada (expressando uma ou mais toxinas inseticidas), as seguintes ações devem ser tomadas:

(1) No caso das culturas de soja e algodão, cultivar uma área com variedade não Bt correspondente a 20%* da área total com variedade Bt, independentemente da proteína ou do conjunto de proteínas expressos. Observação: para o milho, o recomendado é de 10% da área;

(2) A área de refúgio pode seguir distribuição e configuração na área cultivada em (a) bloco ou no perímetro do talhão, (b) em talhões circulares (pivô central), (c) em talhões adjacentes/vizinhos, (d) em talhões alternados ou (e) em blocos alternados;

(3) A variedade não Bt a ser cultivada deverá ser de ciclo, porte e resistência a doenças semelhantes aos da variedade Bt, além de terem de ser semeadas no mesmo período (com uma defasagem máxima de quinze dias antes ou após a semeadura da variedade Bt);

(4) A área de refúgio deve estar a uma distância máxima de 800 metros da área cultivada com a variedade Bt;

(5) O monitoramento de pragas nos

*Tomadas com base na recomendação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTN-Bio, Parecer Técnico Conclusivo nº 513/2005), que esclarece as ações para o MRI em algodão Bt1 (Bollgard®).

talhões/áreas com a variedade Bt deve ser realizado da mesma maneira que nas áreas com a variedade convencional (não Bt);

(6) Se qualquer praga atingir o nível de controle (NC) na área cultivada com a variedade Bt, esta deverá ser controlada da mesma forma que na área cultivada com a variedade não Bt, utilizando-se inseticidas recomendados ou qualquer outra tática de controle;

(7) Não devem ser aplicados/utilizados inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na área de refúgio.

b. Utilização de sementes certificadas: essa técnica tem como objetivo garantir o uso de sementes com controle de qualidade, incluindo o conhecimento da origem genética e o controle de gerações conforme define o Mapa. A utilização de sementes certificadas garante ao produtor segurança sobre o grão cultivado e seus benefícios, além de garantir o conjunto de proteínas realmente expressos para cada tecnologia;

c. Tratamento de sementes: o tratamento de sementes (TS) consiste na aplicação de ingredientes químicos e/ou biológicos nas sementes. Assim, a aplicação tem como objetivo proteger o potencial genético do grão, ajudando no controle de pragas ou doenças na fase inicial do desenvolvimento da cultura e auxiliando o estabelecimento das plantas na área semeada;

d. Controle de plantas daninhas: plantas daninhas podem hospedar insetos-praga, permitindo que uma grande quantidade sobreviva e permaneça na área de cultivo. A maior parte das plantas daninhas são consideradas hospedeiras de pragas como lagartas, mosca-branca e ácaros. Logo, o controle efetivo dessas plantas auxilia na redução populacional de pragas; dentre as técnicas recomenda-se o uso de herbicidas em pré e pós-emergência da cultura do algodoeiro (mais informações no capítulo sobre manejo de plantas daninhas).

2. Bases para o monitoramento de pragas

Para o sucesso na implantação e na realização de um programa de MIP na cultura do algodoeiro, é de extrema importância o entendimento de todos os pontos envolvidos na execução do programa. Ou seja, o monitor de pragas deve estar

em consonância e ciente com todos os aspectos apresentados pelo sistema de cultivo adotado regionalmente, devendo estar treinado e atualizado, com o intuito de enfrentar situações de forma rápida e precisa, de maneira a reduzir ao máximo as perdas ocasionadas pelas pragas presentes no sistema.

Dessa forma, espera-se que o monitor trabalhe de forma justa, organizada e coletiva, balizando-se por um método de trabalho pré-definido.

Áreas de monitoramento: considerando áreas de topografia plana, típicas de cultivos do Cerrado, a área cultivada com algodoeiro deve ser subdividida em áreas menores, denominadas talhões ou lavouras, para fins de monitoramento e tomada de decisão, com base em níveis de controle (NC). Recomenda-se a divisão da área da propriedade em subáreas de, no máximo, 100-150 ha, para que erros de sub ou superestimação da incidência de pragas não ocorram, uma vez que, quanto maior a área, maior a chance de concentração dos pontos de amostragem em locais com ou sem a presença da praga. Isso pode resultar em aplicações quando não há necessidade e recomendações para que aplicações não sejam realizadas, quando houver necessidade.

Caracterização do talhão e formação das Unidades Básicas de Decisão (UBD): as áreas resultantes das subdivisões ou talhões são definidas como Unidades Básicas de Decisão (UBD), uma vez que a decisão para o controle químico deve ser realizada individualmente para cada talhão ou UBD. Esses talhões (lavouras, áreas) devem ser uniformes quanto a tipo de solo, sistema de cultivo (convencional ou adensado), variedade (transgênico ou não transgênico), adubação, tratos culturais etc. A divisão da área cultivada em espaços menores que 100 ha (p. ex.: UBD entre 15-50 ha) faz com que o monitoramento e o operacional para o controle de pragas sejam inviabilizados, por conta do grande número de talhões que resultarão da divisão da área total cultivada, em áreas menores que o recomendado. Caso os talhões já existentes sejam grandes demais (entre 300-600 ha), e/ou impossibilitem a subdivisão da área cultivada em subáreas entre 100-150 ha, sugere-se

o uso de uma “linha morta”, que corresponde à falha de uma linha de plantio e demarcará a divisão do talhão em outras três ou quatro UBDs. Os talhões da propriedade devem ser devidamente identificados, ou seja, devem possuir um “nome” (constituído por números ou letras) e estar devidamente localizados na propriedade. No caso de talhões em que foi feito o uso de linhas mortas, eles podem ser identificados com seu mesmo número, porém, agora, com uma letra na sequência que identifica a nova UBD (p. ex.: talhão 13A, 13B e 13C).

Pontos de amostragem: são os locais no interior da área da UBD, onde o monitor de pragas realizará a amostragem de pragas nas plantas de algodoeiro. Preconiza-se a realização de um ponto de amostragem por hectare de área cultivada, normalmente resultando entre cem e duzentos pontos por UBD, dependendo do tamanho da área. Preconiza-se, ainda, que:

- (1) Até 40 dias após a emergência (DAE), sejam monitoradas entre três e cinco plantas por ponto de amostragem;
- (2) Após 40 DAE, seja monitorada uma planta integral por ponto de amostragem.

Intervalos entre amostragens: três diferentes intervalos entre amostragem são sugeridos, a depender da fase de desenvolvimento da cultura:

- (1) Da emergência ao primeiro botão floral: até cinco dias de intervalo, no máximo;
- (2) Do primeiro botão floral ao primeiro capulho: até três dias de intervalo, no máximo;
- (3) Do primeiro capulho à colheita: até cinco dias de intervalo, no máximo.

Observação: a exceção ocorre para variedades suscetíveis à virose, quando se deve priorizar um intervalo de, no máximo, até três dias durante o ciclo todo da cultura.

Caminhamento do monitor: para a realização do monitoramento, o monitor de pragas deve caminhar no interior de cada talhão ou UBD, de maneira a distribuir os pontos de amostragem uniformemente ao longo do percurso, representando o máximo possível a área correspondente à UBD, evitando-se erros de sub ou superestimação da população/ataque das pragas presentes na área. Dentre as diversas possibilidades de o monitor realizar o caminhamento na UBD, ele deve ter em mente que precisa valer-se de pontos bem distribuídos, ou seja, realizar tanto amostragens em bordaduras como no interior dos talhões. Quanto mais pontos de amostragem o monitor realizar, mais confiável vai ser o nível populacional de pragas no talhão.

Planejamento de realização de amostragens: para obter-se um levantamento preciso que sirva de base para uma tomada de decisão de controle de pragas, deve-se, inicialmente, ter um bom planejamento, de forma que a equipe de monitoramento realize as amostragens dentro dos intervalos preestabelecidos em cada UBD e percorra todos os talhões da fazenda. Um bom planejamento evitará que monitores diferentes avaliem talhões já monitorados, o que acarreta perda de rendimento do levantamento dentro de um mesmo período de amostragem. Dessa forma, o planejamento deve ser realizado de forma periódica, envolvendo todos os membros das equipes, com

o intuito de organizar a distribuição dos monitores de forma homogênea dentro da fazenda.

Além disso, é primordial que os monitores recebam pelo menos um treinamento sobre identificação de pragas na cultura do algodoeiro antes do início da safra, com o intuito de reciclar o conhecimento dos monitores mais antigos sobre pragas da cultura e preparar/formar os iniciantes para o monitoramento adequado. Outro aspecto importante é a troca de informações, quando os monitores mais experientes devem contribuir e/ou auxiliar os monitores mais novos. Em um planejamento bem estruturado deve-se evitar que monitores iniciantes realizem levantamentos sem a presença de monitores experientes.

3. Metodologia para a amostragem de pragas

Avaliação visual

A amostragem de pragas no algodoeiro é realizada pela metodologia de inspeção visual, em que todas as partes do dossel (parte aérea) da planta (caule, ramos, pecíolos, folhas, brotações, botões florais, flores, maçãs e capulhos) devem ser criteriosamente observadas pelo monitor. Se durante a amostragem o monitor notar mancha que apresente redução do porte de plantas, a raiz também deve ser observada. Além disso, o monitor deve utilizar de armadilhas que sirvam de maneira complementar – nunca substitutiva – durante o monitoramento.

Como monitorar

Deve-se seguir a sequência de etapas: (1) escolha da planta a ser monitorada (o monitor deve escolher sempre uma planta ao acaso); (2) olhar a planta observando inicialmente a infestação de insetos-praga voadores, que facilmente se dispersam (adultos de mosca-branca e percevejos, por exemplo); (3) tocar a planta, iniciando a vistoria pela parte de cima e ir descendo: observar atentamente brotações, folhas, brácteas, ramos e frutos (botões, flores e maçãs), dando maior atenção às estruturas menos desenvolvidas, e abrindo as brácteas; (4) observar sintomas de dano e porcentagem de desfolha; (5) guardar na memória o que observou/contabilizou e (5) anotar as

informações levantadas na ficha de amostragem ou em planilha eletrônica do software específico para monitoramento.

Coleta das informações

A coleta das informações é realizada em planilhas de amostragem de papel ou em aparelhos portáteis eletrônicos em planilha digital de software específico para esse fim. Independentemente do modo utilizado, a planilha deve conter, no mínimo, as espécies mais importantes e de maior incidência na região, com suas respectivas fases de desenvolvimento (ovo, larva/ninfa e/ou adulto). Além disso, o monitor deve contabilizar a presença de insetos benéficos.

3.1 O caso especial do bicudo (*Anthonomus grandis*)

Em áreas consideradas com o status de Zona Vermelha (olhar resultados de armadilhamento), o monitoramento para essa praga deve começar quando as plantas estiverem em estágio V2; nas demais áreas, o monitoramento deve ter início quando as plantas emitirem os primeiros botões florais (estádio B1), objetivando identificar reboleiras infestadas iniciais. A partir daí, monitorar, no mínimo, 250 botões por UBD – 2,5 botões/ha (um botão/planta) – para sintomas de alimentação e oviposição do bicudo. O tamanho do botão deverá ser padronizado em 6 mm de diâmetro (espessura de um lápis) e coletado de plantas que se destacam no talhão – “plantas dominantes” ou “plantas girafas”; o monitoramento dos botões deverá ser feito ao longo do caminhamento no talhão (entre um ponto e outro). Pode-se estabelecer o “dia do bicudo” na fazenda, a partir do início da emissão de botões (B1), em que o monitoramento concentra-se na bordadura dos talhões (15-20 m iniciais), tomando-se a decisão de fazer o tratamento com inseticidas apenas da bordadura (ou reboleiras) ou da área total. Entretanto, em talhões que contarem com a presença de plantas de algodão rebrotadas (soqueiras) ou germinadas (tigueras) da safra anterior, não é indicado o monitoramento só em bordadura, uma vez que a praga pode já estar estabelecida dentro do talhão.

(Imagem: José Medeiros)



Figura 4. O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*

Para melhor controle dessa praga é necessário um conhecimento mais amplo: o bicudo tem o comportamento de ovipositar e completar o desenvolvimento no interior das estruturas reprodutivas do algodoeiro. Além de destruir a parte produtiva da planta, esse comportamento dificulta o contato da praga com o inseticida, obrigando a adoção de práticas curativas de controle quase que exclusivamente para a fase adulta. Com a colonização da lavoura e as oviposições por vários dias, ocorrem subsequentes emergências de adultos, o que, dessa forma, requer aplicações seriadas de inseticidas em intervalos de aproximadamente cinco dias, visando reduzir a população de adultos na área de cultivo.

É importante salientar que, atualmente, cerca de 70% dos inseticidas e/ou misturas comerciais registradas pelo Mapa para uso contra o bicudo-do-algodoeiro no Brasil são compostos por piretroides, o que se dá por várias razões, dentre elas: não causam fitotoxicidade em aplicações subsequentes com as dosagens recomendadas; apresentam baixa toxicidade a mamíferos e toxicidade para diversas pragas, além do baixo custo. Porém, por conta do uso frequente, nos últimos anos, estudos periódicos realizados pelo IMAm (Circulares

Técnicas 27, 31, 39 e 44) mostram que, anualmente, vem ocorrendo redução na eficiência de moléculas pertencentes a esse grupo químico. Desse modo, em primeiro momento, deve-se evitar o uso de piretroides de forma isolada para o controle do bicudo-do-algodoeiro, esperando-se o reestabelecimento da suscetibilidade das populações.

Outros fatores favoráveis importantes à espécie são, por conta da dinâmica dos agroecossistemas de cultivo do Cerrado, a adoção de cultivares resistentes a herbicidas e o curto intervalo de tempo transcorrido entre a colheita do algodão e o plantio da soja, o que dificulta a destruição efetiva dos restos culturais. Adultos do bicudo-do-algodoeiro têm conseguido manter-se nas áreas durante a entressafra alimentando-se de plantas rebrotadas e/ou tigueras dentro das culturas subsequentes e nelas se reproduzindo. Isso acarreta o surgimento precoce de grandes populações na fase inicial das lavouras.

Dessa forma, para o controle da praga é necessário um plano regional estruturado de manejo. Desde a safra 2015/2016 foram formados em Mato Grosso grupos regionais chamados Grupos Técnicos do Algodão (GTAs), o que tem surtido efeito positivo sobre o controle do bicudo. As ações adotadas em cada região são norteadas por um plano de ação, elaborado e validado levando-se em consideração características regionais. Basicamente, esse conjunto de ações é dividido em ações pré e pós-plantio do algodão, além de ações complementares.

MEDIDAS PRÉ-PLANTIO

- 1 – Levantamento do histórico de infestação das áreas e talhões;
- 2 – Mapeamento dos focos conhecidos como porta de entrada e saída do bicudo (identificação de possíveis áreas de refúgio);

- 3 – Após a identificação dos focos de entrada e saída, planejar, antecipar e executar medidas de controle diferenciadas;
- 4 – Monitoramento de áreas de soja que sucedem algodão, verificando a presença de soqueiras e/ou tigueras de algodoeiro;
- 5 – Armadilhamento entre 30-60 dias antes do plantio e extensão até a emissão dos primeiros botões florais;
- 6 – Concentração do calendário de semeadura;
- 7 – Treinamento de monitores.

MEDIDAS PÓS-PLANTIO

- 1 – Aplicação de inseticida em bordadura (apenas em área de primeira safra de algodão);
- 2 – Aplicação nas áreas em fase vegetativa;
- 3 – Inspeção visual (monitoramento semanal com pelo menos um monitor para cada 800 ha de algodão);
- 4 – Aplicação obrigatória em forma de bateria no surgimento dos primeiros botões florais;
- 5 – Aplicação em forma de bateria no surgimento da primeira flor e do primeiro capulho;
- 6 – Colheita rápida e bem feita;
- 7 – Destruição efetiva dos restos culturais;
- 8 – Cumprimento do vazio sanitário;
- 9 – Uso de tubos mata-bicudo (TMB);
- 10 – Carregamento adequado de cargas e limpeza de acessos e rodovias.

AÇÕES COMPLEMENTARES

- 1 – Fazer o dia do bicudo (dia dedicado à realização de ações dentro de uma mesma propriedade);

- 2 – Ações conjuntas e trocas de informações;
- 3 – Validação de sistemas, doses e métodos de destruição química ou mecânica de soqueira;
- 4 – Validação de sistemas relacionados à tecnologia de aplicação.

3.2 Pragas associadas ao solo

Pragas como o percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*, *S. carvalhoi* e *Atarsocoris brachiariae*) e a broca-da-raiz (*Eutinobothrus brasiliensis*) (Figura 5) não são monitoradas rotineiramente; apenas deve-se verificar periodicamente sua incidência por meio de vistorias ao longo do ano agrícola na área a ser cultivada, por meio de trincheiras (0,30 × 0,30 × 0,75 m), no caso do percevejo-castanho, e pela avaliação do colo e/ou sistema radicular da planta de algodoeiro, no caso da broca-da-raiz. O histórico de ocorrência desse grupo de pragas na área é um ótimo indicador de risco de ocorrência.

Pragas que ocorrem com frequência no período de pré-semeadura em culturas de cobertura (p. ex.: sorgo, milheto e capim-sudão), como a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) e a lagarta-rosca (*Agrotis* spp., *Spodoptera frugiperda*, *Striacosta albicosta* e *Helicoverpa armigera*), devem ser o alvo principal da vistoria de palhada, que deverá ser realizada, semanalmente, de duas a três vezes antes da semeadura, observando-se 1 m² de área com a cultura de cobertura (verde ou dessecada), utilizando uma armação de 1 × 1 m, em dez locais diferentes no interior da UBD (sete pontos na bordadura e três no interior da área).

(Imagens: Paulo Saran)



Figura 5. Percevejo-castanho (1) e broca-da-raiz (2)

Tabela 2. Fases da cultura do algodoeiro vs. pragas – observações, ações e/ou práticas

| Fase da Cultura | Pragas ocorrentes e/ou predominantes | Observações, ações e/ou práticas |
|---|---|---|
| <p>Fase 1 – Vegetativa (da semeadura/emergência ao primeiro botão floral)</p> | <p>Lagarta-elasmó, lagarta-rosca, broca-da-raiz, percevejo-castanho, tripes, pulgão, cigarrinhas, formigas-cortadeiras, lagarta-curuquerê, lagarta-falsa-medideira, bicudo e lagarta-da-maçã</p> | <p>Uso de armadilha com feromônio para o monitoramento do bicudo-do-algodoeiro em pré-safra (pelo menos 60 dias antes da semeadura).</p> <p>Manejo de palhada com inseticidas.</p> <p>Uso de variedades resistentes à virose (doença azul e virose atípica).</p> <p>Tratamento de sementes.</p> <p>Deve-se contribuir para o estabelecimento do estande, favorecendo o bom desenvolvimento inicial da lavoura.</p> <p>Manter uma lavoura com baixa transmissão de viroses (realizar um bom controle de mosca-branca e pulgões).</p> <p>Atentar-se ao ataque de lagarta-curuquerê nas variedades não Bt nessa fase, que pode ser muito prejudicial.</p> <p>Antes dos 80 dias após a emergência (DAE) não realizar aplicações frequentes de inseticidas piretroides e/ou organofosforados – evitar o desequilíbrio da lavoura, que favorece a ocorrência de pragas como, por exemplo, o ácaro-rajado.</p> |
| <p>Fase 2 – Florescimento e frutificação (do 1º botão até o 1º capulho)</p> | <p>Bicudo, pulgão, lagarta-das-maçãs, lagarta <i>Spodoptera</i>, percevejos, ácaro-branco, ácaro-rajado, lagarta-curuquerê, lagarta-falsa-medideira, lagarta-rosada, broca-da-haste e cochonilhas</p> | <p>Fase de estabelecimento e formação da carga (mais suscetível): ter muita atenção com pragas que afetam as estruturas reprodutivas, como bicudo, percevejos, lagarta-das-maçãs, lagarta <i>Spodoptera</i> e lagarta-rosada.</p> <p>Do 1º botão até a 1ª flor (período de 15-20 dias): momento de corrigir os problemas de manejo (caso a caso), visto que é o período mais importante do ponto de vista da incidência/ataque de pragas e seus riscos – (1) é a fase em que o primeiro ovo de bicudo-do-algodoeiro é ovipositado: o descontrole da população pode ser irreversível, (2) em que as primeiras e contínuas posturas da lagarta-das-maçãs e de lagarta <i>Spodoptera</i> são observadas (início das infestações): a perda do timing da aplicação de inseticidas pode resultar em sérios problemas de queda/perda de estruturas e dificuldade de controle, e (3) surgem as primeiras reboleiras de ácaro-rajado e mosca-branca (no caso da mosca-branca, o estabelecimento da praga na área – oviposição e desenvolvimento de ninfas e novas gerações – pode inviabilizar ou dificultar o controle).</p> <p>Antes dos 80 DAE não realizar aplicações frequentes de inseticidas piretroides e/ou organofosforados – evitar o desequilíbrio da lavoura, que favorece a ocorrência de pragas, como, por exemplo, o ácaro-rajado.</p> |

Continuação -->

Tabela 2. Continuação

| Fase da Cultura | Pragas ocorrentes e/ou predominantes | Observações, ações e/ou práticas |
|--|---|--|
| Fase 3 – Maturação (do 1º capulho à colheita) | Bicudo, pulgão, lagarta <i>Spodoptera</i> , lagarta-rosada, lagarta-curuquerê, lagarta-falsa-medideira, broca-da-haste, mosca-branca, ácaro-rajado e ácaro-branco | <p>Garantir a produção das maçãs já formadas do baixeiro e terço médio, procurando proporcionar condições para o pegamento daquelas do terço superior.</p> <p>Preservar a qualidade da fibra.</p> <p>Maior atenção com bicudo-do-algodoeiro, percevejos, pulgões e mosca-branca.</p> |
| Fase 4 – Planejamento (da colheita até o início da safra seguinte) | Pragas presentes na soqueira (rebrotas), plantas voluntárias ou culturas de cobertura | <p>Momento em que se realizam a destruição de soqueira e o controle de plantas tigueras e rebrotas (obedecer à legislação vigente em cada local).</p> <p>Momento da escolha das variedades a serem plantadas na próxima safra, dos talhões a serem cultivados, do treinamento da equipe de monitoramento, da compra de insumos e fertilizantes, do armadilhamento para monitoramento do bicudo-do-algodoeiro.</p> <p>Vistoria de palhada antes do plantio para decisão de uso de inseticidas na dessecação ou em tratamento de sementes.</p> |

5. Distribuição (vertical) de pragas na planta do algodoeiro

A Figura 7 apresenta a distribuição vertical das pragas na planta de algodoeiro.

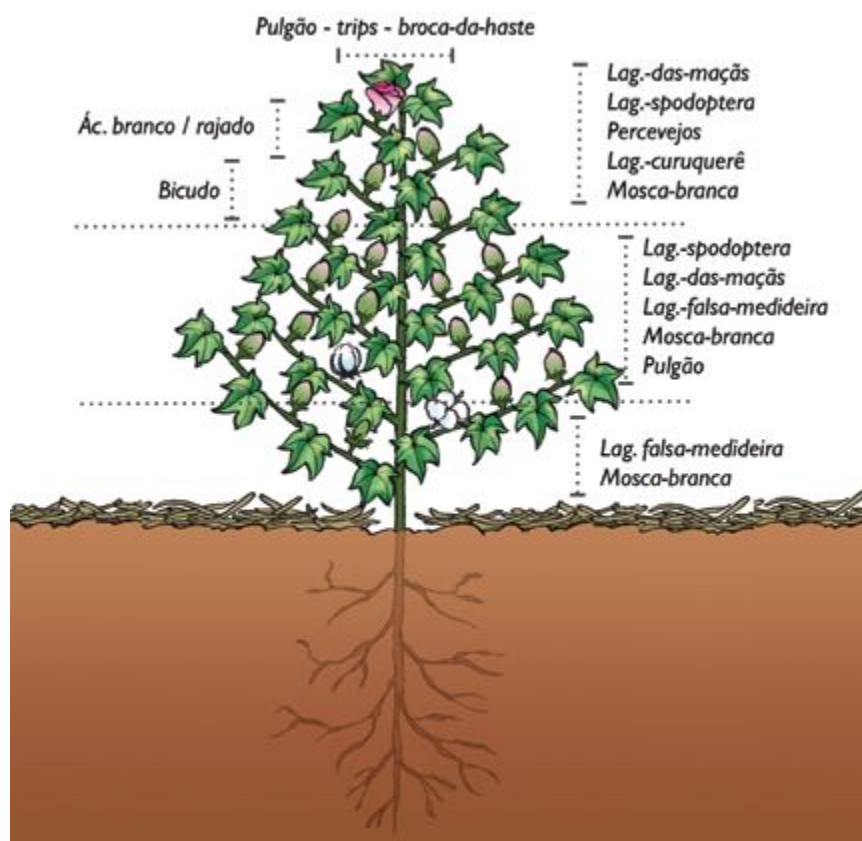


Figura 7. Algodoeiro vs. distribuição do ataque de pragas

6. Características das pragas para a identificação

As principais pragas do algodoeiro e seus danos são descritos no Boletim de Identificação nº 1/2019 do IMAmT, assim como seus

inimigos naturais o são no Boletim de Identificação nº2/2018. Outras informações encontram-se no Compêndio de identificação do IMAmT (2019).



Figura 8. Boletins e compêndio de identificação do IMAmT

7. Níveis de controle

Os níveis de controle (NC) são utilizados para tomar a decisão ou não de se aplicar alguma tática para o controle das pragas incidentes na UBD, com intuito de evitar perdas. De acordo com as informações coletadas pelos monitores no campo, é feita a comparação com o NC (Tabela 3) estabelecido e, então, a decisão de controle é tomada, normalmente pelo gerente-técnico da propriedade. O NC está sempre

abaixo (em torno de 4% a 8%) do NDE (Nível de Dano Econômico). Isso ocorre para que, quando a decisão de controle seja tomada, exista um período de segurança até o momento da intervenção da população da praga com inseticida (que pode durar mais de um dia, em alguns casos), de maneira a não ultrapassar o NDE. O NDE corresponde ao nível populacional ou de injúria da praga capaz de causar algum dano igual ou superior ao custo do controle.

Tabela 3. Níveis de controle (NC) das pragas que atacam a cultura do algodoeiro em MT – observações, ações e/ou práticas

| Nome Comum | Nome científico | Nível de Controle (NC) | Observações, ações e/ou práticas |
|---------------|--|------------------------|--|
| Lagarta-rosca | <i>Agrotis</i> spp., <i>Spodoptera frugiperda</i> e/ou <i>Striacosta albicosta</i> | Não definido. | Vistoria de palhada pré-dessecação/semeadura. Levar em consideração o estande (plantas/m e distribuição) desejado. Controle preventivo em função da detecção/histórico da praga. |

Continuação -->

Tabela 3. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Nível de Controle (NC) | Observações, ações e/ou práticas |
|----------------------|--|--|---|
| Lagarta-elasmo | <i>Elasmopalpus lignosellus</i> | Não definido. | Vistoria de palhada pré-dessecação/semeadura. Em função do histórico de ocorrência. Semeadura fora de época (risco de veranico)/solo arenoso/ tipo de planta de cobertura favorável. |
| Tripes | <i>Frankliniella schultzei</i> <i>Caliothrips phaseoli</i> <i>Caliothrips brasiliensis</i> | 20% de plantas infestadas e/ou com sintomas de ataque (constatada a presença da praga na área). | Sintomas de ataque: folhas deformadas, brilhantes, quebradiças e retorcidas. Atenção em bordaduras. |
| Pulgão-do-algodoeiro | <i>Aphis gossypii</i> | Cultivares tolerantes à virose (pulgão vetor): até 40% de plantas com pelo menos uma colônia – somente colônias. Cultivares suscetíveis à virose (pulgão vetor): 0-2% de plantas viróticas (5-10% de plantas infestadas); 2-6% de plantas viróticas (até 3% de plantas infestadas); > 6% de plantas viróticas (presença ou ausência). Usar esses níveis de controle após a primeira avaliação de plantas viróticas aos 30 DAE; antes, a meta é não permitir a instalação de virose na área (presença e ausência) – alados entram na avaliação. Final do ciclo (após o primeiro capulho): 20% de plantas infestadas com colônias e sinais iniciais de melado. | Simbologia da infestação: Presença (P): adulto e/ou ninfa encontrado isoladamente na planta. Alados (A): pulgões com asas encontrados na planta ou nas colônias. Colônia (C): grupos de 2-10 pulgões (adultos, ninfas e/ou alados) encontrados na planta. Colônia (C+): grupos de 10 ou mais pulgões (adultos, ninfas e/ou alados) encontrados na planta. C++: planta com duas ou mais colônias na planta. Quanto mais infestada, acrescentar “+”. Atentar-se ao controle no final do ciclo: problemas com qualidade de fibra (caramelização ou melado). |
| Larva-minadora | <i>Liriomyza</i> spp. | 10% de desfolha da planta associada à presença da larva na folha e/ou galerias nas folhas. | Atentar-se a infestações/injúrias nas folhas do baixeiro e bordaduras. |
| Cigarrinha-cinza | <i>Agallia</i> sp. | 20% de plantas infestadas e/ou com sintomas de ataque (constatada a presença da praga na área). | Plantas enfezadas, com folhas e brotações deformadas. Folhas atacadas apresentam sinais semelhantes à ramulose em estágio inicial (evitar confundir). Atenção em bordaduras. |

Continuação -->

Tabela 3. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Nível de Controle (NC) | Observações, ações e/ou práticas |
|-------------------------|---|---|--|
| Lagarta-curuquerê | <i>Alabama argillacea</i> | Até 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta ou 2 lagartas/m (o que ocorrer primeiro). Após 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta ou 25% de desfolha do ponteiro, ou 2 lagartas/planta (o que ocorrer primeiro). | Atentar-se a desfolha por granizo, fitotoxicidade de defensivos e fertilizantes, dano mecânico etc. Padronização de tamanho: Pequena (P) – até 7 mm Média (M) – 7-15 mm Grande (G) – maior que 15 mm |
| Lagarta-falsa-medideira | <i>Chrysodeixis includens</i> e <i>Trichoplusia ni</i> | Até 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta ou 2 lagartas/m. Após 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta ou 2 lagartas/planta. | Idem curuquerê. Atentar-se à infestação no baixeiro e no terço médio. Uso de armadilhas luminosas para captura de adultos, detecção do início da infestação e confirmação de qual espécie está ocorrendo. |
| Lagarta-eridania | <i>Spodoptera eridania</i> | Idem curuquerê. | Idem curuquerê. Atentar-se ao risco de ocorrência em reboleiras. |
| Lagarta-das-maçãs | <i>Chloridea virescens</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Helicoverpa armigera</i> | 6-8% de plantas infestadas (planta infestada: planta com pelo menos uma lagarta). 30-50 ovos/100 plantas: período de atenção – 2 dias após verificar a eclosão: não aplicar para controle de ovos; aplicar somente se o NC for atingido. Para <i>Helicoverpa zea</i> e <i>Helicoverpa armigera</i> considerar o nível de controle de 5-8 lagartas em 100 plantas amostradas, pois é muito rápida em causar danos. | Padronização de tamanho: Pequena (P) – até 7 mm Média (M) – 7-15 mm Grande (G) – maior que 15 mm Confirmar espécie ocorrente: <i>C. virescens</i> : tem microespinhos visíveis nas pintas mais proeminentes – examinar com lupa de bolso (mín. 20x). <i>H. zea</i> / <i>H. armigera</i> : não tem microespinhos visíveis nas pintas mais proeminentes – examinar com lupa de bolso (mín. 20x). Uso de armadilhas luminosas (ou feromônios) para captura de adultos, detecção do início da infestação e confirmação de qual espécie está ocorrendo. No algodão adensado (0,45 m entrelinhas) o NC pode ser reduzido. Ocorrência simultânea com <i>Spodoptera frugiperda</i> , considerar a somatória das espécies. |

Continuação -->

Tabela 3. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Nível de Controle (NC) | Observações, ações e/ou práticas |
|---|--|---|---|
| Lagarta <i>Spodoptera</i> (Lagarta-militar) | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 6-8% de plantas infestadas (planta infestada: planta com pelo menos uma lagarta). | Padronização de tamanho: Pequena (P) – até 7 mm Média (M) – 7-15 mm Grande (G) – maior que 15 mm Observar lagarta <i>Spodoptera</i> com hábito de lagarta-rosca. Ocorrência simultânea com a lagarta-das-maçãs; considerar a somatória das espécies. |
| Lagarta-rosada | <i>Pectinophora gossypiella</i> | 10 adultos capturados por armadilha de feromônio a cada duas noites ou até 3-5% de maçãs com sintomas de ataque. | Instalação das armadilhas de feromônio a partir do início do florescimento. Atentar-se a flores em roseta. |
| Bicudo-do-algodoeiro | <i>Anthonomus grandis</i> | Número de BAS (bicudo/armadilha/semana) em pré-semeadura (60 dias antes da semeadura). Máximo de 5% de botões preferidos (com 6 mm de Ø) atacados (com sinais de alimentação e/ou oviposição). **Em locais considerados zona vermelha, trabalhar com índice de presença e ausência. | Definição de zonas verde (0 BAS), azul (0-1 BAS), amarela (1-2 BAS) e vermelha (> 2 BAS). Monitoramento da bordadura (30 m iniciais): “dia do bicudo” (tratamento da bordadura). Vigilância e combate das reboleiras. |
| Percevejos invasores da soja (complexo) | <i>Euschistus heros</i> , <i>Edessa meditabunda</i> , <i>Nezara viridula</i> , <i>Piezodorus guildinii</i> e/ou <i>Dichelops melacanthus</i> | 0,1–0,3 percevejos/planta | Priorizar a inspeção de maçãs mais suscetíveis (25 mm de diâmetro) para sintomas de injúrias/danos. Uso de pano de batida. Uso de rede de varredura. Atenção em bordaduras e período de colheita da soja vizinha. |
| Percevejo-rajado (complexo) | <i>Horciasoides nobilellus</i> , <i>Niestrea sidae</i> e/ou <i>Taedia stigmata</i> | 20% de plantas com presença de ninfas/adultos. | - |
| Percevejo-manchador | <i>Dysdercus</i> sp. | Idem percevejo rajado. | Atentar-se às infestações de final de ciclo. |
| Percevejo-castanho | <i>Scaptocoris castanea</i> e/ou <i>Atarsocoris brachiariae</i> | Não definido. | Histórico de infestação da praga na área. Presença da praga na área de cultivo (abertura de trincheiras para vistoria) |

Continuação -->

Tabela 3. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Nível de Controle (NC) | Observações, ações e/ou práticas |
|---|--|--|---|
| Mosca-branca | <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B | 20% de plantas com adultos, ninfas e início de formação de melado. | Atentar-se ao controle no final do ciclo: problemas com qualidade de fibra (caramelização). Combate de reboleiras iniciais de ninfas (bordaduras). |
| Ácaro-rajado | <i>Tetranychus urticae</i> | 10% de plantas com sintomas/atacadas (avermelhamento das folhas, presença de teias e ácaros na parte abaxial das folhas). | Priorizar combate de reboleiras. |
| Ácaro-vermelho | <i>Tetranychus ludeni</i> | Idem ácaro-rajado. | Priorizar combate de reboleiras. |
| Ácaro-branco | <i>Polyphagotarsonemus latus</i> | 40% de plantas com sintomas de ataque (folhas do ponteiro brilhantes, coriáceas, bronzeadas, quebradiças e/ou com rasgaduras). | Atentar para áreas próximas a matas nativas e com alta umidade. |
| Broca-da-raiz | <i>Eutinobothrus brasiliensis</i> | Não definido. | Histórico de infestação da praga na área. Cultivos mais precoces tem maior risco. |
| Broca-da-haste (broca-do-ponteiro) | <i>Conotrachelus denieri</i> | Até 3-5% de maçãs atacadas. | Histórico de infestação da praga na área. Cultivos mais precoces têm maior risco. |
| Cochonilhas | <i>Phenacoccus solenopsis</i> <i>Planococcus</i> spp. | Não definido. | - |
| Vaquinhas desfolhadoras, cascudinhos e besouros desfolhadores | <i>Diabrotica speciosa</i> , <i>Cerotoma</i> sp., <i>Costalimaita ferruginea</i> , e/ou <i>Cyclocephala melanocephala</i> | Idem curuquerê (desfolha). | Atenção a bordaduras e período de colheita da soja vizinha. Constatar a presença da praga na área. |
| Formiga-cortadeira (saúva e quem-quem) | <i>Atta</i> spp. e/ou <i>Acromyrmex</i> spp. | Presença de formigas forrageando a área e/ou cortando folhas/ramos. Idem curuquerê (desfolha). | Atentar-se à bordadura e aos primeiros 40 dias da cultura. |

8. Estratégias e táticas de controle das pragas

Tabela 4. Condições favoráveis, estratégias, práticas e/ou medidas de controle das espécies de pragas ocorrentes em algodoeiro em MT

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|----------------|--|---|--|
| Lagarta-rosca | <i>Agrotis spp., Spodoptera frugiperda, Striacosta albicosta</i> | <p>Clima quente e seco. Culturas de cobertura para plantio direto são hospedeiras: gramíneas em geral (milheto, capim-sudão e braquiárias).</p> <p>Dessecação mal feita da cultura de cobertura: plantas tigueras no meio do algodão.</p> <p>Plantas daninhas hospedeiras no entorno dos cultivos e na área de cultivo.</p> | <p>Destruição de restos culturais, soqueira e plantas tigueras.</p> <p>Vistoria da palhada [10 pontos (m²)/talhão: 7 na bordadura (15-20 m) e 3 no centro].</p> <p>Pulverização de inseticidas na cultura de cobertura (em pré-dessecação e dessecação) e/ou na palhada (em pré-semeadura).</p> <p>Dessecação antecipadas (30 dias antes da semeadura).</p> <p>Tratamento de sementes com inseticidas.</p> |
| Lagarta-elasma | <i>Elasmopalpus lignosellus</i> | <p>Clima quente e seco.</p> <p>Algumas culturas de cobertura para plantio direto são hospedeiras, especialmente o sorgo forrageiro e capim-pé-de-galinha.</p> <p>Plantas daninhas hospedeiras no entorno dos cultivos e na área de cultivo: aumento da infestação na área.</p> <p>Solos arenosos: menor retenção de água.</p> | <p>Destruição de restos culturais, soqueira e plantas tigueras.</p> <p>Vistoria da palhada [10 pontos (m²)/talhão: 7 na bordadura (15-20 m) e 3 no centro].</p> <p>Dessecação antecipadas (30 dias antes da semeadura).</p> <p>Tratamento de sementes com inseticidas.</p> <p>A infestação na área é desfavorecida por solos com elevada umidade.</p> <p>Variedades Bt minimizam o problema (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de resistência).</p> |
| Trips | <i>Frankliniella schultzei</i> <i>Caliothrips phaseoli</i> <i>Caliothrips brasiliensis</i> | <p>Clima seco com temperaturas amenas. Veranicos.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Tratamento de sementes com inseticidas.</p> |

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|----------------------|---------------------------|--|---|
| Pulgão-do-algodoeiro | <i>Aphis gossypii</i> | <p>Clima quente e relativamente úmido.</p> <p>Após adubações nitrogenadas (plantas tenras).</p> <p>Brotações nas plantas favorecem a alimentação da praga: sugam seiva do floema.</p> <p>Viroses iniciais em reboleiras.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Tratamento de sementes com inseticidas.</p> <p>Controlar infestações de final de ciclo: mela afeta a qualidade da fibra.</p> <p>Realizar catação (<i>roguing</i>) de plantas com sintomas de viroses.</p> |
| Larva-minadora | <i>Liriomyza</i> spp. | <p>Plantas da fase inicial (primeiros 40 dias) são mais sujeitas ao ataque.</p> <p>Época seca favorece a praga.</p> <p>Folhas do baixeiro sofrem maior ataque.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Placas adesivas amarelas (armadilhas) podem contribuir para a captura de adultos e diminuir a infestação.</p> |
| Cigarrinha-cinza | <i>Agallia</i> sp. | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Após a eliminação de gramíneas invasoras da área de cultivo pela aplicação de herbicidas, ocorre a dispersão da praga para as plantas de algodoeiro.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Tratamento de sementes com inseticidas.</p> <p>Verificar se o ataque não é apenas localizado.</p> |
| Lagarta-curuquerê | <i>Alabama argillacea</i> | <p>Período ensolarado com chuvas regulares.</p> <p>Temperatura e umidade altas.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|-------------------------|--|---|--|
| Lagarta-falsa-medideira | <i>Chrysodeixis includens</i> e <i>Trichoplusia ni</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Lavouras densas e com ruas fechadas (difícil de atingir o alvo).</p> <p>Cultivo adensado (difícil de atingir o alvo).</p> <p>Aplicações indiscriminadas de fungicidas (eliminação de fungos entomopatogênicos/benéficos).</p> <p>Plantio safrinha após soja.</p> <p>Rotação soja-algodão por várias safras: aumento da população.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> <p>Uso de pingentes ou pulverizadores tipo "vortex" favorece a tecnologia de aplicação.</p> <p>Uso de armadilhas luminosas para detectar o início das infestações.</p> <p>Inserir outras culturas não hospedeiras no sistema de rotação.</p> <p>Reduzir a janela de cultivo.</p> |
| Lagarta-eridania | <i>Spodoptera eridania</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Aplicações indiscriminadas de fungicidas (eliminação de fungos entomopatogênicos/benéficos).</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> |
| Lagarta-cosmioides | <i>Spodoptera cosmioides</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|---|---|--|---|
| Lagarta-das-maçãs | <i>Chloridea virescens</i> <i>Helicoverpa zea</i> <i>Helicoverpa armigera</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Lavouras densas e com ruas fechadas (dificuldade em atingir o alvo).</p> <p>Plantio safrinha após soja.</p> <p>Cultivo adensado (dificuldade em atingir o alvo).</p> <p>Aplicações indiscriminadas de fungicidas (eliminação de fungos entomopatogênicos/benéficos).</p> <p>Maior atividade de adultos (mariposas) em fase de lua nova.</p> <p>Rotação soja-algodão por várias safras: aumento da população.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> <p>Utilizar o controle biológico com <i>Trichogramma</i> e vírus da poliedrose nuclear (NPV)</p> <p>Uso de armadilhas luminosas para detectar o início das infestações.</p> <p>Inserir outras culturas não hospedeiras no sistema de rotação.</p> <p>Reduzir a janela de cultivo.</p> <p>Atentar-se às dosagens diferenciadas em função da espécie ocorrente.</p> |
| Lagarta <i>Spodoptera</i> (Lagarta-militar) | <i>Spodoptera frugiperda</i> | <p>Clima quente e seco (estiagem dificulta o controle, favorecendo a infestação).</p> <p>Cultivo de milho não Bt nas adjacências dos cultivos.</p> <p>Lavouras densas e com ruas fechadas (dificuldade em atingir o alvo).</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> <p>Uso de armadilhas luminosas e/ou de feromônio para detectar o início das infestações.</p> <p>Utilização de aplicações de atrativo alimentar visando o controle de adultos (atrai e mata).</p> |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|-----------------------|---------------------------------|---|---|
| Lagarta-rosada | <i>Pectinophora gossypiella</i> | <p>Época seca, após temporada chuvosa, com temperaturas elevadas.</p> <p>Maior incidência em cultivo tardio ou em áreas sem destruição de soqueira no ano anterior.</p> <p>Plantios tardios.</p> <p>Proximidade de algodozeiras e usinas de beneficiamento.</p> <p>Ataque maior nas bordaduras.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Uso de armadilhas de feromônio/luminosas para detectar o início da infestação (usar o índice de captura nas armadilhas de feromônio para a determinação do NC).</p> <p>Confundimento de machos pela saturação no ambiente com feromônio sexual – técnica do confundimento.</p> <p>Variedades Bt (adotar áreas de refúgio para evitar problemas de seleção de populações resistentes).</p> |
| Bicudo-do-algodozeiro | <i>Anthonomus grandis</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Permanência de botões/maças infestadas sobre o solo; possibilidade de rebrota das plantas, com emissão de botões e formação de frutos.</p> <p>Rebrota de plantas desfolhadas e/ou dessecadas em final de ciclo (chuvas indesejadas no final do ciclo).</p> <p>Áreas próximas aos refúgios de entressafra são mais sujeitas às infestações.</p> <p>Ataque inicial é maior nas bordaduras.</p> <p>Plantas tigueras nas proximidades dos talhões na entressafra.</p> <p>Áreas sem rotação e sem vazio sanitário adequado.</p> <p>Lavouras densas (dificuldade em atingir o alvo).</p> <p>Primeiros talhões semeados.</p> <p>Fluxo de bicudos de áreas vizinhas em colheita.</p> <p>Proximidade de algodozeiras e usinas de beneficiamento.</p> | <p>Plantio concentrado na região.</p> <p>Pulverização foliar de inseticidas nas bordaduras a partir de V2.</p> <p>Aplicações semanais no 1º botão floral (B1) em função da zona de classificação pelo número BAS – bicudos capturados/armadilha/semana (Zona Verde: não aplicar; Azul: uma aplicação; Amarela: duas aplicações; Vermelha: três aplicações).</p> <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Aplicações de inseticidas no final da safra: redução da população de entressafra (hibernante).</p> <p>Colheita rápida.</p> <p>Destruição de soqueiras, plantas tigueras e outros hospedeiros ao redor e no interior dos talhões.</p> <p>Utilização de tubo mata bicudo – TMB (na entressafra).</p> <p>Monitoramento da população na entressafra com armadilha de feromônio.</p> |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/ medidas de controle |
|---|--|--|---|
| Percevejos invasores da soja (complexo) | <i>Euschistus heros</i> , <i>Edessa meditabunda</i> , <i>Nezara viridula</i> , <i>Piezodorus guildinii</i> e/ou <i>Dichelops melacanthus</i> | <p>Clima quente e úmido.</p> <p>Plantio safrinha após soja.</p> <p>Cultivos de soja adjacentes às áreas de cultivo (dispersão quando da maturação e/ou colheita da soja), especialmente de áreas destinadas à produção de grãos.</p> <p>Ataque inicial é maior nas bordaduras.</p> <p>Diminuição das aplicações de inseticidas de amplo espectro (áreas em que se cultivam variedades Bt ou em que a pressão populacional de bicudo é menor).</p> <p>Uso de inseticidas mais específicos para o controle de outras pragas.</p> | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Intensificar o monitoramento da população e de sintomas de injúrias no período de colheita da soja das adjacências.</p> <p>Intensificar o monitoramento nas semanas iniciais do florescimento do algodoeiro (da 1ª a 5ª semana): quando a lavoura apresenta maior quantidade maçãs suscetíveis ao ataque de percevejos (com 25 mm de diâmetro).</p> |
| Percevejo-rajado (complexo) | <i>Horciasoides nobilellus</i> , <i>Niestrea sidae</i> e/ou <i>Taedia stigmosa</i> | Clima quente e seco. | <p>Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência).</p> <p>Combate simultâneo com outras pragas.</p> |
| Percevejo-manchador | <i>Dysdercus</i> sp. | <p>Clima quente e seco.</p> <p>Últimos talhões a serem colhidos são mais sujeitos à infestação: dispersão da praga dos talhões já colhidos.</p> | Idem percevejo-rajado. |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/ medidas de controle |
|--------------------|---|---|--|
| Percevejo-castanho | <i>Scaptocoris castanea</i> e <i>Atarsocoris brachiariae</i> | <p>Período chuvoso: aumenta o deslocamento da praga à superfície do solo, bem como sua dispersão, deixando às raízes das plantas mais sujeitas ao ataque e infestando outras áreas.</p> <p>Áreas anteriormente cultivadas com pastagens são de maior risco.</p> <p>Ataque em reboleiras.</p> | <p>Após a primeira chuva, depois da colheita da cultura de verão: preparo do solo (subsolagem ou aração seguida de gradagens).</p> <p>Entressafra sem cobertura (pousio).</p> <p>Antecipação do plantio: escape do sistema radicular pouco desenvolvido.</p> <p>Pulverização de inseticidas no sulco de semeadura.</p> <p>Adubação de base adequada, acrescida de Ca e P para aumentar enraizamento.</p> <p>Uso de bioestimuladores de enraizamento.</p> <p>Bom controle de plantas daninhas (na entressafra e na cultura).</p> <p>Aplicar de adubação de cobertura com sulfato de amônio nas reboleiras infestadas.</p> |
| Mosca-branca | <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B | <p>Clima quente e seco.</p> <p>Aplicações indiscriminadas de fungicidas (eliminação de fungos entomopatogênicos/benéficos).</p> <p>Plantio safrinha após soja.</p> <p>Rotação soja-algodão por várias safras: aumento da população.</p> <p>Facilmente dispersada pelo vento.</p> <p>Ataque inicial de ninfas em reboleiras.</p> | <p>Destruição de restos culturais.</p> <p>Preparo antecipado do solo (30 dias).</p> <p>Evitar plantio escalonado.</p> <p>Controle de plantas daninhas hospedeiras.</p> <p>Utilizar barreiras protetoras (sorgo/ milho).</p> <p>Rotação de culturas.</p> <p>Combate de reboleiras ou bordaduras infestadas.</p> <p>Controlar infestações de final de ciclo: mela afeta a qualidade da fibra.</p> |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|--------------------------------|---|--|---|
| Ácaro-rajado Ácaro-vermelho | <i>Tetranychus urticae</i> <i>Tetranychus ludeni</i> | Tempo quente e seco. Ataque em reboleiras. Plantio safrinha imediato após soja ou outra cultura hospedeira. Rotação soja-algodão por várias safras: aumento da população. Lavouras desequilibradas. Aplicações de inseticidas piretroides antes dos 80 dias após a emergência (DAE) favorecem a praga na área de cultivo. Aplicações indiscriminadas de fungicidas (eliminação de fungos entomopatogênicos/benéficos). | Pulverização foliar de acaricidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência). Rotação com culturas não hospedeiras. Destruição de soqueira. Eliminar plantas hospedeiras pelo menos 30 dias antes da semeadura. Combate nas reboleiras. |
| Ácaro-branco | <i>Polyphagotarsonemus latus</i> | Tempo quente e úmido. | Pulverização foliar de acaricidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência). |
| Broca-da-raiz | <i>Eutinobothrus brasiliensis</i> | Solos de mais úmidos/frios. Proximidade de áreas de pastagens e de refúgios de entressafra. Ataque mais comum nas bordaduras. Áreas sem rotação e vazios sanitário adequado. | Destruição de soqueira e rebrotas. Tratamento de sementes, seguido de duas a três pulverizações de inseticidas a partir da emergência. Destruição de soqueiras, plantas tigueras e outros hospedeiros ao redor e no interior dos talhões. Aplicações de inseticidas no final da safra ou dessecação: redução da população de adultos de entressafra. |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Nome Comum | Nome científico | Condições favoráveis e outras observações | Estratégias/práticas/medidas de controle |
|---|--|--|---|
| Broca-da-haste (Broca-do-ponteiro) | <i>Conotrachelus denieri</i> | Clima úmido e quente. Primeiros cultivos: plantio antecipado serve como cultura atrativa/isca – maior incidência de ataque/infestação. Ataque mais comum nas bordaduras. | Tratamento de sementes, seguido de duas a três pulverizações de inseticidas a partir da emergência. Destruição de soqueiras, plantas tigueras e outros hospedeiros ao redor e no interior dos talhões. Aplicações de inseticidas no final da safra ou dessecação: redução da população de adultos de entressafra. Aplicações de inseticidas em florescimento pleno para a proteção de maçãs. |
| Cochonilhas | <i>Phenacoccus solenopsis</i> <i>Planococcus</i> spp. | Clima quente e seco. Ataque em reboleiras. Permanência de soqueira, plantas tigueras e rebrotas na área de cultivo (ausência de vazio sanitário e entressafra livre de plantas hospedeiras). Dispersadas facilmente na área de cultivo por máquinas/implementos agrícolas, homem (monitores) e vento. | Pulverização foliar de inseticidas/acaricidas (não realizar sub e superdosagens para se evitar problemas de resistência). Destruição de soqueiras, plantas tigueras e outros hospedeiros ao redor e no interior dos talhões. |
| Vaquinhas desfolhadoras, cascudinhos e besouros desfolhadores | <i>Diabrotica speciosa</i> , <i>Cerotoma</i> sp., <i>Cos-talimaita ferruginea</i> , <i>Cyclocephala melano-cephala</i> | Cultivos com elevada incidência de plantas daninhas (bordadura e interior da área de cultivo). Cultivos próximos a áreas de soja ou mata. | Pulverização foliar de inseticidas em função do NC (não realizar sub e superdosagens para evitar problemas de resistência). Eliminação de plantas daninhas dos arredores dos cultivos. |
| Formiga-cortadeira | <i>Atta</i> spp. e <i>Acromyrmex</i> spp. | Áreas de primeiro ano de cultivo e/ou próximas a capoeiras, matas, cerrado. | Localizar os ninhos e utilizar inseticidas em pó ou em iscas formicidas para o controle. |

9. Informações adicionais

Tecnologia de aplicação – Técnicas para Redução de Derivas (TRD) – (inseticidas/acaricidas)

TERRESTRE Umidade: > 55%; vento: até 12 km/h (sem rajadas); temperatura: até 30°C; deposição: mínimo de 40 gotas/cm²; tamanho da gota (DMV):

aproximadamente 200 µm; tipo de pontas: jato cônico; volume de calda: 40-100 l/ha.

ÁÉREA Umidade: > 55%; vento: 4-15 km/h; temperatura: até 30°C; deposição: mínimo de 40 gotas/cm²; tamanho da gota (DMV): aproximadamente 100-200 µm; tipo de pontas: atomizador rotativo, barra de pontas; volume de calda: 5-20 l/ha.

Comunicar previamente os apicultores vizinhos sobre os cuidados com as colmeias de abelhas.

Observação: usar adjuvante em BV.

*Respeitar intervalo de reentrada na área.

*Obrigatório o uso de EPIs.

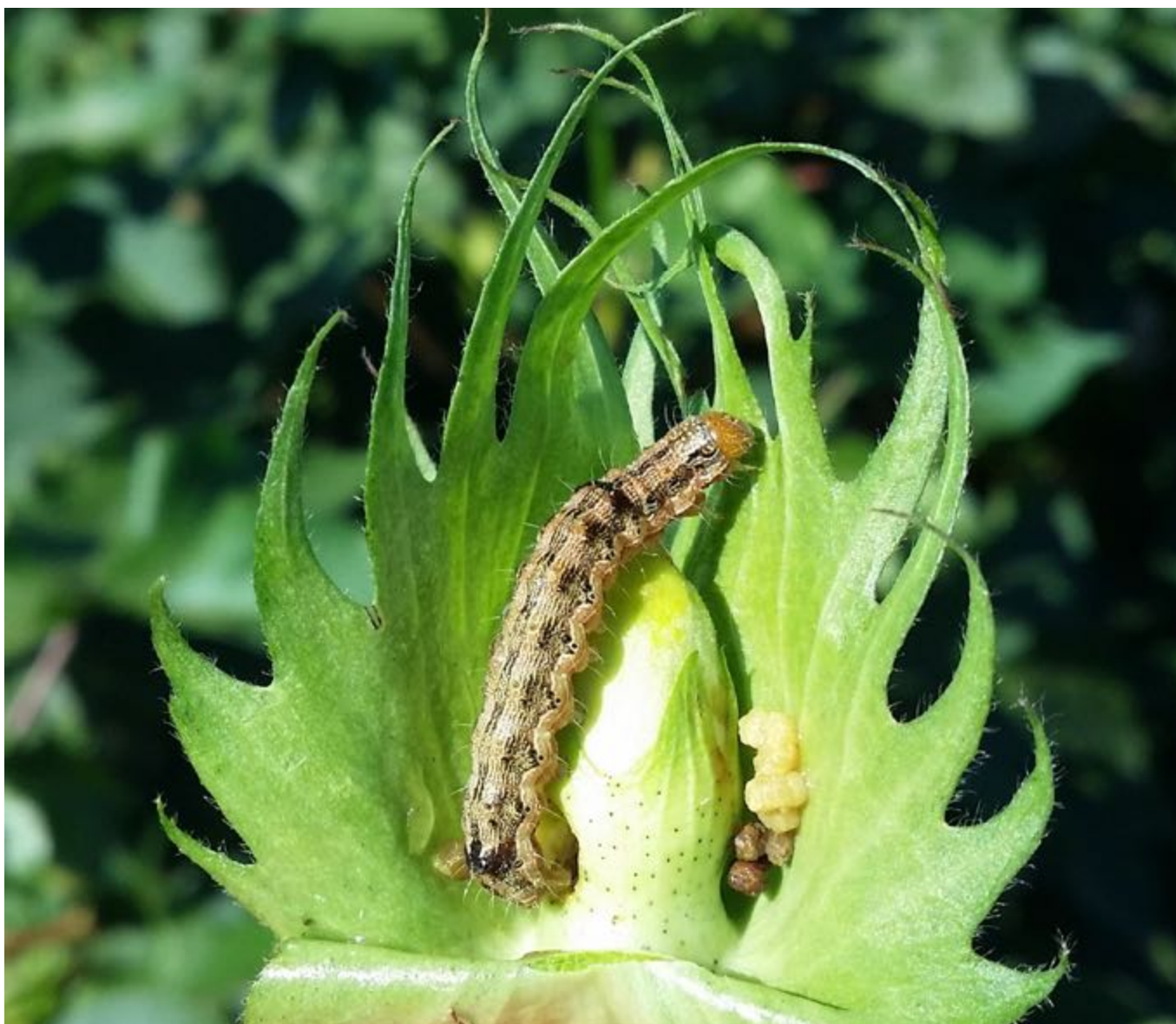
*Respeitar a distância de segurança de áreas de mananciais e habitadas (respeitar a legislação).

*Atentar-se ao risco de inversão térmica e derivas.

*Preferir inseticidas seletivos aos inimigos naturais e polinizadores (para mais informações, consultar Nota Técnica do IMAmT nº14/2014).

Diretrizes técnicas embasadas nas estabelecidas na edição anterior do manual e atualizadas junto aos Grupos Técnicos do Algodão (GTAs) estabelecidos no Estado de Mato Grosso.

Referências bibliográficas: algumas referências no final do manual. Para complementos, entrar em contato com os autores



Manejo de nematoides na cultura do algodão em Mato Grosso



Rafael Galbieri
IMAmt



Mário
Massayuki
Inomoto
Esalq/USP



Rosangela
Aparecida da
Silva
Fundação MT



Guilherme
Lafoucar de
Asmus
Embrapa
Agropecuária
Oeste

A produção de algodão no Cerrado brasileiro tem enfrentado crescente disseminação e intensificação de problemas relacionados a nematoides. Nos últimos anos, no Estado de Mato Grosso, várias propriedades, antes isentas desses parasitas, passaram a conviver com o problema que, em várias situações, é considerado entre os principais dentro da escala de produção. Esse quadro vem se formando na contramão do processo de tecnificação da produção, uma vez que a cultura vem sendo trabalhada com uso intensivo de tecnologias, dentre elas máquinas cada vez mais modernas e eficientes e incorporação de eventos transgênicos, que garantem mais praticidade e segurança ao produtor. Com esse alto investimento/tecnificação na lavoura, os custos de produção são expressivos e necessitam de retorno. Nesse contexto, perdas ocasionadas por nematoides são extremamente temidas.

Atualmente, não se sabe ao certo quanto da produtividade está sendo perdido em função dos nematoides em Mato Grosso. O fato é que existem localidades onde há perdas expressivas e outras onde o problema ainda não existe. Há relatos de perdas de 50-60% em casos extremos, com média de até 8-10% em determinadas regiões. Existem vários exemplos de áreas de produção de algodão que se tornaram inviáveis pela infestação de nematoides, como ocorrido no passado nos estados de São Paulo e Paraná. Nas condições do Cerrado criaram-se situações ideais para seu aumento populacional, dentre elas: diversificação reduzida de

culturas, sequência de culturas hospedeiras no mesmo ano agrícola (segunda safra), mecanização intensa e utilização de genótipos suscetíveis.

Produtores, instituições de pesquisa, universidades, extensionistas e consultores estão somando forças para enfrentá-lo. Assim, o presente manual tratará de aspectos práticos, focando reconhecimento e manejo de nematoides na cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso.

1. Principais nematoides da cultura do algodoeiro

Os principais nematoides que causam danos ao algodoeiro no Brasil são o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne incognita*), o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e o nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) (Tabela 2). Dentre eles, o primeiro é o mais destrutivo, com alta agressividade para a cultura, merecendo grande atenção quando presente na área. O segundo é o mais persistente, com mecanismos eficientes de sobrevivência no campo, e o terceiro, o mais frequente no Estado de Mato Grosso, distribuído por todas as regiões de cultivo e cujas opções de manejo são difíceis. Além das espécies descritas, confirmou-se recentemente o nematoide *Aphelenchoides besseyi* parasitando o algodoeiro em regiões específicas de Mato Grosso. No entanto, para essa espécie, vem sendo realizada uma série de estudos para entender melhor esse patossistema, sendo hoje difícil prever sua evolução ou não no sistema produtivo envolvendo o algodoeiro.

Por meio de levantamento da ocorrência de fitonematoides na cultura do algodoeiro em Mato Grosso, realizado em 2011-2015, em 1.799 talhões amostrados (solo e raiz), verificou-se, na média, que 96,2% apresentaram *P. brachyurus*, 24,4% *M. incognita* e 12,8% *R. reniformis*. A distribuição dessas espécies eram consideravelmente variáveis em função da região, como, por exemplo, o caso de maior ocorrência de *R. reniformis* na Serra

da Petrovina, ou menor incidência de *M. incognita* e *R. reniformis* na região Noroeste do Estado. No entanto, se vem observando a dispersão dessas três espécies por todas as principais regiões produtoras de Mato Grosso.

Os sintomas provocados pelo nematoide-das-galhas ocorrem em “reboleiras” e caracterizam-se pela formação de galhas no sistema radicular (*Figura 1*), diminuição da área foliar, deficiências minerais e murchamento temporário da planta durante o período mais quente do dia. Nas folhas, é possível observar mudanças de coloração, variando do amarelo ao vermelho intenso; em quadros mais graves, os sintomas podem evoluir para um crestamento generalizado com desfolha muito intensa. Sintoma bastante típico é o mosqueamento amarelo, distribuído pelo limbo foliar, em contraste com o verde normal levemente claro; essas áreas amarelas passam posteriormente a uma tonalidade castanha e, por fim, necrosam-se. Esse sintoma é conhecido pelos cotonicultores como “carijó” do algodoeiro (*Figuras 2 e 3*). O ideal é diagnosticar a doença no início do aparecimento dos sintomas, quando o nematoide ainda não está causando danos expressivos, o que normalmente não é tarefa tão fácil, pois os sintomas são menos intensos; por exemplo, as galhas são menores e formam-se em radículas muito jovens.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 1. Sintomas diretos em algodoeiro provocados por nematoides. À esquerda, raízes necrosadas pela infestação de *Pratylenchus brachyurus*; à direita, galhas provocadas por *Meloidogyne incognita*

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 2. Sintomas reflexos de “carijó” provocados por *M. incognita*, em Primavera do Leste, MT. Sintomas mais avançados na foto da direita

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 3. Sintomas reflexos de “carijó” provocados por *M. incognita* em planta de algodoeiro com folha “okra”

Cada galha pode conter de uma a várias fêmeas do nematoide; cada qual depositará aproximadamente 400 ovos na parte externa da raiz. Para visualização das fêmeas são necessárias condições de laboratório com lupas (*Figura 4*).

É importante relatar a forte interação entre *M. incognita* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, causador

da murcha de fusarium, denominado complexo FUSnem. Na interação, o nematoide impede a formação de tiloses (estruturas/mecanismos de defesa que a planta produz no xilema para impedir a colonização pelo fungo), bem como predispõe a planta ao ataque do fungo. Esse é um grande problema, principalmente em solo com textura arenosa.

(Imagem: Rafael Galbieri)



Figura 4. Ampliação de raiz do algodoeiro com sintomas de galhas provocados por *M. incognita*. Destaque para a fêmea no interior da galha (a parte posterior da fêmea é visível como a estrutura de coloração branco-leitosa) e para a massa de ovos (corada em vermelho pela ação da floxina B)

Com relação ao nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), os sintomas provocados por ele caracterizam-se por ocorrerem em reboleiras maiores (Figura 5) e não tão definidas como em *M. incognita*, com diminuição do porte das plantas. As folhas “carijó” ocorrem apenas em algumas cultivares muito suscetíveis ou em condições de altas populações do nematoide (Figura 6). Não ocorrem alterações visuais muito expressivas nas raízes, que apresentam redução no volume e, quando arrancadas, mantêm o aspecto de sujas, mesmo depois de lavadas em água corrente, por conta da aderência de partículas de argila às

massas de ovos do nematoide (Figura 7), que são de tamanho diminuto (Figura 8). Esse nematoide tem uma capacidade muito grande de sobrevivência no solo na ausência de plantas hospedeiras; em condições de baixa umidade, ele entra em estado de anidrose, suportando a dessecação. Além disso, apresenta alta capacidade de competição com *Meloidogyne incognita*, prevalecendo em locais onde ocorrem as duas espécies. Por essas características, o nematoide-reniforme é um grande problema no Estado de Mato Grosso, a exemplo de áreas tradicionais de cultivo, como em Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo.

(Imagem: Rafael Galbieri)



(Imagem: Guilherme L. Asmus; Google Earth julho 2016)



Figura 5. Reboleira em lavoura de algodoeiro causada por *Rotylenchulus reniformis*

(Imagens: Rosângela Silva)



Figura 6. Sintomas reflexos de “carijó” provocados por *R. reniformis*, em Pedra Preta, MT, em área com alta infestação do nematoide

(Imagens: Rafael Galbieri)

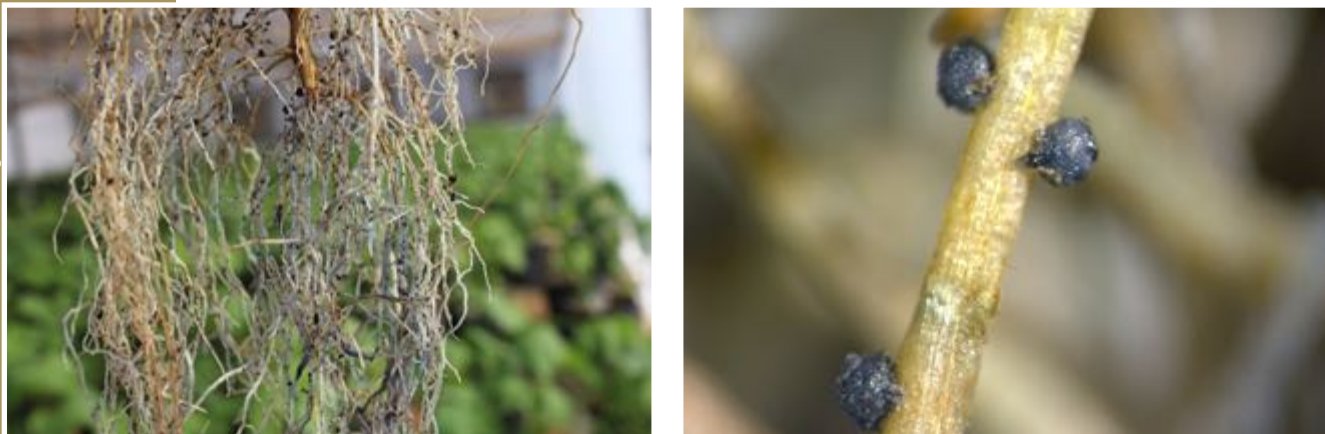


Figura 7. Massas de ovos de *R. reniformis* visualizadas em raízes de algodoeiro após lavagem e coradas com Trypan Blue

(Imagens: Rosângela Silva)



Figura 8. Massas de ovos e fêmea de *R. reniformis* visualizadas em raízes de algodoeiro

Os sintomas provocados por *Pratylenchus brachyurus* somente ocorrem sob alta infestação e são caracterizados pelo escurecimento de longos trechos das raízes (Figura 1) e pela diminuição

do porte das plantas. Os sintomas causados por esse nematoide são mais difíceis de serem observados quando comparados aos dos anteriores, diferentemente do que ocorre com a soja,

cultura em que os danos são maiores do que na do algodoeiro. Como não apresenta sintomas tão característicos e evidentes como os outros nematoides, a quantificação em laboratório se faz necessária para diagnose correta. Por esses fatores, os danos/sintomas provocados pelo nematoide em algodoeiro podem ser subestimados e, muitas vezes, confundidos com aqueles provocados em decorrência de questões físicas e químicas de solo.

Outra espécie de nematoide que foi recentemente relatada (2017) parasitando o algodoeiro no cerrado brasileiro foi *Aphelenchoides besseyi*. Por mais que ainda esteja restrita a alguns pontos do

Estado de Mato Grosso, há preocupação com o fato de que a soja também é hospedeira, associado à elevada umidade de dezembro a março nessas regiões, o que é fundamental para o desenvolvimento do nematoide.

Os sintomas causados pelo *A. besseyi* em algodoeiro ocorre na parte aérea das plantas e são caracterizados como: engrossamento de nós, bolhas no limbo foliar, diminuição de porte e perda de botões florais (Figura 9). Esse complexo de sintomas pode ser confundido com outras causas, sendo recomendada análise nematológica da parte aérea das plantas com sintomas para confirmação da diagnose.



(Imagens: Rafael Galbieri)

Figura 9. Sintomas de *Aphelenchoides besseyi* em algodoeiro: perda de estruturas reprodutivas, engrossamento dos nós, rugosidade das folhas no ponteiro das plantas

2. Distribuição e flutuação populacional de nematoides

Os nematoides apresentam distribuição espacial (vertical e horizontal) influenciada principalmente por umidade e presença de raízes. Para culturas anuais, as maiores populações concentram-se até 25 cm de profundidade, com algumas exceções, como no caso de *R. reniformis*, que, em determinadas situações, encontra-se em populações maiores a 20-40 cm de profundidade. Já a distribuição horizontal é irregular/desuniforme (distribuição agregada), o que necessariamente tem de ser considerado e compreendido entre os técnicos de campo na hora da amostragem para quantificação.

A análise de poucas subamostras em grandes áreas pode gerar valores que não representarão a realidade da área amostrada. As densidades populacionais normalmente são maiores na época de desenvolvimento pleno da cultura em condições ideais de umidade, o que compreende os meses de abril e maio. Após a colheita, na entressafra, a população dos nematoides vai diminuir drasticamente até a ocasião do plantio na safra seguinte. Essa flutuação populacional durante a safra é influenciada por inúmeros fatores que são constantemente modificados, tornando difícil prever exatamente essa dinâmica.

Vários fatores físicos, químicos e biológicos afetam diretamente a dinâmica populacional dos nematoides no campo, dentre eles:

Planta hospedeira: a resistência dos genótipos tem grande influência na multiplicação do nematoide no campo;

Fatores climáticos: - *Temperatura:* exerce influência direta na atividade do nematoide e na duração de seu ciclo de vida, além de afetar na expressão da resistência da planta hospedeira; extremos de temperatura (muito altas ou muito baixas) limitam a multiplicação dos nematoides - *Umidade:* importante na mobilidade e na atividade dos nematoides, porém, em excesso, afeta sua sobrevivência; ocorrência de estresses hídricos (veranicos) em áreas infestadas pode acentuar os danos causados por nematoides;

Textura e fatores edáficos do solo: *M. incognita* tem preferência por solos mais arenosos e *R. reniformis* é mais frequente em solos mais argilosos;

Fatores biológicos: relacionam-se principalmente à competição entre espécies, na qual a presença de uma pode interferir na população de outra, o que acontece entre *M. incognita* e *R. reniformis*, sobresaindo-se a segunda espécie;

Práticas agrícolas: rotação de culturas, uso de nematicidas, data de plantio, controle de plantas daninhas e preparo de solo.

3. Quantificação de nematoides no campo

3.1 Coleta de amostras

Para um sistema eficiente de manejo de nematoides, é fundamental saber qual ou quais espécies de fitonematoides estão presentes e qual sua densidade populacional, necessitando-se de auxílio de laboratório de nematologia. O ideal seria proceder a essa análise na safra anterior, quando a cultura está em seu pleno desenvolvimento (volume de raízes), para to-

mar as medidas de manejo necessárias na safra posterior. No Estado de Mato Grosso, há diferentes laboratórios de nematologia, que fornecem orientações para coleta de amostras; é importante que o interessado entre em contato previamente com os responsáveis desses laboratórios, para que possam tomar ciência da recomendação dos procedimentos de coleta. De qualquer forma, na *Figura 10*, será sugerido um esquema de coleta de solo e raízes para análises nematológicas.

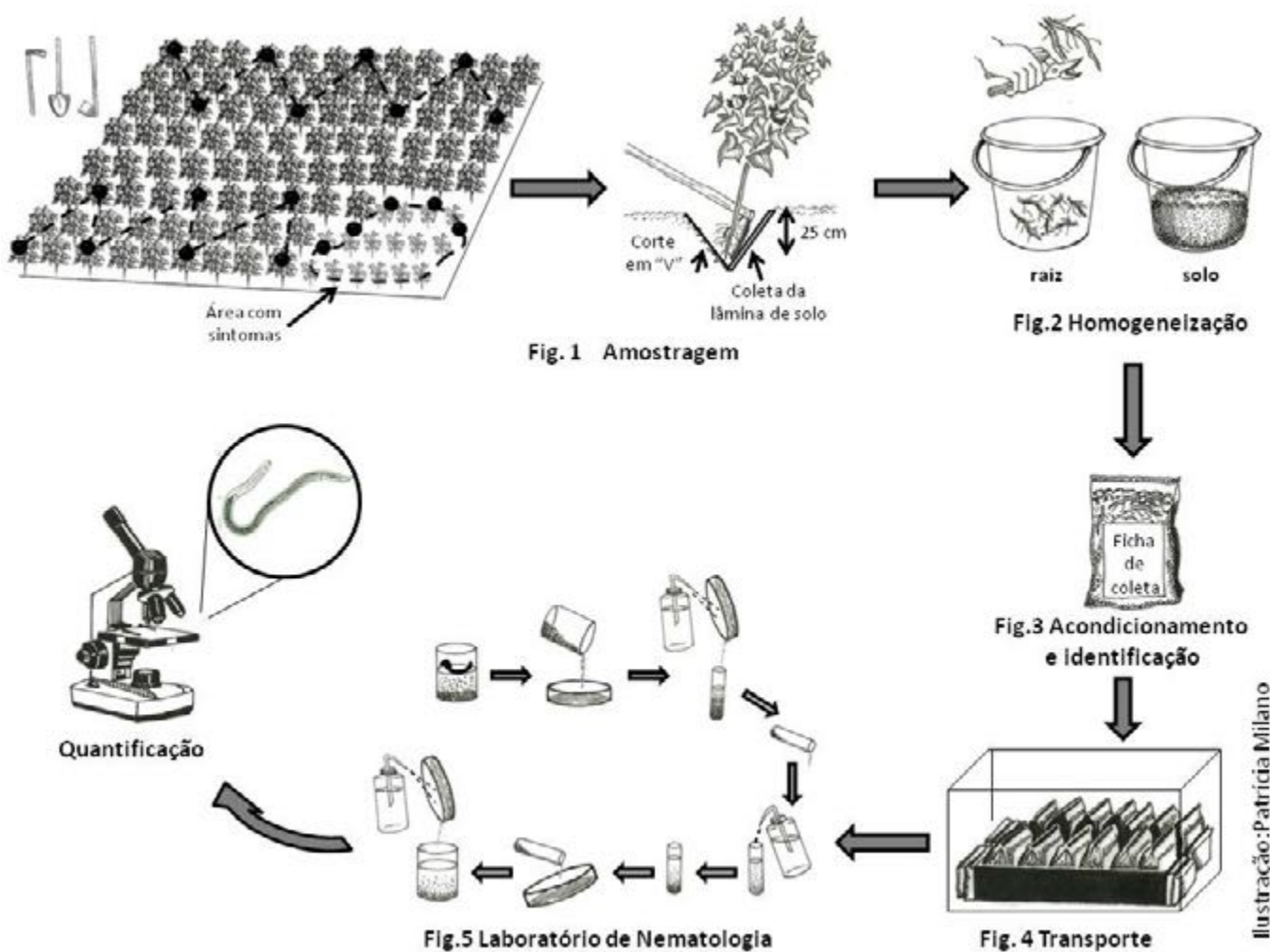


Figura 10. Esquema de amostragem, homogeneização, acondicionamento, identificação, transporte de amostras de solo e raiz na cultura do algodoeiro para quantificação de fitonematoides

Data de coleta. Preferencialmente em pleno desenvolvimento da cultura, entre 60-120 dias após o plantio. É preciso lembrar que a população de nematoides apresenta grande flutuação durante o ano, o que se relaciona com a quantidade e a idade de plantas e raízes presentes na área e a umidade do solo. O pico populacional é atingido normalmente nas fases mais finais do desenvolvimento da cultura.

Equipamentos necessários. Enxada, enxada e/ou trado, sacolas plásticas com 1-2 l de volume (normalmente são fornecidas nos laboratórios de nematologia), balde de 15-20 l, tesoura de poda, caixa térmica/isopor.

Forma de amostragem. Coletar as amostras de solo com umidade natural, evitando épocas extremamente secas ou úmidas. Caminhamento em zigue-zague no talhão, amostrando na linha de plantio na região da rizosfera das plantas. Os nematoides vão permanecer preferencialmente onde houver maior quantidade de raiz, assim, recomenda-se a coleta na profundidade de 0-25 cm. No caso de *R. reniformis*, observam-se populações mais elevadas em profundidade maior, de 20-40 cm, em determinados períodos do ano, o que justifica fazer esse procedimento em áreas com suspeita do nematoide. Coletar 20-25 subamostras a cada, no máximo, 10 ha. A distribuição de nematoides no campo acontece de forma desuniforme, com formação de agregados (reboleiras),

o que tem que ser levado em consideração na amostragem. Em função disso, o caminhamento na área deve ser realizado em zigue-zague, evitando-se fazer a amostragem no centro das reboleiras, pois, nesse local, as plantas/raízes já se encontram possivelmente muito danificadas, podendo a população de fitonematoides estar em baixa densidade. Nessas condições, amostrar as plantas/raízes nas bordas de áreas com plantas sadias (*Figura 10*).

Material coletado. Formar uma amostra composta de, no mínimo, 500 cm³ de solo e 20 g de raiz por área amostrada. Lembrar que as maiores quantidades de nematoides estão nas raízes laterais e radicelas, e não na raiz pivotante. O material coletado, solo ou raiz, tem de ser devidamente homogeneizado no balde.

Acondicionamento e identificação da amostra. As amostras devem ser acondicionadas em saco plástico, depositando-se o solo e, posteriormente, as raízes no centro, pois isso auxiliará a preservação do sistema radicular para análise. As amostras deverão ser acompanhadas de uma ficha de identificação, que deverá conter, no mínimo, os itens: propriedade, data de coleta, produtor interessado e seu contato, identificação do talhão, cultura, profundidade de amostragem, identificação da fase da cultura (dias após o plantio), relato e descrição da presença de sintomas. A seguir, exemplo de ficha de acompanhamento de coleta.

FICHA DE COLETA N°:

1. Propriedade (fazenda):
2. Responsável interessado:
3. Telefone para contato:
4. Data de coleta das amostras: / /
5. N° do talhão (identificação):
6. Cultura anterior:
7. Cultura atual:
8. Espaçamento entre linha utilizado: () 0,90 m () 0,76 m () 0,45 m
9. Tipo de solo: () Arenoso () Areno-Argiloso () Argiloso
10. Sintomas-reflexo provocados por nematoides:
 - () Sem sintomas visíveis
 - () Sintomas em reboleiras
 - () Presença de galhas no sistema radicular
 - () Presença de folhas com sintomas de "carijó"
 - () Variação no porte de crescimento das plantas
 - () Presença de regiões com escurecimento no sistema radicular
 - () Presença de vasos escurecidos pela murcha de fusário
11. Data de semeadura do talhão: / /
12. Cultivar utilizada:

Na ocasião da coleta, observar a ocorrência de sintomas de murcha de fusarium (*Figura 11*). Recomenda-se indicar esse fato na ficha de coleta,

pois essa informação da ocorrência de interação nematoide x fungo é de extrema relevância no manejo da área.

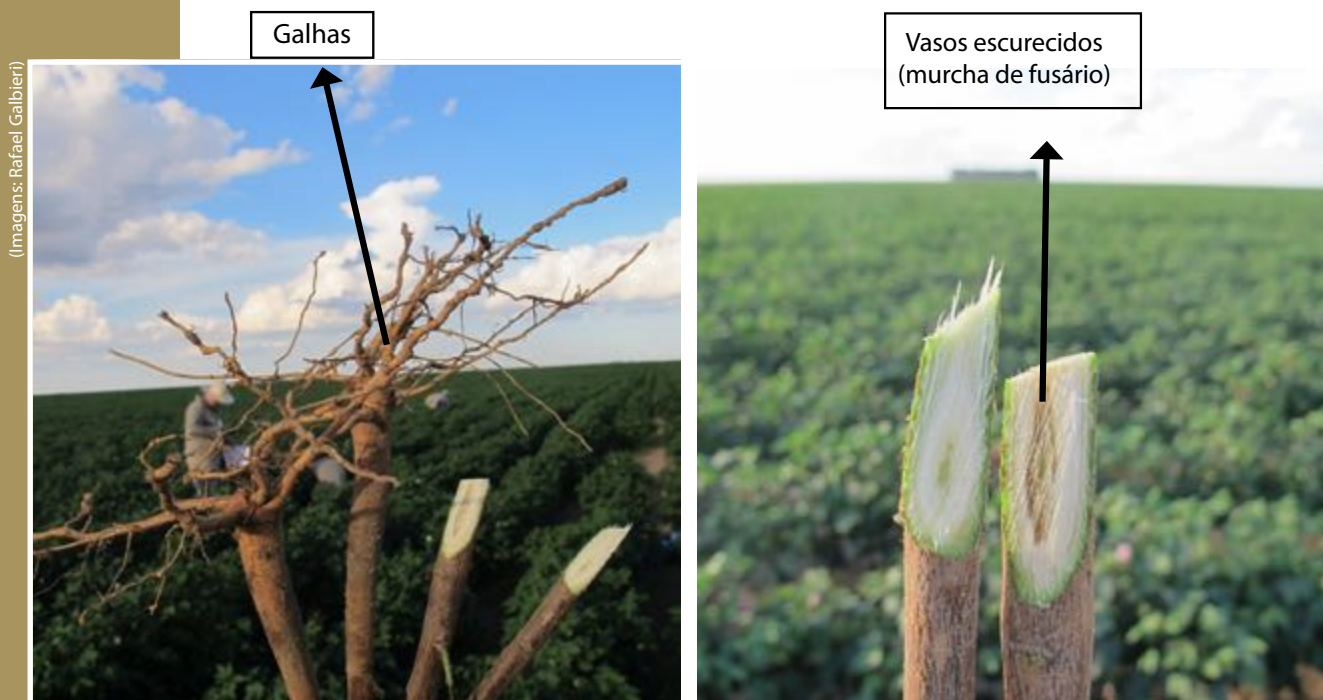


Figura 11. Amostragem em áreas infestadas por *M. incognita* x *Fusarium* em Primavera do Leste, MT

Transporte da amostra. Nematoides não sobrevivem em solos ou raízes secas e não toleram altas temperaturas. Assim, o transporte do campo ao laboratório tem de ser feito o mais breve possível, de preferência dentro de caixas térmicas para evitar temperaturas elevadas. Quando as amostras não puderem ser transportadas ao laboratório de imediato, é preciso armazená-las em locais frescos, podendo ser em geladeira (6-8°C), mas nunca em freezer. Evitar armazenar as amostras em locais com temperaturas altas.

Todo o esquema apresentado acima restringiu-se aos nematoides presentes no solo e nas raízes. Com o objetivo de quantificação de *Aphelenchoides besseyi*, a coleta do material deve ser realizada na parte aérea das plantas doentes, cortando-as 15 cm acima do nível do solo.

3.2 Análise nematológica

Processamento de amostra: Os laboratórios processarão essas amostras de acordo com metodologias específi-

cas, que consistem em extrair/isolar os nematoides do solo e/ou de tecidos das plantas. Essa separação é possível, basicamente pela diferença de densidade do nematoide com os outros componentes da amostra associando a retenção deles em peneiras específicas. Para isso, são utilizados 100-500 cm³ de solo e 5-50 g de raízes.

Quantificação dos nematoides: após extrair/separar os nematoides, a identificação e a quantificação são realizadas com auxílio de microscópio em laboratório.

Laudo/resultado de análise: o laudo normalmente refere-se à quantificação de nematoides encontrados no solo (em 200 cm³ em média) e raiz (5 g em média). É importante verificar o valor da unidade, pois, dependendo do laboratório, pode haver alterações (100 cm³ de solo ou 10 g de raízes, por exemplo). Os laudos contemplarão a quantificação dos nematoides de importância para a cultura do algodoeiro, como já relatado:

Meloidogyne incognita, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*.

Para o *Aphelenchoides besseyi*, o laudo é específico, uma vez que a coleta para quantificação do nematoide foi restrita à parte aérea das plantas com sintomas. Neste caso particular, a unidade da quantificação no laudo será número de nematoides por grama de tecido vegetal.

Interpretação dos resultados: o resultado da quantificação da população de nematoides em determinada área é muito variável em função da época e da forma de amostragem. Assim, para comparação de resultados, os procedimentos de amostragem (época, local, profundidade) devem ser os mesmos. É importante lembrar que a presença de altas densidades populacionais de nematoides no resultado de análise não estará necessariamente correlacionada à ocorrência de perdas. Outros fatores, como fertilidade, umidade e densidade do solo (presença ou não de camada compactada), teor de matéria orgânica, tolerância de cultivares, entre outros, podem afetar na intensidade dos danos causados por determinada população de nematoide. No entanto, grosso modo, as densidades populacionais (por 200 cm³ de solo), observadas antes do plantio, a partir das quais provavelmente haverá perdas de produção em algodoeiro são, para *M. incognita*, em torno de 10-50, para *R. reniformis*, 400-600, e para *P. brachyurus* é alta, superior aos demais, porém sem valor definido. Para relacionar populações a danos e

perdas em uma propriedade específica, é interessante o técnico formar um banco de dados indicando o histórico dessas análises e a produtividade do talhão objeto do manejo.

4. Manejo de nematoides

Dentro de um programa de manejo de nematoides, o primeiro passo é encará-lo como prioridade, pois, muitas vezes, o lado comercial sobressai-se sobre a necessidade de aplicar determinadas medidas fundamentais para o controle. Também é necessário ter consciência de não se basear em uma única, mas sim em um conjunto de práticas que, no decorrer do tempo, sejam capazes de propiciar a produção satisfatória do algodoeiro em uma área/região infestada com fitonematoides.

Durante a safra corrente, há poucas medidas a serem implementadas. Ou seja, os procedimentos terão de ser estudados e executados sempre com antecedência. Por essa razão, é importante o acompanhamento do histórico da área no que diz respeito a nematoides, produtividade e fertilidade para as tomadas de decisões estarem devidamente embasadas na realidade local. Quando a cultura já está instalada, as medidas a serem tomadas são escassas e, na maioria dos casos, ineficientes no controle dos nematoides, servindo como paliativos para evitar perdas. Exemplos são o manejo de fertilidade complementar e a intensificação na irrigação, quando em área irrigada. Assim, evitam-se condições de estresse, pois plantas debilitadas e mal nutridas vão sentir mais intensamente o ataque de nematoides. De fato, em anos com condições ideais de chuva e com boa adubação, as perdas por nematoides são menores.

A medida mais eficiente é evitar a introdução de nematoides-chave para a cultura em áreas (região, fazenda, talhões) isentas; nematoides têm capacidade própria de dispersão muito limitada, necessitando, assim, de outros meios de disseminação. Teoricamente, tudo que move o solo também tem condição de dispersar os nematoides, como água da chuva, vento, insetos e, principalmente, o homem, que pode carregar os nematoides no próprio corpo ou em implementos agrícolas. Nesse caso, o solo fica aderido (*Figura 12*) e é transportado para locais dentro do talhão ou para outras fazendas, ou mesmo outros municípios.



(Imagens: Rosângela Silva)

Figura 12. Solo aderido aos discos de corte e carrinhos da plantadeira

Para minimizar ou evitar essa disseminação, é fundamental que pelo menos os tratos culturais mecanizados sejam orientados, de forma que as áreas/fazendas problemáticas sejam feitas por último. Também é importante a limpeza (lavagem) dos implementos após os tratos, antecedendo ao transporte para áreas isentas. Inegavelmente, o ritmo de trabalho imposto às equipes, muitas vezes, torna esse procedimento difícil, porém é fundamental ter ciência da importância de sua execução, incorporando-o à rotina no manejo de nematoides. Ressalta-se ainda que o procedimento também favorecerá a não disseminação de outras doenças, plantas daninhas e insetos.

Em áreas infestadas, os principais métodos de controle de nematoides são o cultural, o genético, o químico e o biológico. No primeiro caso, destaca-se a utilização de rotação de cultura com espécies não hospedeiras, que se caracteriza como uma das principais técnicas de manejo, pela sua eficácia. O princípio é implantar culturas não

hospedeiras a determinado nematoide presente na área, restringindo sua alimentação e, conseqüentemente, dificultando sua sobrevivência. Com a associação desse período de alimentação escassa e a ação de microrganismos presentes no solo, a população do nematoide na área tenderá a diminuir. É importante observar que a técnica é completamente dependente do tempo que o local permanecerá sem a cultura hospedeira. Apesar de sua eficácia, a rotação é pouco utilizada para o controle de fitonematoides na cultura do algodoeiro; no entanto, para o nematoide *R. reniformis*, se o produtor não implementar a rotação de culturas nas áreas infestadas, dificilmente conseguirá retomar a produtividade ou manter o nematoide abaixo do nível de dano econômico, principalmente por conta da sucessão soja/algodoeiro, já que ambas as culturas são hospedeiras e a maioria das cultivares de soja que antecede o algodoeiro multiplica muito o nematoide (Figura 13), deixando uma alta população para a cultura subsequente.

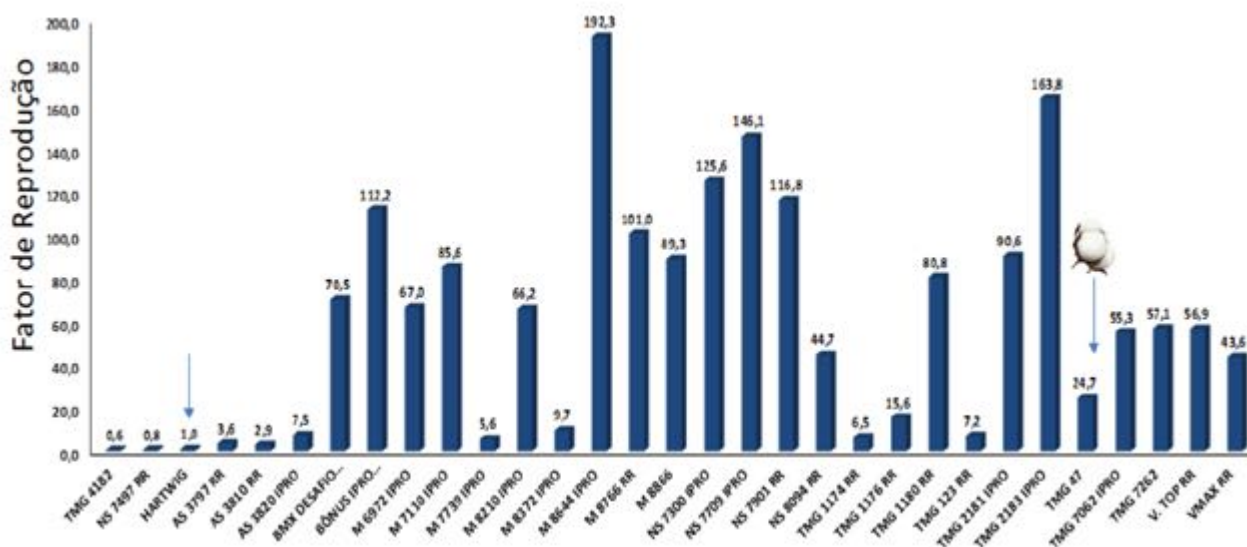


Figura 13. Reação (fator de reprodução) de trinta cultivares de soja, e do algodão TMG 47B2RF, a *Rotylenchulus reniformis*, Rondonópolis, 2017

Também vêm sendo utilizadas plantas não hospedeiras em sucessão com a cultura principal (econômica) na mesma safra agrícola, focando a redução da população dos nematoides. Um exemplo é o uso de milho, das poáceas, como milheto, braquiária e sorgo, para controle do nematoide-reniforme. Como já colocado, os benefícios estão relacionados com o tempo que vão se utilizar plantas não hospedeiras. O ideal seria rotação de cultura, porém, os benefícios da sucessão não são desprezíveis.

De acordo com a *Tabela 1*, que contém a reação de diferentes culturas aos nematoides-chave do algodoeiro, o nematoide mais fácil de ser manejado por meio de **rotação ou sucessão** é *R. reniformis*, pois há várias culturas não hospedeiras (predominância da cor verde); e o nematoide de controle mais difícil é o *P. brachyurus*. As culturas mais indicadas para rotação ou sucessão são as braquiárias, *Panicum maximum* e amendoim, desde que a densidade de *P. brachyurus* não seja elevada; caso o nematoide a ser controlado seja *P. brachyurus*, a principal opção é *Crotalaria spectabilis*. Também para *M. incognita*, a cultura da mamona é uma opção interessante que pode ser implementada, com a ressalva de sua alta suscetibilidade a *R. reniformis*.

Por ser um patossistema novo para o algodoeiro, não há informações suficientes para

completar a *Tabela 1* sobre reação de diferentes culturas ao *Aphelenchoides*. No entanto, de acordo com trabalhos recentes, as culturas de milho, sorgo, braquiária e crotalaria não são hospedeiras desse nematoide (Favoreto & Meyer, 2019), podendo ser indicadas em um sistema de rotação/sucessão em áreas com infestação.

A utilização da sucessão soja-algodão (segunda safra), sistema que já se consolidou em Mato Grosso, traz preocupações, pois os quatro nematoides do algodoeiro apresentados também são problemas para a cultura da soja. No caso de *R. reniformis*, o dano em algodoeiro é maior que em soja. Quando se planta primeiramente a leguminosa, proporciona-se o aumento populacional do nematoide, com consequências provavelmente negativas para a cultura subsequente do algodoeiro. Há variações na reação de cultivares de soja ao *R. reniformis* que podem ser exploradas na escolha do material a ser cultivado no talhão. Outro ponto importante, e subestimado, é o efeito da utilização do milho safrinha após a soja em áreas infestadas por *M. incognita*. O milho é tolerante a essa espécie de nematoide, porém, a maioria dos genótipos de milho proporciona alta multiplicação do nematoide, ou seja, o milho é suscetível a *M. incognita*, deixando para cultura posterior população elevada. Esse fator deve ser levado em consideração no manejo da área.

Tabela 1. Reação de culturas selecionadas aos principais nematoides do algodoeiro

| Cultura | <i>Meloidogyne incognita</i> | <i>Rotylenchulus reniformis</i> | <i>Pratylenchus brachyurus</i> |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Soja | Amarelo | Amarelo | Vermelho |
| Feijão-comum | Vermelho | Vermelho | Vermelho |
| Milho | Vermelho | Verde | Vermelho |
| Sorgo | Amarelo | Verde | Vermelho |
| Arroz | Vermelho | Verde | Vermelho |
| Cana-de-açúcar | Vermelho | Verde | Vermelho |
| Milheto | Vermelho | Verde | Azul |
| Braquiárias | Verde | Verde | Vermelho |
| <i>Panicum maximum</i> | Verde | Verde | Vermelho |
| Amendoim | Verde | Verde | Vermelho |
| Capim Sudão | Vermelho | Verde | Vermelho |
| Mamona | Verde | Vermelho | Vermelho |
| Girassol | Vermelho | Vermelho | Azul |

Continuação --->

Tabela 1. Continuação

| Cultura | <i>Meloidogyne incognita</i> | <i>Rotylenchulus reniformis</i> | <i>Pratylenchus brachyurus</i> |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | | | |
| <i>Crotalaria juncea</i> | | | |
| Feijoeiro-guandu | | | |
| Mucuna-preta | | | |
| Nabo-forrageiro | | | |

***Cor vermelha** indica que a cultura multiplica intensamente o nematoide (cultura boa hospedeira), portanto, não deve ser utilizada em rotação ou sucessão com algodão em locais infestados. Assim, uma extensa lista de culturas deve ser evitada em locais infestados com o nematoide-das-galhas *Meloidogyne incognita*: feijão-comum, milho, arroz, milheto, cana-de-açúcar, mandioca, girassol e nabo-forrageiro.

***Cor azul** indica que a cultura multiplica pouco o nematoide (má hospedeira): a mucuna-preta aumenta lentamente a densidade de *M. incognita*.

***Cor verde** indica que a cultura não multiplica o nematoide (cultura não hospedeira); portanto, as braquiárias *Panicum maximum*, amendoim e *Crotalaria spectabilis* reduzirão a densidade de *M. incognita*.

***Cor laranja** é utilizada para as plantas que apresentam reação variável: a maioria das cultivares de soja e guandu é suscetível, mas há cultivares resistentes que não multiplicam *M. incognita* (Inomoto, 2011).

O mesmo princípio tem de ser usado para as plantas de cobertura, ou seja, a cultura tem que ser não hospedeira ou, pelo menos, má hospedeira a determinado nematoide-alvo do manejo em uma área. Com isso, não ocorrerá a multiplicação do nematoide e haverá sua redução populacional.

O controle genético é realizado pela utilização de genótipos de algodoeiro resistentes/tolerantes aos nematoides. Inicialmente, faz-se necessário descrever o conceito que envolve essa questão. Resistência é a capacidade da planta em impedir ou dificultar a reprodução dos nematoides, que pode ser medida pelo fator de reprodução (FR) (Figura 14). Por exemplo, quando o FR de um genótipo for 3, significa que o material multiplica três vezes a população do nematoide em um determinado período, com uma infestação inicial

conhecida de nematoide. Quando esse valor for menor que 1, significa que o genótipo é resistente, pois reduz a população do nematoide. A tolerância diz respeito à capacidade da planta em suportar o ataque do nematoide expressa em produtividade.

Do ponto de vista do manejo de nematoides, a resistência genética, quando presente, é uma ferramenta muito importante, pois promove redução drástica da população do nematoide comparativamente com utilização de apenas genótipos suscetíveis. Atualmente, há cultivar de algodoeiro com resistência ao *Meloidogyne incognita* disponível para o plantio nas condições do Cerrado brasileiro. Já para *R. reniformis*, *P. brachyurus* e *A. besseyi* não há ainda cultivares com resistência genética, todas são suscetíveis a esses nematoides.

(Imagens: Rafael Galbieri)



Figura 14. Sintomas de galhas no algodoeiro causados por *Meloidogyne incognita*. À esquerda, raiz de planta suscetível e, à direita, resistente ao nematoide. Raízes extraídas 70 dias após a inoculação do nematoide em condições de casa de vegetação

Considerada uma mesma população de nematoides, uma cultivar tolerante produz mais que uma cultivar não tolerante (intolerante). Em comparação a uma cultivar não tolerante, a cultivar tolerante tem um limite de tolerância maior, ou seja, começa a sofrer perdas com populações maiores do nematoide; essa informação é muito requisitada pelo produtor, pois está relacionada à produtividade. O comportamento de genótipos é específico para cada nematoide; pode acontecer de um genótipo ter boa reação a mais de uma espécie, mas isso não é regra, cada

genótipo tem de ter a informação separadamente para cada nematoide-chave. Há grande variabilidade para tolerância nas cultivares disponíveis para o plantio, principalmente para *M. incognita* (Figura 15) e *R. reniformis* (Figura 16).

A reação da tolerância de diferentes cultivares de algodoeiro ao nematoide-das-galhas e reniforme pode ser visualizada na Tabela 5 - pag. 260 do capítulo de controle de doenças. Essas informações também podem ser requisitadas junto aos obtentores nos programas de melhoramento de algodoeiro em atividade no Brasil.

(Imagens: Rafael Galbieri)



Figura 15. Reação de cultivares de algodoeiro a *M. incognita*. À esquerda, material intolerante e, à direita, tolerante ao nematoide. Área com 5,1 mil espécimes de *M. incognita* em 200 cm³ de solo, amostrado em abril de 2015

(Imagens: Rafael Galbieri)



Figura 16. Reação de cultivares de algodoeiro a *R. reniformis*. À esquerda, material tolerante e, à direita, intolerante ao nematoide. Área com 2.630 espécimes de *R. reniformis* em 200 cm³ de solo, amostrado em abril de 2012

Outro método de manejo de nematoides é a utilização de **nematicidas químicos**. Atualmente, são utilizados tanto no tratamento de sementes como no sulco de plantio do algodoeiro; é importante lembrar que essa técnica promove a proteção das raízes por um período de, aproximadamente, 30-60 dias após o plantio. Como o ciclo do algodoeiro no Estado de Mato Grosso chega a 180 dias, há tempo para a população do nematoide nas áreas tratadas atingir, ao final do ciclo, valores próximos àqueles de áreas não tratadas. O foco, nesse caso, é o ganho em produtividade, que tem que ser avaliado pela relação custo-benefício para utilização da técnica.

O tratamento de sementes com nematicidas como abamectina e tiodicarbe vem sendo utilizado no Estado, bem como nematicidas em aplicação no sulco de plantio como cadusafos, e, mais recentemente, fluensulfone (nesse caso, com desenvolvimento do princípio para TS também). Empresas estão em pleno desenvolvimento de outros nematicidas químicos para a cultura do algodoeiro no Brasil com lançamentos nos próximos anos; isso mostra que o desenvolvimento de produtos químicos vem acompanhando o aumento de problemas com nematoide, gerando opções importantes dentro do manejo integrado de nematoides no Estado.

O controle **biológico** vem se destacando também no manejo de nematoides na cultura do algodoeiro. Nessa modalidade, há produtos para tratamento de sementes, aplicação no sulco de plantio ou pulverização em área total. Alguns agentes de controle que estão sendo utilizados/testados são: diferentes espécies de *Bacillus*, como *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. methilotrophicus*, *B. firmus*, *B. lentus*; a bactéria *Pasteuria penetrans* (contra *M. incognita*); fungos como *Purpureocillium lilacinum*, *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma* sp. São microrganismos efetivos e estão sendo testados em diferentes

posicionamentos para auxiliarem o manejo de nematoides na cultura do algodoeiro no Estado. É importante destacar que, por serem constituídos de organismos vivos, os nematicidas biológicos necessitam de cuidados especiais para serem eficientes. Altas temperaturas e baixa umidade do solo podem comprometer a viabilidade dos agentes de controle biológico. Assim, espera-se uma maior eficiência desses produtos em áreas com boa cobertura vegetal no momento da semeadura da cultura do algodoeiro.

Um ponto a ser considerado na escolha do produto biológico é a espécie de nematoide e a forma de atuação do microrganismo, pois, se o nematoide tem formas de sobrevivência na ausência da planta hospedeira, os fungos que se desenvolvem e infestam as diferentes formas do nematoide e ovos no solo são bastante promissores. Porém, se a ideia é formar uma camada de proteção em volta das raízes e diminuir a penetração do nematoide, as bactérias cumprem bem esse papel. Outro fator a ser considerado é o tratamento com os produtos biológicos das plantas de cobertura a serem utilizadas, em rotação ou sucessão. Nesse caso, se a cultura for resistente a todos os nematoides fitoparasitas presentes na área, os fungos podem ser as melhores opções, pois irão parasitar as estruturas de sobrevivência do nematoide. No entanto, se o objetivo for diminuir a multiplicação de nematoides, em que a planta não é tão eficiente, as bactérias têm apresentado bons resultados.

Importante dentro do manejo de nematoides é a utilização de forma **integrada** dos métodos descritos acima (cultural, genético, químico e biológico). Como as ferramentas e técnicas são específicas para espécie-chave na cultura do algodoeiro, é fundamental os técnicos saberem exatamente qual o nematoide presente e sua quantificação, bem como todos os métodos de manejo disponíveis para enfrentar o problema nas áreas de produção.

Tabela 2. Descrições dos principais fitonematoides do algodoeiro para o Cerrado brasileiro

| Nome comum | Espécie | Sintomatologia | População de dano* | Recomendação de manejo |
|----------------------------------|---------------------------------|---|---|---|
| Nematoide-das-galhas | <i>Meloidogyne incognita</i> | Formação de galhas no sistema radicular; presença de sintoma “carijó” nas folhas; presença em “reboleiras” no talhão; diminuição do porte das plantas. | “Baixa” >10-50 espécimes por 200 cm ³ de solo | Evitar a introdução do nematoide em áreas isentas; utilização de genótipos resistentes; utilização de rotação de cultura com espécies não hospedeiras, ex.: <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>U. ruziziensis</i> , <i>B. brizantha</i> , amendoim, mamona, <i>Crotalaria spectabilis</i> ; **utilização de produtos nematicidas químicos/biológicos. |
| Nematoide-reniforme | <i>Rotylenchulus reniformis</i> | Presença de sintoma “carijó”; em alta infestação, presença em “reboleiras” no talhão; diminuição do porte das plantas; Presença de massas de ovos aderidas às raízes. | “Média” >400-600 espécimes por 200 cm ³ de solo | Evitar a introdução do nematoide em áreas isentas; utilização de genótipos moderadamente resistentes/tolerante; utilização de rotação de cultura com espécies não hospedeiras, ex.: milho, sorgo, milheto, arroz, braquiária, <i>C. spectabilis</i> ; **utilização de produtos nematicidas químicos/biológicos. |
| Nematoide-das-lesões-radiculares | <i>Pratylenchus brachyurus</i> | Diminuição do porte das plantas; em alta infestação, presença de escurecimento no sistema radicular. | “Alta” porém não definida | Evitar a introdução do nematoide em áreas isentas; utilização de rotação de cultura com espécies não hospedeiras, ex.: <i>C. spectabilis</i> ; **utilização de produtos nematicidas químicos/biológicos. |

*População inicial de dano estipulada antes do plantio do algodoeiro.

** Produtos devidamente registrados em órgãos competentes para utilização em algodoeiro (Mapa).

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Manejo de reguladores de crescimento

Por que controlar o crescimento

O **algodoeiro** é uma planta perene, de crescimento indeterminado, com morfologia complexa; as altas produtividades são obtidas quando há balanço adequado entre os crescimentos vegetativo e reprodutivo.

O crescimento e o desenvolvimento do algodoeiro são influenciados por fatores exógenos (água, luz e temperatura, fertilidade do solo) e também por fatores endógenos (hormônios). A ocorrência de estresses que resultem em perda da carga frutífera ou condições que favoreçam o crescimento vegetativo (excesso de N no solo; solo úmido, mas não encharcado, e temperaturas altas - $>32^{\circ}\text{C}$) resultam em um crescimento excessivo e, dependendo da fase fenológica, reduzem o índice de colheita, ou seja, a proporção de biomassa reprodutiva em relação ao total produzido pela planta. Nessas condições, o uso de regulador de crescimento torna-se indispensável, pois possibilita o controle do crescimento vegetativo excessivo, a manipulação da arquitetura das plantas, sendo uma estratégia importante para o incremento da produtividade.

A giberelina é o hormônio responsável pela multiplicação e pelo alongamento celular e é sintetizada nas regiões meristemáticas das plantas. Os reguladores de crescimento, como o cloreto de mepiquate e cloreto de clor-mequate, são substâncias químicas sintéticas que se translocam de maneira ascendente e descendente na planta, inibindo a biossíntese do ácido giberélico, reduzindo, conseqüentemente, o alongamento celular.

Plantas que receberam a aplicação de reguladores de crescimento são mais compactas, com entrenós mais

curtos, tanto os vegetativos como os ramos reprodutivos, folhas menores e, conseqüentemente, menor índice de área foliar, o que melhora a penetração da luz no baixeiro da planta, contribuindo para a fixação dos frutos nessa porção do dossel, além de aumentar a eficiência da aplicação de inseticidas e fungicidas.

Considerando a evolução da severidade de algumas doenças fúngicas, como ramulária e mancha-alvo, e a eficiência de controle dos fungicidas, a manutenção do dossel arejado deixa o microclima menos propício aos patógenos, além de facilitar a deposição da calda de aplicação no terço inferior da planta. Assim, o uso adequado dos reguladores pode auxiliar no controle dessas doenças. Além disso, plantas tratadas com regulador de crescimento, em função da redução na expansão de área foliar, conservam mais água, uma vez que a transpiração é menor. Para ambientes cujo déficit de pressão de vapor é elevado, a redução do consumo de água diminui o risco de estresse hídrico por seca.

As doses de regulador de crescimento utilizadas atualmente são muito superiores àquelas utilizadas no passado, e as razões para isso são apontadas abaixo:

- Adoção de cultivares transgênicas resistentes/tolerantes a lepidópteros: uma vez que a biotecnologia foi introduzida nos genótipos convencionais, estes demandam menor resistência natural, o que se traduz em maior energia disponível para o crescimento, ou seja, maior vigor, e;

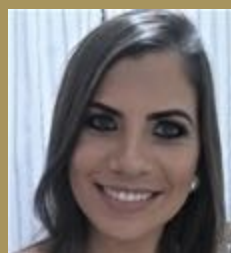
- Menor fitotoxicidade de herbicidas seletivos e não seletivos, tanto na aplicação em pós-emergência quanto em jato dirigido: a redução desse



Fábio Rafael Echer
Unoeste



Ciro Antonio Rosolem
Unesp



Patrícia Rafaella de Mello
Unibalsas

estresse demandou controle do crescimento mais precoce, normalmente por ocasião do aparecimento dos primeiros botões florais.

1. Monitoramento do crescimento

A manutenção da carga frutífera sempre será o principal fator a regular o crescimento da planta, e, em determinadas situações, demanda menor quantidade de regulador, principalmente em cultivares de ciclo curto, em que o excesso pode comprometer a produtividade e a qualidade da fibra, por conta do atraso na emissão de novos pontos de frutificação. Por outro lado, o clima favorável ao desenvolvimento (dias ensolarados, temperaturas entre 20°C e 30°C e boa umidade do solo), aliado à boa fertilidade do solo, principalmente a alta disponibilidade de N no solo (altos teores de matéria orgânica, leguminosa como cultura antecessora ou uso de altas doses de N nas adubações), pode favorecer o crescimento vegetativo e elevar a demanda por regulador.

O monitoramento da altura das plantas deve ser iniciado no estágio B1 (1º botão floral), quando ocorre intenso crescimento do sistema radicular em vista da parte aérea, e a demanda por regulador é baixa. Os estádios F1 e C1 (1ª flor e 1º capulho) requerem maior atenção, pois é quando o crescimento é intenso, principalmente se

ocorrer perda de carga produtiva, especialmente entre F1 e Fn (florescimento pleno), entre 50 e 85/90 DAE.

A redução da altura da planta ocorre com a diminuição do comprimento dos entrenós, e este é sensível às condições ambientais, sobretudo temperatura, disponibilidade hídrica e nutricional e características genéticas da cultivar. Eles são considerados longos acima de 7 cm e indicam condições favoráveis ao crescimento; entrenós com comprimento entre 4 cm e 5 cm são considerados ideais por proporcionarem melhor circulação de ar, umidade e transmissão de luz. Abaixo de 4 cm, os entrenós são curtos e indicam algum estresse durante seu desenvolvimento, como dose muito alta de regulador, seca, baixas temperaturas etc. Em geral, 5 cm é o comprimento ideal dos internódios, e, dependendo do número de nós almejado para a lavoura, é necessário reduzir o comprimento médio dos entrenós, caso contrário a planta ficará muito alta. A *Figura 1* mostra um padrão de crescimento considerado ideal, tomando-se como base a relação altura de plantas x número de nós. Nota-se que, quando uma planta avaliada está à esquerda da reta, o crescimento é excessivo. Por outro lado, se a avaliação estiver à direita da reta, o controle do crescimento está muito rigoroso.

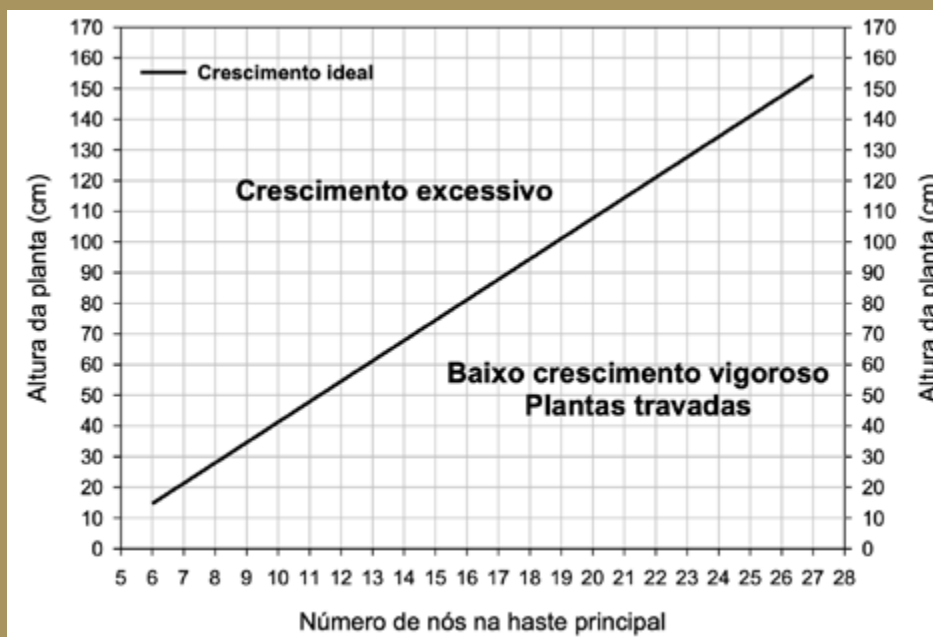


Figura 1. Crescimento ideal de plantas de algodão em relação à altura da planta e ao número de nós na haste principal

O momento de aplicação do regulador deve ser definido com base em critérios técnicos. Como exemplo de critérios empregados, mencionam-se: razão entre altura de plantas e número de nós da haste principal (*Figura 1*) e o comprimento médio dos últimos cinco nós do ponteiro.

A avaliação do comprimento dos cinco nós do ponteiro é um dos métodos mais eficientes para monitorar a taxa de alongamento dos entrenós, pois a síntese de giberelina se dá no ápice caulinar, portanto, a região de maior influência do hormônio será no ponteiro da planta. A medição é realizada contando-se o primeiro nó do ápice da planta (considera-se como primeiro nó aquele que tenha distância de, no mínimo, 1,2 cm até o segundo nó) até o quinto nó. Essa medida é dividida por 5 para se obter a média dos entrenós. Ex.: distância do 1º ao 5º nó: 16 cm divididos por 5 = 3,2 cm.

Utilizam-se como critério de interpretação os seguintes valores:

- >3,5 cm: crescimento muito vigoroso**
- 3-3,5 cm: crescimento vigoroso**
- < 3 cm: baixo crescimento**

Nesse caso, com média de 3,2 cm, o técnico/produtor deve ficar atento ao crescimento e planejar a aplicação do regulador, pois é provável que em dois ou três dias as plantas tenham “escapado”.

2. Definição das doses

A definição da dose de regulador de crescimento é sempre tema polêmico, pois, na maioria das vezes, a experiência do técnico responsável é o fator determinante na decisão. Como alternativa, pode-se utilizar o método abaixo, que consiste no emprego de diferentes equações, específicas para diferentes condições de crescimento (*Tabela 1*).

Tabela 1. Sugestão de doses de regulador de crescimento em diferentes condições de crescimento*. Altura dada em centímetros

| Equação | Ciclo da cultivar | Temperatura | Umidade do solo | Taxa de crescimento diário (cm) |
|-------------------------------------|------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| $Dose = 12,64 - 0,538A + 0,0083A^2$ | Precoce/médio | - | - | 1,50 |
| $Dose = 24,39 - 1,007A + 0,0154A^2$ | Médio/tardio ou tardio | <30°C | Boa | 1,25 |
| $Dose = 34,16 - 1,438A + 0,0224A^2$ | Tardio | >30°C | Boa | 1,00 |

*O resultado da equação é expresso em g. i.a. ha⁻¹ de cloreto de mepiquate ou clormequate. Para transformar em produto comercial, basta dividir o resultado pela concentração do i.a. no produto. Ex. Para uma cultivar de ciclo tardio e com altura de 70 cm, a dose recomendada de i.a. é de 29,36 g. ha⁻¹. Se o produtor optar por usar o regulador a base de cloreto de mepiquate que tenha concentração de 25%, a dose será de 117,4 ml. ha⁻¹ (29,36/0,25).

Uma opção à utilização da tabela acima é o uso de aplicativo para smartphones (Regula – disponível na plataforma Cotton Apps®). Os detalhes do funcionamento são apresentados na parte final deste capítulo.

3. Efeito sobre a produtividade e a qualidade da fibra

Sob condições propícias a grande crescimento, o uso de limitadores de crescimento tem sido importante no controle da altura e da estrutura

produtiva da planta. A aplicação desses reguladores resulta em plantas mais baixas, mais compactas, com folhas melhores e mais precoces. A recomendação de reguladores dá-se no sentido de evitar plantas com arquitetura desfavorável, seja para a produtividade como para a colheita.

Encontram-se, na literatura, resultados em que houve resposta positiva, resposta negativa e sem resposta na produtividade de algodão. Nos casos em que a resposta foi positiva, as plantas geralmente tinham mais de 1,10 m de altura, em espaçamento mais estreito que o recomendado. Um efeito bem conhecido do cloreto de mepiquat é que há um deslocamento da produção para os primeiros nós produtivos. Assim, se contado o número total de estruturas frutíferas das plantas, normalmente há uma pequena diminuição. Entretanto, como é melhorado o pegamento do baixeiro, com frutos maiores, a produtividade não é modificada. Evidentemente, doses excessivas ou aplicações fora da melhor época resultarão em menos estruturas produtivas, sem a devida compensação, e então haverá prejuízo na produtividade.

Dessa forma, quando as aplicações são efetuadas na época e na dose correta, não se espera efeito na produtividade. O que se espera é que se evite queda na produtividade em função de outras práticas, tais como alta adubação, que resultam em plantas com crescimento muito vigoroso.

Propriedades da fibra como comprimento, maturidade, micronaire são componentes de rendimento. A fibra de algodão está, em sua maior parte, sob controle genético. No entanto, a qualidade das fibras também depende do ambiente e do gerenciamento de culturas. Assim, seria possível ainda um efeito dos reguladores sobre a qualidade da fibra, embora indireto, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento da fibra de qualidade. Por exemplo, em função do melhor pegamento de frutos do baixeiro, se não ocorrerem problemas, adiantará a maturação e colheita, resultando assim em melhoria da qualidade da fibra, que terá ficado menos tempo exposta ao ambiente e amadurecido em melhores condições de água e temperatura.

O manejo de culturas para altos rendimentos é totalmente compatível com alta qualidade de fibra, mas o ambiente nem sempre é previsível ou gerenciável. Portanto, a maioria dos fatores de gerenciamento que otimizam a produtividade também resultará em melhor qualidade da fibra. O cultivo de algodão antes ou depois da melhor época recomendada

resultará na maior parte do desenvolvimento de fibras sob temperaturas marginais, incidência de luz e/ou disponibilidade de água e qualidade inferior. O excesso de nitrogênio pode resultar em menor qualidade da fibra e “algodão pegajoso”, ao retardar a maturidade da planta. Entretanto, o manejo de regulador não é suficiente para evitar esses problemas. Então, práticas como utilizar altas doses de N e altas doses de regulador podem resultar em prejuízo na qualidade da fibra.

4. Manejo de reguladores em lavouras sob estresse

A finalidade da utilização dos reguladores de crescimento é reduzir a altura da planta e o tamanho do dossel para melhorar a interceptação de luz nos terços inferiores e médio da planta. Qualquer estresse ambiental que afete o crescimento poderá ser potencializado se a lavoura for tratada com regulador, e a magnitude do efeito dependerá da dose utilizada. Por exemplo, em cultivares com injúrias de herbicidas pós-emergentes não seletivos, ou mesmo seletivos que impliquem em inibição do crescimento inicial, a aplicação de regulador deve ser postergada, uma vez que o crescimento da planta está limitado por outro fator.

Em lavouras instaladas em solos arenosos ou em ambientes com baixa disponibilidade hídrica, o manejo de regulador deve ser feito com mais precaução, pois mesmo que haja uma chuva significativa, a retenção da umidade é baixa nesses solos, e, caso não haja nova precipitação, a planta pode entrar em estresse em poucos dias. Nesse caso, a estratégia menos arriscada é utilizar várias aplicações com doses mais baixas, assim, conforme a planta for crescendo, vai sendo regulada. É importante deixar claro que não há propriamente uma interação do regulador com a seca; se a planta estiver em estresse por falta de água, estará produzindo pouca giberelina. Como o regulador é um inibidor de giberelina, não haverá giberelina a ser inibida.

O excesso de chuvas em algumas regiões de Mato Grosso, principalmente no período de fevereiro a abril, tem exposto as plantas ao encharcamento do solo, o que causa anoxia ou hipoxia (baixo teor ou ausência de O₂ na solução do solo). Cabe ressaltar que o algodoeiro é uma planta originária de regiões desérticas ou semi-desérticas, e que, ao longo do processo evolutivo, não desenvolveu habilidade para conviver

com o excesso de água no solo; ao contrário, sua habilidade maior é em tolerar a falta dela. Assim, em lavouras encharcadas, a absorção de nitrogênio será reduzida, prejudicando a síntese de clorofila e a taxa fotossintética, o que afetará o crescimento e a expansão foliar. Desse modo, em lavouras encharcadas, recomenda-se que, após a drenagem da água (3-8 dias, dependendo da textura do solo), proceda-se com a adubação nitrogenada e avalie-se o crescimento, para que, então, se houver necessidade, a planta seja regulada.

Outra situação é a baixa disponibilidade de radiação nos primeiros meses de vida da cultura (fevereiro a abril); nesse caso, o manejo de regulador permitirá melhor penetração da pouca radiação disponível no terço inferior e médio da planta, evitando o crescimento excessivo em altura e em área foliar, o que significa economia de energia, o que poderá garantir a fixação de estruturas reprodutivas mesmo em condições de baixa disponibilidade de radiação.

5. Nitrogênio e crescimento vegetativo excessivo

Doses altas de nitrogênio (>150 kg. ha⁻¹) têm sido utilizadas em lavouras no Brasil, muitas vezes em razão das perdas das primeiras de posições frutíferas da planta, em uma tentativa de recuperar a produção no ponteiro da planta. Cabe salientar que nem sempre o aumento da dose de N compensará a produção perdida, pois os frutos do ponteiro dependerão da ocorrência mais tardia de chuva (maio e junho) e, mesmo nessas condições, pode haver restrição de temperatura ao crescimento e abertura dos frutos formados mais tardiamente, o que pode prejudicar a qualidade da fibra.

Assim, a utilização de doses de N superiores às recomendadas deve ser vista com precaução, uma vez que nem todas regiões produtoras de algodão em Mato Grosso possuem ambiente favorável à emissão de nós frutíferos a partir do mês de maio. Se for feita opção de utilizar doses mais altas de N, deve-se evitar que as adubações sejam feitas tardiamente, pois o estímulo vegetativo após os 70-80 dias prejudicará a retenção e o crescimento das estruturas já formadas.

Em áreas de sistema de semeadura direta consolidado ou em áreas de sucessão com a soja por vários anos e com elevados teores de matéria orgânica e fertilidade, o crescimento do algodoeiro é mais vigoroso, o que, aliado a doses mais altas de N, pode levar a crescimento vegetativo excessivo e demandar maiores doses de regulador de crescimento, que serão definidas de acordo com o ciclo/porte da cultivar e da condição ambiental (*Tabela 1*). O monitoramento do crescimento da planta deve ser realizado ao menos duas vezes por semana nessas áreas, pois, caso haja crescimento em excesso e a planta aborte algumas posições, mesmo com doses mais elevadas de regulador, dificilmente o crescimento será controlado com apenas uma aplicação.

6. Capação

A capação, ou terminação do crescimento, é uma prática adotada na maior parte das lavouras de algodão do Brasil com a finalidade de evitar a emissão de novos nós. O crescimento pode ser cessado de maneira natural quando há alta quantidade de drenos na planta, ou pode ser induzido com a aplicação de doses mais elevadas de reguladores.

Trabalhos conduzidos em áreas comerciais não mostram diferença em relação aos ingredientes ativos cloreto de mepiquate ou cloreto de cloromequate; as doses a serem utilizadas irão variar de acordo com a carga frutífera retida, o vigor da cultivar, a disponibilidade de água e nitrogênio no solo e a temperatura do ambiente. Assim, as doses utilizadas têm variado de zero a 250 g i.a . ha⁻¹. Quanto à época de

capação, não há um consenso e depende muito do manejo empregado durante a cultura; lavouras que são conduzidas para a precocidade (alta fixação dos frutos no baixeiro e terço médio; doses de N e densidade de plantas adequadas) poderão ser “capadas” mais cedo (90-100 DAE); ao passo que lavouras mais tardias que concentrem a produção no terço médio e ponteiro aos 120-130 DAE.



Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

Regula - um aplicativo para manejo de reguladores de crescimento

O Regula integra a plataforma Cotton Apps®, que está disponível na Play Store e na App Store (QR codes abaixo).



Algumas instruções de utilização são descritas a seguir.

Instruções de uso

Fazendas – registro do nome da fazenda, área e localização;

Talhões – os talhões são cadastrados dentro de uma fazenda pré-listada;

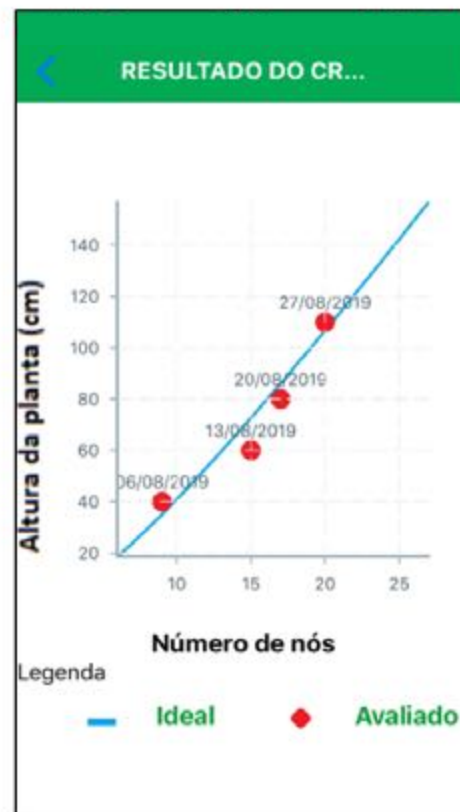
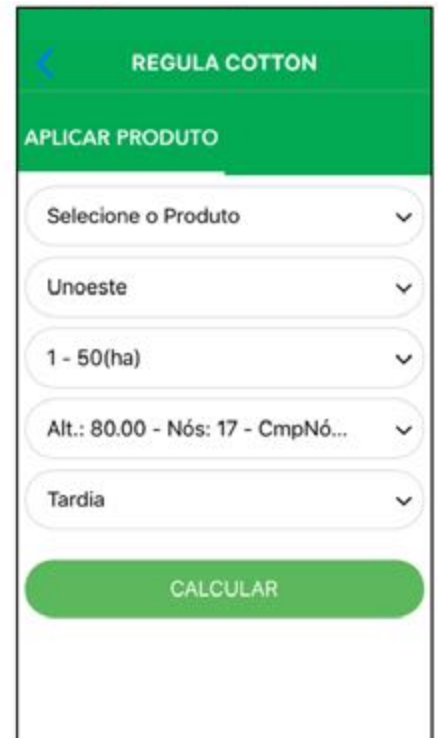
Produtos – há uma listagem dos reguladores disponíveis no mercado;

Medir amostras – seleciona-se a fazenda e talhão, a altura da planta, o número de nós e o comprimento dos cinco nós do ponteiro devem ser informados;

Calcular doses – seleciona-se o produto, fazenda, talhão, amostra avaliada e a condição de crescimento (cultivar precoce, cultivar tardia ou cultivar tardia + condição favorável). O resultado é dado em ml ha^{-1} do produto escolhido, bem como a quantidade gasta por talhão é mostrada na tela.

Recalcular – Em caso de chuva após a aplicação do regulador, é possível calcular a dose que precisa ser reaplicada. Para isso, insere-se o tempo sem chuva; se foi usado ou não adjuvante, o tipo de regulador e a dose aplicada.

Crescimento – o crescimento pode ser monitorado pelo gráfico que mostra uma curva padrão de crescimento (relação altura com número de nós) e as amostras avaliadas. É possível determinar se a planta precisa de estímulo ou de retardo a seu crescimento.



Manejo de desfolha

O potencial de uma lavoura de algodão, seja em quantidade ou em qualidade de fibra, basicamente é determinado pelo cultivar, ou seja, pelo potencial genético. Na discussão do potencial genético, deve-se ter presente que quase sempre é impossível reunir na mesma variedade potencial produtivo elevado e qualidade de fibra associados a maior resistência ou tolerância a doenças, ou seja, toda vez que são obtidas variedades mais produtivas pelo melhoramento convencional, nem sempre o benefício vem agregado com maior qualidade de fibra, e quase sempre a resistência ou a tolerância é prejudicada. Especula-se que, até o momento, nem mesmo pela transgenia será fácil associar na mesma variedade atributos de produtividade com qualidade de fibra e elevada resistência ou tolerância a doenças.

Por trás do potencial genético, definindo maior ou menor produtividade, ou qualidade de fibra e maior ou menor resistência ou tolerância a doenças, existe um perfil interno de mensageiros químicos (hormônios e reguladores) produzidos pela planta. Alguns destes dão sinal verde para crescimento, desenvolvimento, manutenção da jovialidade e produtividade (auxina, citocinina e giberelina), enquanto outros determinam sinal vermelho (ácido abscísico e etileno); alguns ainda estão envolvidos com os mecanismos de defesa (brassinosteroides, jasmonatos, poliaminas e salicilatos). Todavia, vale ressaltar que os hormônios da planta não atuam isoladamente, mas, sim, de forma cooperativa e interativa, num balanço específico que varia de espécie para espécie, entre híbridos ou cultivares e também é influenciado por fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (água, luz, temperatura e nutrição).

Modulação hormonal como ferramenta de manejo

Nesse contexto, a modulação hormonal da lavoura vem sendo considerada como a estratégia fitotécnica de manejo mais recente visando alta produtividade e qualidade de fibra. No entanto, é importante frisar que, na essência, a modulação hormonal não necessariamente significa aplicar hormônios à lavoura; vários são os trabalhos de pesquisa com aplicação de hormônios que, ao serem confrontados, mostram inconsistência de resposta, pois, na verdade, é preciso compreender que a resposta das plantas à aplicação de hormônios tem um componente genético dependente muito forte e pode ser influenciada pelo momento e pelas doses das aplicações.

Em princípio, a modulação hormonal consiste em administrar os hormônios naturalmente produzidos pela planta, adotando estratégias de manejo no sentido de obter-se e manter lavouras que permaneçam fisiologicamente ativas por mais tempo, ou seja, na quais as plantas apresentem maior habilidade para transformar água, luz e nutrientes em maior quantidade e qualidade de fibra ao longo do ciclo. O princípio básico para conseguir tal resultado reside em administrar a energia produzida pela planta, de forma a canalizar mais energia para crescimento e produtividade e reduzir o gasto energético com manutenção.

De toda a energia produzida entre os processos da fotossíntese e, principalmente, da respiração, o maior investimento da planta, por uma questão de sobrevivência, é com manutenção. Naturalmente, em qualquer ser vivo — e com a planta não é diferente — o gasto energético com manutenção é grande e é ainda maior quando a



Gustavo Pazzetti
UniRV



Jerlei Fernando
JF Consultoria

lavoura é exposta ao estresse. O estresse, independentemente do tipo, seja por ataque de pragas ou doenças, hídrico, térmico, luminoso, nutricional, ou mesmo por dano fitotóxico, além de roubar mais energia da planta, reduz o tempo de vida útil das folhas, ou seja, provoca a senescência (envelhecimento) precoce da lavoura e, dessa forma, suprime substancialmente o potencial genético de produtividade e qualidade de fibra.

Potencial genético e ambiente

Para que o potencial genético se expresse, a lavoura deve receber distribuição hídrica, térmica e luminosa favorável ao longo do ciclo fenológico. Ou seja, em sentido mais amplo, o potencial produtivo e de qualidade de fibra não depende apenas do potencial genético da variedade cultivada, mas, sim, do sistema de produção, definido basicamente pela interação entre o potencial genético com o ambiente do cultivo e com o manejo adotado, como exemplificado na *Figura 1*.

A distribuição hídrica, térmica e luminosa, é determinada por altitude, latitude e longitude da região onde a lavoura é cultivada, e pode ser mais bem administrada pela data da semeadura (safra ou segunda safra). Além destes dois sistemas, o espaçamento, a população e distribuição espacial de plantas, se condição irrigada ou de sequeiro, se cultivo convencional ou semeadura direta, se monocultivo, sucessão ou rotação e se adota cultivo tradicional ou adensado também são componentes importantes do vértice ambiente que podem influenciar na expressão do potencial genético.

No vértice manejo, com prioridade absoluta, deve ser dado destaque à construção de um perfil físico, químico e biológico que seja um reservatório nutricional adequado e também um reservatório de água em profundidade, ou seja, que permita maior formação de raízes e que não contrarie o sentido geotrópico positivo do crescimento radicular do algodão em buscar, desde cedo, água nas camadas profundas.

O manejo de ervas na dessecação, pré e pós-emergência, a qualidade fisiológica e sanitária da semente, a plantabilidade (velocidade e distribuição de sementes), o manejo adubacional — se a lanço ou no sulco — e a adubação foliar também são pilares importantes do vértice manejo.

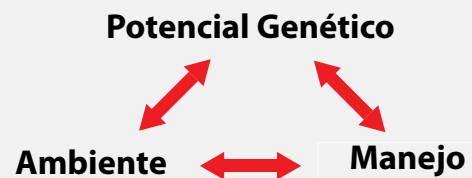


Figura 1. Potencial produtivo resulta da interação entre genética, ambiente e manejo

O papel das folhas

Entretanto, existem mais dois pilares básicos, decisivos; são eles: a preservação da área foliar, mantendo-a fisiologicamente ativa por mais tempo, e a desfolha em momento oportuno.

Na fase fenológica que compreende da emergência até a emissão dos primeiros botões florais, quando a planta dá preferência para investir mais energia em crescimento radicular do que em parte aérea, uma desfolha precoce repercute diretamente em desbalanceamento funcional e hormonal da planta. Isso porque, para crescer sempre, o sistema radicular dependerá da energia produzida

pelas folhas. Com menor área foliar, haverá menor biomassa de raízes e, assim, grande restrição para absorção de água e de nutrientes, e por serem as raízes a fábrica exclusiva da citocinina, hormônio que patrocina a divisão celular, o que garante a manutenção da clorofila (citocinina) e evita a síntese do etileno (hormônio da senescência entre outros), haverá menor crescimento de parte aérea e envelhecimento precoce.

As folhas no algodoeiro representam a matriz energética da planta, na qual é produzida toda a energia que garante sua manutenção, o crescimento vegetativo (raiz e parte aérea) e também formação, crescimento e maturação dos frutos. Os frutos, apesar de serem verdes (possuírem clorofilas) e terem estômatos (porta para a entrada de CO₂, matéria-prima para a formação do caroço e fabricação da celulose da fibra), são incapazes de autossustentar-se, ou seja, não produzem o alimento que precisam para crescer, maturar e transformar-se em capulhos.

Diversos trabalhos de pesquisa têm mostrado que até 45 DAE, o algodoeiro não suporta grandes perdas de área foliar, tendo sido registradas perdas de produtividade que variam de 21% a 35%. Outros trabalhos têm mostrado que, caso ocorra 50% de desfolha até a formação das maçãs, poderá ocorrer redução de 14% da produção e, se a partir dos 85 dias após a emergência ocorrer destruição de botões florais e maçãs igual ou superior a 33%, diminuirá sensivelmente a capacidade de recuperação produtiva da lavoura. Portanto, o significado fisiológico das folhas para o algodoeiro não está relacionado apenas ao montante da fibra produzida, mas também à qualidade da fibra produzida. A partir dos botões florais e durante toda a fase de florescimento e frutificação, precisa ser estabelecido como prioridades absolutas, garantir o gerenciamento energético adequado mediante

o manejo com reguladores de crescimento, evitar a destruição de estruturas reprodutivas ou o aborto por estresse nutricional e também evitar a desfolha e o desgaste fisiológico por doenças.

A desfolha da planta

Cabe então a pergunta: qual é o momento mais oportuno para fazer a desfolha?

Nas fazendas, diversas recomendações empíricas têm surgido: 60-70% ou 70-80% de abertura de capulhos. A resposta correta a tal indagação depende do conhecimento da relação fisiológica entre o fruto e as folhas e, também, do período de crescimento e do período da maturação do fruto, ou seja, quando todas as características da fibra estiverem definidas, e a folha não tiver mais nenhuma obrigação com o fruto.

A relação fisiológica entre fruto e folhas é de total dependência, logo, uma desfolha precoce, por exemplo, com 60-70% de capulhos abertos, fatalmente comprometerá a qualidade da fibra dos frutos que ainda são imaturos.

A partir da fecundação da flor, tem início a embriogênese, ou seja, a formação da semente (caroço); começa também o crescimento da fibra em comprimento. Na média, a fibra define 90% de seu comprimento máximo num período de 25-28 dias. Posteriormente, por mais um período que varia de 25 a 28, ocorre a maturação, quando se definem todas as características intrínsecas da fibra. Os períodos do crescimento e da maturação da fibra são sensivelmente influenciados pela temperatura. Em locais de maior altitude, onde as temperaturas são mais amenas, têm sido registrados maiores períodos do que em locais de menor altitude, onde a amplitude térmica diária é menor.

Diante do exposto, fica evidente que a desfolha deverá ser feita, quando o último fruto (maçã) que compense ser colhido, em termos de tamanho, esteja

fisiologicamente maduro. Consideram-se frutos fisiologicamente maduros aqueles que apresentam rigidez e consistência elevadas, oferecendo resistência ao corte transversal com canivete e, quando finalmente são assim cortados, as metades exibem sementes (caroços), cujo tegumento (casca) apresenta coloração escura e, em estágio mais avançado de maturação, apresenta coloração preta, como ilustrado na *Figura 2*.

Existe outro indicador fisiológico seguro para efetuar a desfolha: quando a última maçã que compense ser colhida estiver localizada quatro nós acima do último capulho aberto. Esta recomendação de desfolha está fundamentada em estudos que demonstram que as maçãs localizadas até o quarto nó acima do último capulho são fisiologicamente maduras (*Figura 3*).

Entretanto, vale ressaltar que essa informação deverá ser considerada absolutamente verdadeira apenas se houver bom nível de enfolhamento e a área foliar estiver fisiologicamente ativa, ou seja, se não existir desfolha por lagarta ou ramulária, ou mesmo desgaste prematuro da área foliar por qualquer outro tipo de estresse.

Desfolha química

Outro aspecto notável a ser diferenciado na desfolha é o dos produtos que são usados para este fim. Existem desfolhantes com ação hormonal, que estimulam a queda de folhas ainda verdes e, que em alguns casos, dependendo do nível de enfolhamento, garantem desfolha de até 90% em apenas sete dias. Também existem os denominados herbicidas dessecantes e os erroneamente chamados maturadores, quando, na verdade, deveriam ser chamados promotores de abertura de capulhos, tendo em vista que a recomendação correta do seu uso deve levar em consideração que as maçãs têm de estar fisiologicamente maduras, já que estimular a abertura precoce de maçãs fisiologicamente não maduras repercute negativamente em perdas de produção e em qualidade de fibra, especialmente no tocante ao micronaire.

O uso de herbicidas dessecantes deve ser evitado, especialmente no cultivo adensado, visto que eles causam a morte das folhas por contato, as quais secam, mas, em sua maioria, não se desprendem da planta, ou, quando se desprendem devido ao menor peso, não caem, e, se caem,



Figura 2. Frutos em diferentes estádios de maturação

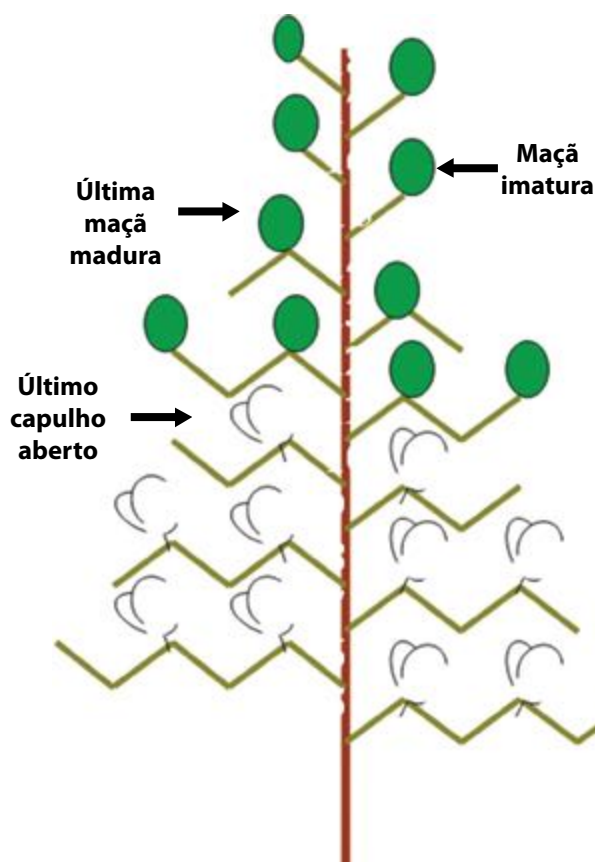


Figura 3. Determinação da posição da última maçã madura

existe a possibilidade de ficarem aderidas à fibra dos capulhos abertos, o que repercute em fibra mais suja, com presença de pedaços de folhas (“pimentinha”) oriundos da folha seca que não se desprende que ao ser esmagada pela colheitadeira contamina a fibra.

Embora os promotores de abertura de capulhos — erroneamente denominados de maturadores —

não sejam tão eficientes na desfolha, dependendo do nível de enfolhamento, podem ser utilizados sozinhos ou misturados com desfolhantes ou desseccantes. Vale lembrar que o promotor de abertura de capulhos, para exercer seu efeito, precisa entrar em contato com o alvo (fruto) e, assim, constando-se maturação fisiológica das últimas maçãs que compensam ser colhidas e havendo bom nível de enfolhamento na lavoura, primeiro, recomenda-se proceder à desfolha e entre 10 e 14 dias após, se necessário, aplica-se o promotor de abertura de capulhos.

Por outro lado, é importante ter em mente que o desenvolvimento da planta e o efeito dos produtos com ação hormonal (desfolhantes e promotores de abertura de capulhos) são muito dependentes de temperatura e também do estado hídrico da planta. Assim, o estado hídrico da planta no momento da aplicação e os regimes térmicos que ocorrem após a aplicação destes produtos poderão comprometer sua eficácia. Existindo previsão meteorológica de temperaturas

máximas acima de 32°C, pode ser aplicada uma dose menor do produto. Caso as temperaturas máximas esperadas estejam entre 23°C e 32°C é possível optar pela dose normal e, se as temperaturas máximas esperadas forem menores que 22°C, em princípio, não se recomenda a aplicação ou se usam doses mais elevadas.

Após a aplicação dos desfolhantes e/ou promotores de abertura de capulhos, a lavoura deve ser colhida assim que possível, pois a demora, além de resultar em perda de peso por desidratação excessiva, pode tornar a fibra quebradiça, aumentando a porcentagem de fibras curtas e, assim, a perda da qualidade da fibra.

Os produtos e respectivas doses disponíveis para desfolha, dessecação e promoção da abertura de capulhos são apresentados na *Tabela 1*, ressaltando-se que as doses variam conforme monitoramento de porcentagem de aberturas, número de nós do último capulho aberto, variedade, época de plantio, capacidade de colheita entre outros fatores de manejo, como o clima, citado acima.

Tabela 1. Produtos utilizados como promotor de abertura ou desfolhador na cultura do algodoeiro (Atualização: Elio Machado, 2019)

| Produto comercial | Ingrediente ativo | Concentração I.A. | Dose Produto Comercial |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Avguron Extra SC | diurom (uréia) + tidiazurom (uréia) | 180 g/l e 360 g/l | 140 - 170 ml/ha |
| Dropp Ultra | diurom (uréia) + tidiazurom (uréia) | 60 g/l e 120 g/l | 0,4 - 0,5 l/ha |
| Punto | diurom (uréia) + tidiazurom (uréia) | 180 g/l e 360 g/l | 140 - 170 ml/ha |
| Cotton Quik | etefom | 273 g/L | 4,0 - 6,0 l/ha |
| Finish | etefom | 480 g/L | 1,5 - 2,5 l/ha |
| Aurora | carfentrazona- etílico | 400 g/l | 0,05 - 0,08 l/ha |
| Kabuki | pirafulfem- etílico | 25 g/l | 0,08 - 0,12 l/ha |

Observação: com Aurora e Kabuki, acrescentar 0,5% de óleo mineral

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



Destruição dos restos culturais do algodoeiro



Edson Ricardo de Andrade Junior
IMAmt



Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Embrapa Algodão



Valdinei Sofiatti
Embrapa Algodão

O **algodoeiro**, como espécie originalmente perene, tem a tendência de retomar seu desenvolvimento mesmo após a colheita. Os múltiplos nós que permanecem na haste aumentam a habilidade da planta em produzir novas estruturas vegetativas e reprodutivas, principalmente em condições favoráveis de temperatura e umidade.

A eliminação dos restos culturais do algodoeiro após a colheita, também conhecida como destruição de soqueira, é recomendada como medida profilática para reduzir a população de pragas e doenças que se desenvolvem nas plantas rebrotadas, destacando-se entre elas: bicudo, ramulária, ramulose, mancha angular e as principais lagartas que atacam a cultura, que comprometem a produtividade da lavoura. Estudos realizados constataram que a prática possibilita redução de mais de 70% da população de insetos em quiescência, os quais sobreviveriam no período de entressafra e, conseqüentemente, infestariam a cultura precocemente, na safra seguinte.

A essencialidade dessa medida, e a necessidade de que seja adotada por todos os cotonicultores, tornou a prática obrigatória por lei. Nesse sentido, existe no Estado de Mato Grosso o **Vazio Sanitário do Algodoeiro**, normatizado pela **IN 001/2016, da SEDEC/INDEA-MT**, que é um período do ano durante o qual não pode haver plantas de algodoeiro com risco fitossanitário nas propriedades produtoras. Lembrando que plantas com risco fitossanitário são plantas do algodoeiro tigueras acima do estádio

V₃ e plantas rebrotadas (soqueiras) com mais de quatro folhas por broto ou com presença de estruturas reprodutivas. Caso o agricultor não destrua os restos culturais do algodoeiro até o início do vazio sanitário, ele poderá sofrer penalidades, como multa.

Principal Estado produtor de algodão do país, Mato Grosso tem calendários diferentes para o vazio sanitário da cultura, dependendo da região. O território foi dividido em duas regiões:

Na Região 1, que concentra os núcleos regionais Centro (região de Campo Verde), Centro-Leste (região de Primavera do Leste) e Sul (região de Rondonópolis), o vazio sanitário se inicia em 1º de outubro e vai até 30 de novembro de cada ano.

Na Região 2, que reúne os núcleos regionais Noroeste (região de Sapezal), Médio Norte (região de Campo Novo do Parecis) e Norte (regiões de Sorriso e Lucas do Rio Verde), o vazio sanitário se inicia em 15 de outubro, seguindo até 14 de dezembro de cada ano.

1. Destruição dos restos culturais (soqueira)

A destruição dos restos culturais pode ser feita mecanicamente, com uso de equipamentos específicos para essa finalidade, e também quimicamente, com uso de herbicidas; a destruição química tem sido amplamente utilizada pelos produtores de Mato Grosso. Atualmente, 90% dos restos culturais do estado são destruídos dessa forma, que permite a continuidade do plantio direto e diminui

o custo da prática. É importante realçar que, atualmente, há inviabilidade de destruir mecanicamente toda a extensão de área plantada de algodão, por conta da disponibilidade de maquinário e tempo nas propriedades.

1.1 Destruição mecânica dos restos culturais

Na destruição mecânica são utilizados diversos equipamentos ou combinação de equipamentos que apresentam diferentes tipos de órgãos ativos e formas de atuação no perfil do solo para a destruição ou corte das plantas.

Para a destruição dos restos culturais, inicialmente, o produtor utiliza o triturador dos restos culturais (triton) ou roçadeira, com o objetivo

de cortar e estraçalhar a parte aérea das plantas. Muitos produtores fazem a completa destruição dos restos culturais com o uso da grade aradora após a roçada (*Figura 1*). Pela ação de seus discos, a grade aradora incorpora ao solo toda a vegetação existente na superfície. Entretanto, dependendo do tipo de solo, para a completa destruição das soqueiras, podem ser necessárias até três passadas do equipamento e outra com a grade niveladora, constituindo-se em uma operação exigente em potência e de custo elevado. Além disso, poderá ocorrer a formação de uma camada compactada logo abaixo da região de ação dos discos, além de deixar a superfície desprovida de vegetação e suscetível à erosão.

(Imagem: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva)



Figura 1. Efeito do trabalho da grade aradora destruindo os restos culturais

Alguns fabricantes nacionais desenvolveram equipamentos com a finalidade específica de fazer a destruição dos restos culturais do algodoeiro. Os equipamentos apresentam variação quanto a profundidade de trabalho, grau de mobilização do solo, velocidade de trabalho, demanda de potência e capacidade operacional. Abaixo, estão descritos os principais em operação:

Arrancador de discos em "V" - é acoplado ao sistema hidráulico três pontos do trator, estando disponível em configurações de quatro a doze linhas. O equipamento comercialmente disponível pode fazer o arranquio em fileiras espaçadas em 0,76 m ou 0,90 m, sendo que, para cada espaçamento, há uma configuração própria de diâmetro e concavidade dos discos. O equipamento possui um rolo com facas que tem a finalidade de afrouxar o solo, e o arranquio é feito em seguida

por discos duplos, côncavos e alinhados em formato de "V", os quais agem arrancando a planta do algodoeiro. Os discos possuem pequenas "garras" soldadas na parte externa para facilitar sua aderência ao solo e permitir que os primeiros girem, facilitando o corte da raiz ou o arranquio do algodoeiro (Figura 2).

Para o arranquio do algodoeiro com espaçamento entre linhas de 0,76 m, os discos possuem diâmetro de 24", com concavidade de 3", enquanto que, para o espaçamento entre linhas de 0,90 m, os discos são de 28", com concavidade de 1¾". O equipamento ocasiona baixo revolvimento do solo, o que favorece práticas de conservação de solo e a adoção do plantio direto. Além disso, a capacidade operacional do equipamento é elevada pela velocidade de trabalho ser alta, podendo chegar até 15-20 km/h.

(Imagem: Ocilton Remy Ribeiro Ferreira da Silva)



Figura 2. Arrancador de discos em "V" da marca Moraes

Arrancador de discos - o equipamento é acoplado no hidráulico do trator, e seus órgãos ativos são discos lisos côncavos que atuam aos pares, desalinhados sobre a fileira do algodão, na profundidade de 8-15 cm (*Figura 3*). Apresenta

alta eficiência de arranquio das plantas previamente roçadas, e seu efeito sobre a superfície do solo consiste na formação de pequenos sulcos ou camaleões. A regulagem da profundidade é feita pelo hidráulico do trator.

(Imagem: Valinei Sofatti)



Figura 3. Arrancador de discos da marca Watanabe

Cortador de plantas - o equipamento possui dois discos para cada fileira de algodão, que atuam aos pares e dispõem de rotação própria por meio de motores hidráulicos (*Figura 4*). Os discos apresentam certa angulação em relação ao plano horizontal para favorecer sua penetração no solo e manter sempre a mesma profundidade de trabalho, que pode variar de 3 cm a 5 cm. As plantas são cortadas na região do colo, de forma a evitar a rebrota. Apresenta um sistema pantográfico para

cada corpo cortador, um reservatório de óleo que abastece uma bomba hidráulica, que é acionada pela TDP (tomada de potência) do trator e é responsável pelo acionamento dos motores hidráulicos de cada disco cortador. Para sua eficiência é importante que os dois discos trabalhem encostados um ao outro, o que é feito por meio de regulagem do equipamento. O maquinário mobiliza pouco o terreno, adequando-se, portanto, aos métodos conservacionistas de manejo do solo.

(Imagem: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva)



Figura 4. Cortador triturador de plantas acoplado à barra de tração do trator

1.2 Destruição química dos restos culturais

A destruição química das soqueiras do algodão (*Figura 5*) aumentou muito nos últimos anos em decorrência da

ampla adoção do sistema de cultivo de segunda safra, soja precoce-algodão, que representa mais de 80% do algodão em Mato Grosso.

(Imagem: Edson Andrade Junior)

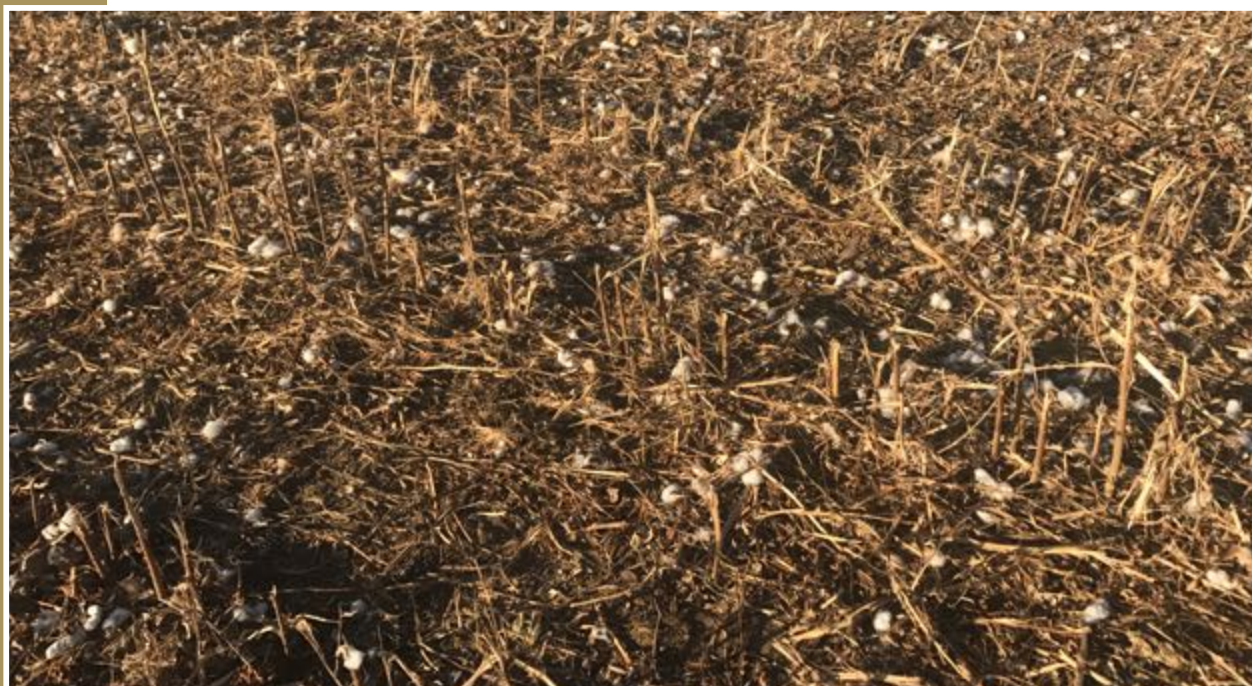


Figura 5. Área manejada com destruição química de soqueira

De forma geral, pode-se dividir a destruição química em três métodos.

1.2.1 Destruição iniciada no toco

Para utilização desse método, é necessário o uso prévio de roçadeira/triton para corte das plantas do algodoeiro, a cerca de 20-30 cm do solo, procurando-se deixar a parte superior do toco estراçalhada para aumentar a interceptação e retenção da calda pulverizada e, conseqüentemente, a quantidade absorvida do herbicida.

A primeira aplicação do(s) herbicida(s) deve ser realizada imediatamente após a roçada, o mais próximo possível, não devendo ultrapassar 20-30 minutos (*Figura 6*). Em razão da ocorrência frequente de rebrotes, a área deve ser monitorada para que as reaplicações sejam realizadas com certa quantidade de área foliar, mas que não se ultrapasse o risco fitossanitário. De modo geral, tem-se obtido sucesso no uso desse método com duas aplicações, sendo a primeira aplicação no toco (imediatamente após a roçada) e a segunda nos rebrotes.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 6. Aplicação imediatamente após a roçada

Vantagens do método

Aplicação uniforme, uma vez que todos os tocos recebem a aplicação do produto;

Início imediato da destruição de soqueira, e;

Rebrotos/escapes surgem já bastante injuriados e, com isso, levam mais tempo para atingir o risco fitossanitário.

Desvantagens do método

Deve-se respeitar o período entre a roçada

e a aplicação (20-30 minutos no máximo), sendo este um problema operacional de algumas fazendas e talhões muito extensos, e;

Alvo da aplicação restrito (vasos expostos na roçada), pois há pouca ou nenhuma área foliar no momento dessa aplicação para auxiliar a absorção dos produtos, o que torna ainda mais importante seguir-se o item anterior, assim como observar a qualidade da aplicação.

1.2.2 Destruição no rebrote

Para esse método, é necessário o uso prévio de roçadeira/triton para corte das plantas do algodoeiro a cerca de 20-30 cm do solo, procurando realizar o corte o mais rente possível e, assim, proporcionar melhores condições para o rebrote.

A primeira aplicação do(s) herbicida(s) deve ser realizada tão logo a área possua um rebrote o mais uniforme possível (porcentagens das plantas rebrotadas).

Quanto ao tamanho do rebrote, o ideal é que o mesmo possua 5-8 cm, sempre respeitando-se o estágio de risco fitossanitário previsto na IN do Vazio Sanitário (*Figura 7*). Em razão da frequente ocorrência de rebrotas, a área deve ser monitorada para que as reaplicações sejam realizadas com certa quantidade de área foliar, mas que não ultrapasse o risco fitossanitário. De modo geral, tem-se obtido sucesso nesse método com duas aplicações.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 7. Talhão com rebrote de tamanho adequado para a primeira aplicação de herbicida

Vantagens do método

Maior tempo para organizar as aplicações (facilita o operacional), e;
Efeito visual do tratamento.

Desvantagens do método

É essencial a presença de rebrote uniforme (porcentagens de plantas rebrotadas), pois plantas/tocos não rebrotados não receberão produto, uma vez que não possuem área foliar para absorção;

Em anos em que o rebrote da cultura

demore, fica desuniforme (*Figura 8*) e é requerido mais tempo para iniciar a destruição da soqueira. Conseqüentemente, os produtores terão um período curto para realizar as aplicações necessárias de eliminação da soqueira antes do início do Vazio Sanitário;

Plantas rebrotadas atingirem o risco fitossanitário rapidamente, com proliferação de pragas e doenças, e;

Aplicações tardias em plantas com muita rebrota, o que gera menor eficiência do tratamento.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 8. Área com rebrote desuniforme: em vermelho, tocos sem rebrota; em amarelo, com pouca rebrota e, em branco, com rebrota ideal para aplicação

1.2.3 Destruição “planta em pé”

Para esse método, as plantas não são roçadas, e a primeira aplicação do(s) herbicida(s) deve ser realizada assim que a área possua um rebrote o mais uniforme possível (porcentagens das plantas rebrotadas). Quanto ao tamanho do rebrote, o ideal é quando o mesmo possua 5-8 cm, sempre respeitando-se o estágio de risco fitossanitário previsto na IN do Vazio Sanitário. Em razão da frequente ocorrência de rebrotas, a área deve ser monitorada para que as

reaplicações sejam realizadas com certa quantidade de área foliar, mas que não se ultrapasse o risco fitossanitário.

De modo geral, tem-se obtido sucesso nesse método com duas aplicações (*Figura 9*). É importante lembrar que, pela IN do Vazio Sanitário, a destruição dos restos culturais deve ocorrer até quinze dias após a colheita. Ou seja, como nesse método não ocorre a roçagem (que seria a primeira etapa da destruição), teoricamente, a primeira aplicação deve ocorrer nesse período.

(Imagem: Edson Andrade Junior)



Figura 9. Área com manejo de destruição de soqueira planta em pé

Vantagens do método

- Economia da prática da roçagem;
- Maior tempo para organizar as aplicações (facilita o operacional), e;
- Efeito visual do tratamento.

Desvantagens do método

É essencial a presença de rebrote uniforme (porcentagens de plantas rebrotadas), pois plantas não rebrotadas não receberão produto, uma vez que não possuem área foliar para absorção;

Em anos em que a rebrota da cultura demora, é requerido mais tempo para iniciar a destruição da soqueira, e, conseqüentemente, os produtores terão um período curto para realizar as aplicações necessárias de eliminação da soqueira antes do início do Vazio Sanitário;

Plantas rebrotadas atingirem o risco fitossanitário rapidamente, com proliferação de pragas e doenças, e;

Aplicações tardias em plantas com muita rebrota, o que gera menor eficiência do tratamento.

1.2.4 Herbicidas usados na destruição de soqueira

O herbicida mais utilizado na destruição da soqueira do algodoeiro é o 2,4-D, isolado ou associado e sequencial. Esse ingrediente ativo possui ação sistêmica, ou seja, depois de absorvido, é redistribuído dentro das plantas, o que o torna mais efetivo.

Diversos trabalhos mostram que o

uso de 2,4-D associado a outros herbicidas potencializa a eficiência do manejo e, assim, garante menores ou nenhuma porcentagem de rebrotas das áreas. O melhor herbicida para uso associado ao 2,4-D é o glifosato. Porém, com o advento das variedades de algodão transgênicas resistentes ao glifosato (GL/GLT/GLTP e RF/B2RF/B3RF), seu uso não deve ser feito nessas variedades, sendo essa associação então restrita às variedades convencionais, LL, LTP e WS.

Para as variedades resistentes ao glifosato, os herbicidas mais utilizados associados ao 2,4-D são Radiant® (flumicloraque) e Aurora® (carfentrazone). Apesar de dados de pesquisa mostrarem menores eficiências, os produtores também utilizam Clorimuron® e Heat® (saflufenacil).

Como já citado anteriormente, o principal herbicida utilizado na destruição de soqueira química é o 2,4-D. Sendo assim, as doses utilizadas nos manejos são de extrema importância. Após mais de dez anos conduzindo ensaios e acompanhando o desempenho dos manejos nas propriedades, independentemente do herbicida associado ao 2,4-D, há a necessidade de pelo menos 3 l de 2,4-D no acumulado do manejo, sendo de modo geral aplicado da seguinte forma: 2 l na primeira aplicação e 1 l na segunda aplicação, independentemente do método utilizado e da associação com outros herbicidas.

Motivos de falhas na destruição de soqueira química observados nas últimas safras (Figura 10)

- Uso de baixas doses de 2,4-D - muitas vezes somando as duas aplicações não se atingem 2 l (Figura 11);
- Produtores que, em manejos de variedades convencionais e WS, reduzem a dose do 2,4-D "confiando" em uma maior dose de glifosato, e;
- Realizar apenas uma aplicação para destruição de soqueira (muitas vezes até sendo feito a aplicação dos 2 l de 2,4-D), porém, a aplicação sequencial com 2,4-D nas rebrotas é obrigatório, sendo atualmente necessariamente realizada antes do plantio da soja.

(Imagem: Jacob Netto)



Figura 10. Área com presença excessiva de plantas de algodão no momento da colheita da soja



Figura 11. Área manejada com subdoses de 2,4D na destruição de soqueira e com aplicações de glifosato no manejo em pós-emergência da cultura da soja

2. Manejo de tigueras

As plantas “tigueras” são plantas de algodão oriundas da germinação de caroço caído no chão, na cultura de sucessão (geralmente soja, no Estado de Mato Grosso).

Para o manejo de tiguera, há produtos com eficiência para essa prática, sendo importante destacar que o controle deve ser feito antes do estágio V₃, uma vez que após este estágio as plantas irão entrar em risco fitossanitário, assim como haverá redução da eficácia dos produtos no seu controle.

Antes do plantio da soja, os produtos usados na destruição de soqueira também irão eliminar as tigueras; após o plantio da soja, os principais produtos

usados são: Radiant® (flumicloraque), Flex® (fomesafen) e Naja® (lactofen).

O principal problema no manejo das tigueras é a ocorrência de vários fluxos de germinação e, com isso, no momento das aplicações, algumas plantas podem estar em maiores estádios, dificultando seu controle. Para isso, há a opção do uso de manejo de residual, ou seja, uso de herbicidas pré-emergentes para controle de tiguera antes de sua germinação, sendo eles: Spider® (diclosulan) e Imzetapir®. É importante destacar que, além do controle em pré-emergência, esses produtos proporcionarão um rebrote “mais” uniforme, ajudando, assim, no manejo em pós-emergência com os produtos anteriormente citados.

Posicionamento do IMAmt para destruição química de soqueira

Destruição química de soqueira de variedades RF, GL, GLT e GLTP:

1ª aplicação no toco, imediatamente após a roçada (máx. 30 min) = 2,4-D (2 l/ha) + óleo;

2ª aplicação nos rebrotes/escapes = 2,4-D (1l/ha) + herbicida de baixa mobilidade (Radiant® - 600 ml/ha) + óleo;

Aurora® (70 ml/ha).

Continuar monitorando e repetir aplicações caso ainda haja escapes;

* Caso o produtor adote a destruição nos rebrotes, os produtos e doses utilizados deverão ser os mesmos descritos acima.

Destruição química de soqueira de variedades convencional, LL, LTP, WS e WS3:

1ª aplicação no toco, imediatamente após a roçada (máx. 30 min) = 2,4-D (2 l/ha) + óleo;

2ª aplicação rebrotes/escapes = 2,4-D (1l/ha) + Roundup WG (2 kg/ha).

Continuar monitorando e repetir aplicações caso ainda haja escapes.

* Idem acima.

Destruição química + mecânica de soqueira:

1ª aplicação no toco, imediatamente após a roçada (máx. 30 min) = 2,4-D (2 l/ha) + óleo;

Uso de equipamento de destruição mecânico.

Continuar monitorando e repetir aplicações caso ainda haja escapes.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores





PRODUÇÃO DE UMA FIBRA DE QUALIDADE

Cuidar da qualidade da fibra, da sua formação na planta até a comercialização

A qualidade da fibra é predefinida no momento da escolha da variedade e elaborada ao longo do crescimento da planta. Assim, no momento da colheita, todas as operações de colheita e pós colheita visam a preservar a qualidade obtida no campo. Essas operações, para serem realizadas adequadamente, além de conhecimentos e treinamentos, vão requerer o acesso a capital importante, tanto para os equipamentos de colheita como os de beneficiamento. A qualidade da fibra — e sua valorização financeira — é definida em grande parte em função das exigências da indústria têxtil nacional e internacional. O produtor e os técnicos das fazendas precisam conhecer essas exigências para poder preservar as qualidades da fibra ao longo do processo produtivo e ter noções sobre o sistema de classificação da fibra usado para a comercialização.

Maximizar a rentabilidade do cultivo algodoeiro, produzindo uma fibra de qualidade e valorizando os coprodutos



Jean-Louis Bélot
IMAmt



Sergio Dutra
Dutra Projetos Ltda.

Agrupamos nesta parte sobre produção de uma fibra de qualidade informações sintéticas a respeito da fibra e seu uso pela indústria, boas práticas de colheita e beneficiamento e valorização de coprodutos da cultura. Essas sínteses visam dar aos técnicos das fazendas uma ideia geral sobre a importância de diversos tratamentos culturais e operações de transformação sobre a qualidade de fibra e sua valorização comercial.

Porém, caso seja necessário, informações mais detalhadas a respeito desses temas podem ser encontradas em diversos Manuais e Notas Técnicas editados pelo IMAmt.

- Manual de beneficiamento do algodão (IMAmt - Edt, 2014)

- Manual de qualidade da fibra da Ampa (IMAmt - Edt, 2018)

Todos esses materiais encontram-se para download em <https://imamt.org.br/>

Neste capítulo, trataremos rapidamente das ações que a Ampa vem conduzindo desde os anos 2000 para conscientizar os produtores sobre a importância de produzir fibra de qualidade e sobre aproximar-se da indústria têxtil e de centros de pesquisa internacionais.

Depois, abordaremos, de forma muito resumida, a importância da qualidade da fibra para os diversos tipos de indústrias têxteis, a fim de conhecer melhor as necessidades e as dificuldades que elas encontram na fabricação do fio e dos tecidos. Essa compreensão é fundamental para evitar problemas graves durante a comercialização.

Enfim, sintetizamos os manejos da lavoura que incidem significativamente sobre a qualidade, dando abertura para os próximos capítulos, sobre os manejos adequados de colheita, beneficiamento, estrutura da fibra e classificação, valorização dos coprodutos do algodão.

1. O programa de qualidade de fibra da Ampa/IMAmt

A Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (Ampa), desde a sua constituição, em 1997, vem dedicando especial atenção à qualidade da fibra de produzida em Mato Grosso e procura atender às necessidades do mercado interno e internacional; já em 2001, foi responsável pela realização da 1ª Semana da Qualidade do Algodão de Mato Grosso (Figura 1).



Figura 1. 1ª Semana da Qualidade, Campo Verde/MT, 2001

Com a criação do Instituto Mato-Grossense dos Produtores de Algodão (IMAmt), em 2007, novas ferramentas, dados de pesquisa, monitoramento a campo e análises laboratoriais têm sido postos à disposição aos cotonicultores para garantir a qualidade em todas as etapas da cadeia produtiva do algodão.

Entre 2012 e 2018, a Ampa conduziu com recursos do Instituto Brasileiro do Algodão (IBA) o **Programa de Qualidade de Fibra do Algodão de Mato Grosso**, que foi gerenciado por Sergio Dutra e contou com os trabalhos de campo da equipe de pesquisa e de assessores técnicos regionais (ATRs) do IMAmt.

1.1 Atividades de monitoramento da qualidade e de pesquisa

A partir de então, a cada safra têm sido coletadas amostras de algodão em caroço, de 20% dos talhões em produção, sendo a representatividade proporcional à participação de cada cultivar em relação à área plantada no Estado.

Essas amostras destinam-se ao monitoramento da qualidade de fibra produzida e têm sido utilizadas para determinação das características HVI, para a realização de pesquisas em parceria com a Texas Tech University (TTU), principalmente por meio da realização de análises AFIS, para ensaios e estudos sobre tingimento, realizados em conjunto com a empresa Santista S.A., bem como para

testes interlaboratoriais utilizando diferentes métodos de detecção de pegajosidade do algodão.

Ademais, esse Programa de Qualidade propiciou o desenvolvimento de novas metodologias para o monitoramento da qualidade a campo, durante a colheita, nas usinas de beneficiamento e nos processos de comercialização.

1.2 Integração com a indústria têxtil

Uma das principais estratégias para garantir a efetividade do Programa de Qualidade tem sido a realização dos **Workshops da Qualidade**.

Desde sua primeira edição, em 22 de março de 2013 (*Figura 2*) até 2018, o evento anual tem buscado apresentar aos cotonicultores mato-grossenses e aos profissionais de suas empresas as principais necessidades da indústria têxtil brasileira, como também as do mercado internacional. Essas informações foram obtidas a partir de visitas técnicas nacionais, realizadas aos principais polos brasileiros de produção têxtil, e por meio de missões internacionais aos principais centros de pesquisa que realizam trabalhos relevantes sobre a qualidade da fibra de algodão.

Assim, cada workshop constitui-se em um espaço de integração da cadeia têxtil, no qual os principais fatores que interferem na qualidade do algodão — da escolha da cultivar ao embarque da pluma para os mercados interno e externo — são abordados por diferentes ângulos, a cada ano.

(Imagem: Martha Baptista)



Figura 2. Milton Garbugio, presidente da Ampa, na abertura do 1º Workshop da Qualidade – 2013

O último evento, o 6º Workshop de Qualidade, foi organizado na forma de Jornada da Qualidade em 2018, incluindo visitas a produtores de algodão, palestras e exposições no CTDT do IMAmt de Rondonópolis.

Outra atividade, também com a finalidade de promover a integração dos cotonicultores com toda a cadeia têxtil, teve início em novembro de 2015, com a **Visita Técnica** à fábrica

da Santista S.A., em Americana/SP. As visitas técnicas são complementares aos Workshops da Qualidade e permitem um contato mais próximo entre os profissionais do campo e as diversas modalidades de indústrias têxteis em atividade no país.

Outras Visitas Técnicas às Indústrias têxteis de Santa Catarina (*Figura 3*) e dos polos têxteis de Sergipe e do Ceará foram organizadas posteriormente.

(Imagem: Ampa)



Figura 3. Visita técnica à Cremer S.A., Blumenau/SC, 11 de maio de 2016

Finalmente, entre 4 e 11 de setembro de 2016, foi realizada **Missão Técnica Internacional**, com a presença de produtores de algodão mato-grossenses, aos Estados Unidos, iniciada com a visita ao

Laboratório Fiber and Biopolymere Research Institute (FBRI) da Texas Tech University (TTU) em Lubbock, Texas, onde o grupo foi recebido pelo diretor, prof. dr. Eric Hequet (*Figura 4*).

(Imagem: Ampa)



Figura 4. Grupo da Missão Internacional na Texas Tech University, Lubbock, Texas

Esta breve introdução, que relata algumas das ações do Programa de Qualidade da Fibra de Algodão no Estado de Mato Grosso, busca apresentar ao leitor o vasto universo que está sendo explorado a partir dessa iniciativa inovadora da Ampa, em sintonia com a evolução tecnológica do parque industrial têxtil em todo o mundo, que requer um nível de qualidade cada vez mais elevado por parte dos cotonicultores, sob pena de serem aplicados deságios sobre os valores pagos pela pluma, bem como favorecer a perda de mercado para a fibra sintética.

Interagir com esse segmento amplo e especializado é muito importante. Qualidade exige atuação em todas as etapas da cadeia têxtil, e essas ações técnicas e interações entre produtores e industriais têxteis não podem parar, apesar do encerramento do projeto de Qualidade em 2019.

2. Qualidade de fibra e consequência para a indústria têxtil

A qualidade da fibra — e sua valorização financeira — é definida em grande parte em função das

exigências da indústria têxtil nacional e internacional. O produtor e os técnicos das fazendas precisam conhecer essas exigências para convencerem-se da importância de preservar as qualidades da fibra ao longo do processo produtivo.

Temos, na sequência deste capítulo, uma matéria sobre a **natureza da fibra e sua classificação comercial**. Porém, precisamos entender melhor a preocupação da indústria em relação à “qualidade”, em particular a incidência das diversas características da fibra sobre a qualidade dos fios e, consequentemente, sobre os processos de tecelagem.

2.1 Os diversos tipos de fiação

Basicamente, temos três tipos principais de fiação.

Fiação de anel: é provavelmente o sistema de fiação mais antigo, que simula os primeiros sistemas de confecção artesanal de um fio: paralelização e torção das fibras para que haja coesão entre elas. Ao longo das décadas, as fiações de anel foram aperfeiçoadas, e as partes

mecânicas giram cada vez mais rapidamente, requerendo, além de comprimento, resistência cada vez maior das fibras.

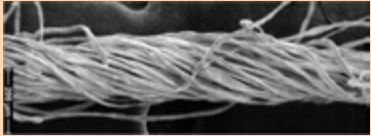


Fiação de rotor: também chamada de fiação *open-end*, esse tipo de fiação era destinado a produzir fios grossos ou muito grossos. Porém, ao longo do tempo, o maquinário evoluiu, permitindo a produção de fios mais finos e de melhor qualidade.

Fiação air-jet: esse sistema é o mais recente, ainda com pouca participação no

parque mundial de fiação, mas que vem crescendo ao longo dos anos.

A estrutura do fio é diferente, podendo proporcionar qualidade diferencial aos tecidos que serão confeccionados com esses fios; para cada tipo de fiação foi estabelecida pelos industriais a importância/prioridade dos diversos parâmetros de qualidade da fibra sobre a qualidade do fio (*Tabela 1*), e, portanto, quais são as características da fibra que cada tipo de fiação vai priorizar no momento da compra da matéria-prima.

Tabela 1. Importância de diversos parâmetros de qualidade da fibra em função do tipo de fiação

| Prioridade | Fiação de anel (<i>ring spinning</i>) | Fiação de rotor (<i>open-end</i>) | Fiação <i>air-jet</i> |
|------------|--|---|--|
| |  |  |  |
| 1 | Comprimento | Resistência | Comprimento |
| 2 | Resistência | Finura intrínseca | Limpa (sem <i>trash</i>) |
| 3 | Finura intrínseca | Comprimento | Finura intrínseca |
| 4 | | Limpa (sem <i>trash</i>) | Resistência |

(Fonte: CSIRO, 2009)

É importante saber que uma fiação trabalha sempre com mistura de fardos (geralmente de sessenta a oitenta fardos por linha de abertura), cuja fibra é retirada de cada um deles em camadas finas (*Figura 5*). Para o bom funcio-

namento da fiação ao longo do tempo, é importante que as misturas de fardos evoluam muito pouco, tomando em conta os parâmetros de colorimetria e de características intrínsecas da fibra (micronaire, comprimento e resistência).

(Imagem: SLC Agrícola)



Figura 5. Linha de abertura dentro de uma fiação

O final dos anos 1990 e o início dos anos 2000 marcaram o começo do declínio da indústria têxtil americana e a migração para países como China e outras partes da Ásia, com custo de mão de obra menor. A tendência foi-se acentuando depois dos anos 2010 até hoje; atualmente a migração dá-se para países como Vietnã e outros. A industrialização têxtil desses países foi realizada com base principalmente em equipamentos de **fiação de anel**, com poucas indústrias de fio *open-end* (OE), porém de alta velocidade. A fibra exportada para os países asiáticos precisa ter qualidade compatível com esse tipo de fiação de anel.

Porém, os países exportadores de fibra, como Estados Unidos, e agora o Brasil, precisam ficar atentos às evoluções futuras do parque têxtil mundial. A fiação de anel consolidou-se nos países asiáticos, porém, a evolução do maquinário

têxtil é extremamente rápida. Outros sistemas de fiação, como o *air-jet*, que precisariam de fibra de qualidade diferente, poderiam, nas próximas décadas, substituir o parque industrial têxtil atual.

Os produtores de algodão do Brasil têm a chance de ter ainda um mercado nacional importante, superior a 650 mil toneladas anuais. Esse mercado é, às vezes, muito mais exigente em termo de qualidade de fibra (produção de fios penteados) que o mercado internacional, mas é muito diversificado e permite a comercialização de fibra de características muito diferentes.

2.2 Incidência da qualidade intrínseca da fibra

De modo geral, os principais critérios de qualidade intrínseca da fibra podem ter as seguintes consequências para a indústria têxtil:

- **O comprimento da fibra** é fundamental na aparência do fio, mas também interfere em sua resistência. Talvez, o fator mais importante para a indústria seja a distribuição da fibra, mais que o comprimento. O índice de uniformidade (Un) e o índice de fibras curtas (SFI) avaliados pelas HVI devem respeitar certos padrões. Somente as análises AFIS permitem uma boa avaliação da distribuição do comprimento e da maturidade;

- **A maturidade da fibra**, definida como o grau de depósito de celulose nas paredes secundárias da fibra, é provavelmente o fator que mais influenciará a qualidade. Uma fibra madura produzirá menos fibras curtas durante o descaroçamento e terá resistência individual à ruptura mais elevada. Esse grau de maturidade também incidirá muito durante os processos de tingimento dos fios e dos tecidos;

O índice Micronaire (IM), que caracteriza o complexo finura/maturidade, é de grande importância para os industriais, pois afeta muito a aparência e a tonalidade nos fios e nos tecidos tingidos;

Os neps no fio (neps de maturidade) influem na aparência do tecido acabado, especialmente na absorção do corante durante o processo de tingimento, e este efeito negativo do acabamento

difícilmente poderá ser reduzido. Eles elevam os índices de ruptura na fiação e na tecelagem, causando queda na eficiência e aumentando o desperdício e as imperfeições nos fios.

Um dos maiores problemas para a indústria é o barramento (formação de listras no tecido), que é causado por: fibra (70%); variação do título do fio (10%); variação da torção (10%); pilosidade (10%). Os barramentos também podem ser causados por variação do micronaire, mistura de algodão de áreas diferentes, mistura de variedades de algodão e mudanças no ciclo de crescimento da planta. Alto C.V.% do micronaire também causa barramento.

2.3 Incidência das diversas contaminações nos processos têxteis

Além das características intrínsecas da fibra, a indústria precisa receber uma fibra sem contaminações.

- O primeiro elemento é de receber os fardos de fibra em bom estado, com lona protetora e arames não estourados, não molhados ou apodrecidos. A *Figura 6* apresenta exemplos de fardos danificados recebidos na indústria, prejudicando muito o operacional da indústria para poder usar essa fibra (eliminação manual das partes podres, dificuldade de manusear os fardos estourados etc.);



(Imagens: Carlos Menegatti)

Figura 6. Exemplo de fardos danificados recebidos na indústria (1-apodrecidos; 2-arames estourado)

- Contaminantes presentes na fibra podem prejudicar significativamente o funcionamento das fiações.

E o caso dos mais diversos objetos encontrados nas linhas de abertura de fiação (Figura 7). Objetos de grande porte não são os mais perigosos, porque são eliminados antes de entrar nos processos de elaboração do fio; outros, de

natureza diferente, podem atrapalhar os processos de fiação ou reduzir a qualidade dos fios. É o caso dos pedaços de plástico (amarelo ou cor-de-rosa) provenientes das lonas usadas na confecção dos rolinhos de algodão em caroço (Figura 8), que podem fragmentar-se e ser incorporados ao fio e aos tecidos, criando imperfeições visíveis após o tingimento e significativa depreciação.



A presença de açúcar de origem entomológica (pulgões ou moscas-brancas), quando detectada, pode provocar a rejeição da carga de fibra por parte de algumas indústrias (Figura 9). Esses açúcares podem atrapalhar muito o funcionamento

da fiação, provocando enrolamentos de fibras nas cartas ou depósitos pegajosos em diversas partes rolantes e aquecidas. Sem falar da degradação da qualidade dos fios produzidos por conta do aumento na desuniformidade.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 9. Açúcar entomológico depositado em cima da fibra, com desenvolvimento de fumagina

Outros contaminantes que podem incidir significativamente sobre a qualidade dos fios e tecidos produzidos, são os *barks*, pedaços de casca de

caule ou de ramos da planta de algodão, ou os *seed coat fragments* (SCF), pedaços de casca de sementes grudados à fibra (Figura 10).

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 10. Contaminações por bark (1) e SCF (2)

Em resumo, a presença de impurezas e/ou contaminantes nas fibras afeta diretamente o funcionamento e o rendimento das fiações, aumentando o índice de imperfeições no fio produzido. O custo decorrente da presença desses contaminantes pode ser tremendo para as fiações.

3. Definição do potencial de qualidade

O potencial de qualidade da fibra é definido a campo, antes da colheita. Todas as operações de colheita e pós-colheita (beneficiamento, armazenamento da fibra e transporte até a indústria) podem, no máximo, manter esse potencial, mais, geralmente, reduzem-lhe a qualidade. Daí a importância de ter produzido a campo uma fibra de qualidade máxima.

Dentro das diversas etapas de manejo da lavoura, a escolha da variedade é a operação que terá maior repercussão sobre a qualidade

da fibra obtida. Para cada região edafoclimática existem informações para que o produtor possa escolher a variedade de melhor equilíbrio entre produtividade e qualidade de fibra. Porém, uma vez escolhida a variedade, ela precisará ser posicionada segundo as recomendações dos obtentores (datas de plantio, população de plantas etc.), a fim de poder expressar seu potencial de qualidade.

Ao longo do ciclo da cultura, todas as falhas de manejo incidentes sobre a alimentação da planta poderão afetar a qualidade da fibra. Extrema atenção será dada ao controle de pragas, plantas daninhas e doenças, ao manejo de altura de plantas e à época de desfolha. Produzir uma fibra imatura acarretará muitos problemas de qualidade, com possibilidade de gerar muitas fibras curtas durante o descaroçamento e problemas importantes durante as operações de tingimento.

Finalmente, ainda são válidas as treze diretrizes definidas em meados de 2010 e difundidas pela Ampa no intuito de garantir a qualidade do algodão produzido no Estado de Mato Grosso.

Diretrizes para produzir uma fibra de qualidade (Ampa)

1- Avaliar, em todos os sentidos, a área a ser plantada, levando em conta as condições edafoclimáticas, a capacidade da equipe, a infraestrutura, o maquinário e os implementos disponíveis, do plantio à entrega dos fardos beneficiados;

2- Certifique-se de que toda mão de obra envolvida na cadeia produtiva do algodão receba treinamento adequado para cada etapa do ciclo de produção, do plantio ao beneficiamento;

3- Utilizar sementes com alto grau de pureza e qualidade, seguindo as recomendações técnicas do obtentor para a época do plantio e manejo;

4- Manejar adequadamente todas as pragas da cultura do algodoeiro, principalmente as que interferem diretamente na qualidade extrínseca da fibra, como pulgão, mosca-branca, lagartas, percevejos sugadores, entre outros;

5- Controlar adequadamente as doenças do algodoeiro, principalmente a que causam desfolha precoce, interferindo diretamente na qualidade intrínseca da fibra;

6- Combater rigorosamente todos os tipos de plantas daninhas, visando manter até a época da colheita a lavoura limpa, a fim de evitar contaminação da pluma;

7- Em caso do uso de desfolhantes e maturadores, seguir rigorosamente as recomendações técnicas, para não interferir na qualidade da fibra;

8- Revisar adequadamente todos os equipamentos a serem utilizados na colheita; aferir as regulagens dos equipamentos e a limpeza destes ao longo dos dias de colheita;

9- Colher separadamente variedades e talhões com umidade adequada, identificando-os de forma correta, a fim de evitar a desuniformidade dos lotes;

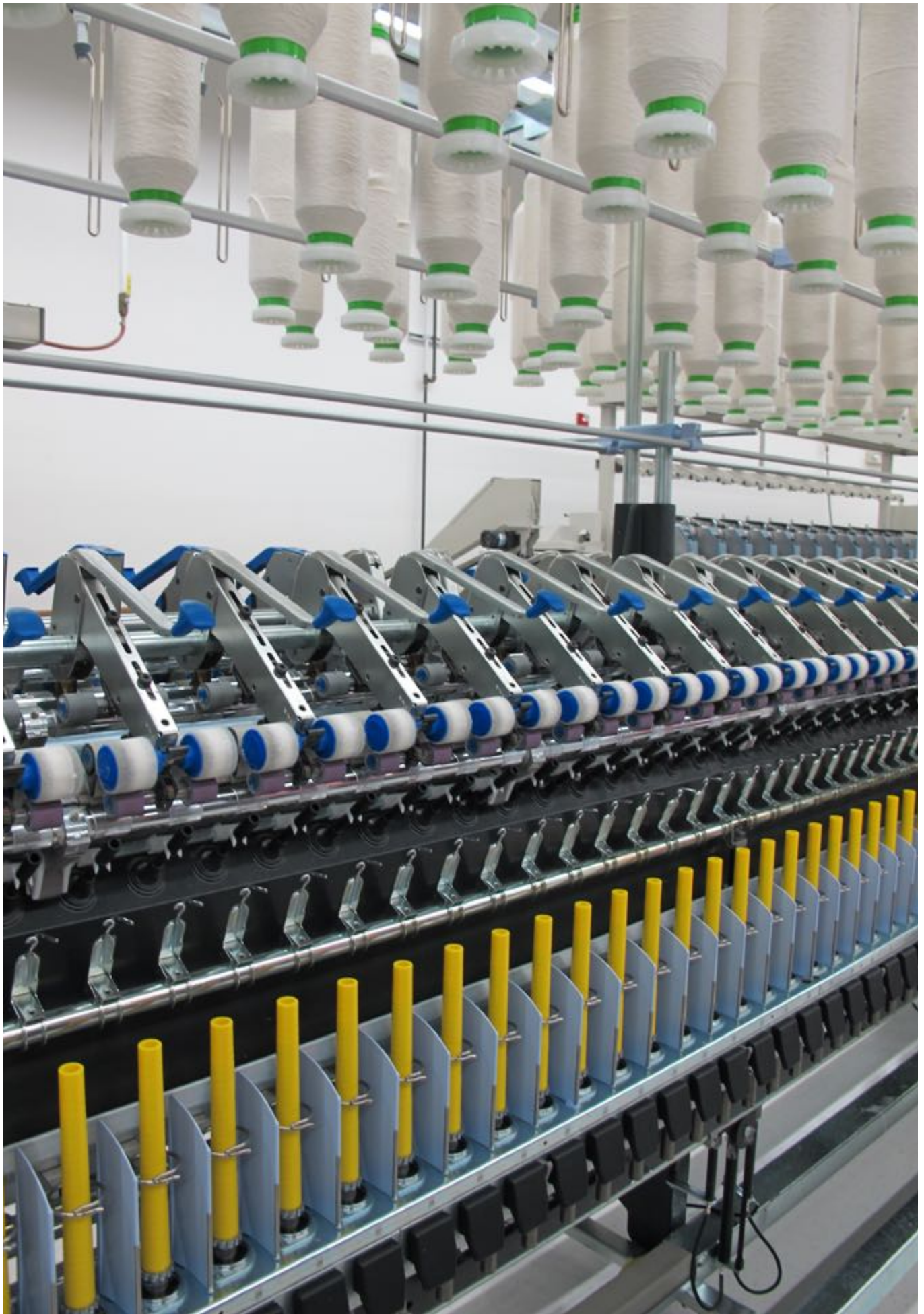
10- Preparar adequadamente a formação dos módulos, de forma que tenham contaminação mínima de fundo, controlando a temperatura e a umidade, mantendo-os devidamente protegidos de precipitações e poeiras;

11- Planejar e administrar a recepção, o armazenamento e o manejo dos módulos no pátio da usina, a fim de evitar mistura de algodão, contaminações de poeira e problemas de umidade;

12- Realizar a manutenção preventiva e periódica das algodoeiras, de modo que o processo de beneficiamento seja adequado à redução dos diferentes tipos de impurezas presentes no algodão;

13- Enviar as amostras para análise de características HVI para laboratórios idôneos e com tradição de resultados provados.

Referências bibliográficas: algumas referências no final do manual. Para complementos, entrar em contato com os autores



Uso adequado das colheitadeiras



Renildo Mion
UFMT



Jean-Louis Bélet
IMAmt

Em Mato Grosso, toda a produção de algodão é colhida mecanicamente. As poucas lavouras “adensadas”, geralmente são colhidas com máquinas de tipo “stripper” de pente ou “picker-VRS”.

No mais, todo o restante do algodão de Mato Grosso foi colhido em 2019 com máquinas de tipo “picker”, em sua maioria, máquinas de “rolinho” da John Deere (*Figura 1*).

(Imagem: Jean-Louis Bélet)



Figura 1. Máquina JD 7760

O modo de operar as diversas máquinas, sua manutenção e regulagem são de importância fundamental na preservação da qualidade da fibra.

1. Plataformas de colheita de tipo “picker”

O princípio de funcionamento é o seguinte: a pluma de algodão da linha vem de encontro à unidade e, quando

o algodão entra em contato com os fusos recolhedores, as placas laterais passam a pressionar a planta sobre as barras de grade (costelas), que geram uma divisão de fluxo de algodão. Os tambores (*Figura 2*) são equipados com barras de fusos articulados, que, com movimentos de rotação, extraem o algodão dos capulhos com o mínimo possível de impurezas.

Obs.: Este capítulo foi atualizado por Jean Belot e resumido a partir do texto da última edição de 2014, que contou com autores adicionais. Mais detalhes no Manual de Qualidade da Fibra da Ampa, 2018.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 2. Tambor de colheita de tipo “picker” de fusos, sem as tampas laterais

Dependendo do modelo da máquina, as barras podem conter entre dezoito e vinte fusos. Depois de enrolar o algodão, por meio de um sistema de pista (trilho ou came), as barras deslocam os fusos até o eixo desfibrador. O desfibrador de alta rotação faz o giro anti-horário de 180 graus sobre o fuso, retirando a maioria do algodão, mas ainda sobram minúsculos restos de fibrilha, que são retirados pelas escovas (sistema umidificador). No sistema em linha, os tambores giram no sentido anti-horário, e o fuso no sentido horário. Após esse processo, o algodão é transportado por dutos por sucção, gerada por uma corrente de ar criada pelo ventilador do sistema de ar.

2. Principais recomendações para uma colheita de qualidade

Para realizar uma colheita de qualidade, é necessário respeitar várias recomendações,

desde o manejo da lavoura até as operações de colheita.

2.1 Preparo da lavoura para a colheita

A escolha da variedade pode incidir na qualidade da colheita. Características como pilosidade das folhas, tamanho das brácteas ou aderência do algodão ao capulho podem afetar tanto a carga de impurezas do algodão como a eficiência da colheita e a porcentagem de perdas.

Como comentado nos capítulos anteriores deste manual, manejo de altura das plantas, lavoura limpa — sem plantas daninhas — e desfolha adequada têm papel importante na qualidade da colheita (*Figura 3*). É importante ressaltar ainda que a contaminação do algodão por picão-preto ou sementes de outras plantas daninhas pode gerar descontos significativos no momento da comercialização.



Figura 3. Lavoura em Sapezal/MT, adequadamente preparada para a colheita

2.2 Manutenção das máquinas

Grandes problemas de falhas prematuras e de baixo desempenho poderiam ser evitados se os encarregados pelo maquinário optassem por fazer o uso correto dos manuais técnicos dos equipamentos. Esses manuais revelam particularidades como especificações de lubrificantes, produtos nocivos à pintura, chapas metálicas ou plásticas, bem como a maneira correta de limpeza e manutenção da eletrônica embarcada, cada vez mais presente nos equipamentos agrícolas. Constam nelas ainda informações sobre a frequência das manutenções e os consumos de combustível e água/detergente para o sistema umidificador, entre vários outros detalhes.

2.3 Regulagens gerais das máquinas

Muitas informações e figuras foram

extraídas dos Manuais da John Deere.

Após a manutenção básica diária da máquina, como lubrificação e abastecimento, começa a verificação técnica dos mecanismos operacionais da colhedora de algodão: unidades de colheita (tambores), dutos de saída e tubos de elevação, turbinas de ar, pentes de limpeza e telas do cesto, sistema de descarregamento e proteção contra incêndio. A calibragem correta dos pneus garantirá que a estabilidade da máquina e a altura de colheita nas linhas de extremidade se mantenham, principalmente em máquinas montadas para colher em espaçamentos largos.

2.3.1 Recomendações gerais de regulagem dos tambores

As unidades de uma colhedora de algodão devem ser inclinadas para facilitar a retirada do algodão dos capulhos

do baixeiro da planta. A parte inferior da unidade deve estar a aproximadamente 25 mm acima da superfície do solo; a adequação dessa inclinação deve-se ao fato da ocorrência de um ligeiro movimento vertical relativo entre a entrada e saída das plantas colhidas. Essa inclinação proporciona alinhamentos diferentes dos eixos dos fusos dos tambores dianteiros e traseiros, fazendo com que entrem em contato com todas as alturas das plantas, o que acarreta maior eficiência na colheita, além de permitir um alívio na carga de lixo na parte traseira, reduzindo o acúmulo de folhas e restos vegetais.

O tambor dianteiro deve colher a 19 mm mais baixo que o traseiro. Ele já vem ajustado de fábrica nessa medida, que é de 584 mm de centro a centro do pino; a medida deve ser ajustada no campo, principalmente quando a colheita for feita em solos macios.

2.3.2 Dutos de saída e tubos de limpeza

Eles devem estar livres de graxa e restos de plantas, para evitar o embuchamento. Devem também estar bem fixados, pois esse sistema trabalha a vácuo, o que garante a sucção do algodão na primeira porção, evitando o desgaste excessivo dos desfibradores e os embuchamentos.

2.3.3 Turbinas de ar

Verificar a tensão das correias e a lubrificação das turbinas conforme o manual da máquina.

2.3.4 Pentes de limpeza e telas do cesto

Os pentes de limpeza são, com as telas, responsáveis pela limpeza do algodão já colhido. É importante regulá-los para que o algodão percorra o máximo da área de limpeza oferecida pelos pentes.

2.3.5 Sistema de descarregamento e proteção contra incêndios

A tensão das correntes descarregadoras deve ser verificada para garantir que elas não saiam das guias. Verificar o sistema de proteção contra incêndio.

2.4 Regulagens específicas

2.4.1 Placas de pressão

As placas de pressão devem pressionar as cápsulas vegetais e o algodão aberto contra os fusos. Elas devem ter a capacidade de afastar-se e proteger os fusos dos danos causados pelos grandes volumes de plantas, talos de grande diâmetro ou pedras que passam por cada unidade de linha. As placas são articuladas e apoiadas por molas ajustáveis (*Figura 4*), e o aperto dos eixos das molas de retenção aumenta a pressão aplicada na placa. Em algumas condições, há necessidade de colocação de placas de raspagem pela parte interna da placa de pressão, promovendo um contato mais agressivo dos capulhos na entrada e saída das plantas.

As condições de cultivo do algodão são diferentes nas diversas regiões do Estado de Mato Grosso. As plantas de algodão cultivadas em condições secas tendem a ser mais curtas e largas, com a maior parte da produção concentrada na parte inferior em 0,50 m. Às vezes, a passagem de grande volume de algodão concentrado no meio das unidades faz com que aumente a perda a campo. As recomendações gerais são inicialmente de ter as placas de pressão muito soltas e, depois, apertá-las o necessário para melhorar a eficiência da colheita.

Se a lavoura apresenta maturação homogênea, a regulagem da pressão das placas compressoras deve ser de forma que estas retirem o máximo de plumas, sem atacar mecanicamente a planta, pois, assim, ela soltará galhos e restos de capulhos, diminuindo a qualidade do produto. Se as placas estiverem com uma pressão muito alta, elas podem derrubar os capulhos ainda com as plumas, aumentando as perdas antes da colheita. Como os rotores dianteiros colhem em média 75% do algodão, um operador prudente regula as placas traseiras sempre um pouco mais apertadas, pois a planta vai chegar mais 'magra' aos rotores traseiros.

(Imagem: John Deere e Jean-Louis Bélot)



Figura 4. Regulagem* das placas de pressão

**As regulagens das placas de pressão são de dois furos na frente e três furos atrás para a primeira apanha. Uma vez que aproximadamente 75% do algodão é colhido no tambor dianteiro, deve-se manter maior pressão atrás. Para o algodão muito adensado, recomenda-se iniciar com pressão menor, ou seja, 1,5 orifício na frente e dois atrás. Caso seja necessário, aumentar em incrementos de 1/2 orifício, iniciando-se pelo tambor traseiro.*

Folga entre a placa de pressão e o fuso

A folga entre os fusos e as placas de pressão deve ser de 3 a 6 mm (Figura 5). Recomenda-se deixar em torno de 4 mm. Caso esse espaço seja menor que o especificado, os fusos podem tocar nas placas, gerando fagulhas, com risco de incêndio no algodão em caroço colhido.

Quanto mais pressão a placa dianteira tiver, maior será a eficiência na retirada da pluma, porém maior será também a presença de galhos e impurezas (casquinhas e folhas) no algodão colhido. Por isso é necessário regular a placa de acordo com as características da variedade, da produtividade e da altura da cultura, de forma a reduzir as perdas quantitativas e qualitativas do algodão.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)

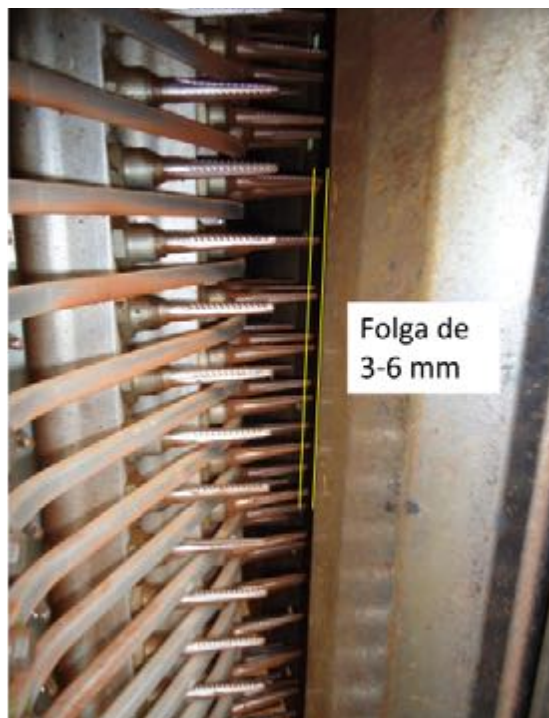


Figura 5. Regulagem da folga entre os fusos e a placa de pressão

2.4.2 Placas de raspagem

Recomenda-se a instalação das placas de raspagem somente no tambor traseiro em circunstância em que a fibra for difícil de retirar do capulho (presença de carimã ou algodão escorrido). Portanto, quando a máquina for montada nova, não instalar a placa, mas verificar,

primeiramente, as condições do algodão.

Com a placa de raspagem instalada (*Figura 6*), põe-se carga nos desfibradores e fusos, o que ocasiona também um desgaste acentuado. Verificar sempre se há folga suficiente entre os fusos e as placas, se estas forem instaladas.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 6. Placa de raspagem montada no tambor traseiro

2.4.3 Desfibradores

A função dos desfibradores é a de remover o algodão em caroço dos fusos com um desenrolamento, limpando e tirando em direção à extremidade do eixo. A velocidade de superfície do pente é muitas vezes mais rápida do

que a da superfície de rotação do eixo.

Os desfibradores devem manter uma distância de aproximadamente 1 mm em relação ao fuso, conforme *Figura 7* e, quando estiverem desgastados, a coluna deve ser retirada e levada para ser lixada em uma bancada especial.

(Imagem: John Deere)

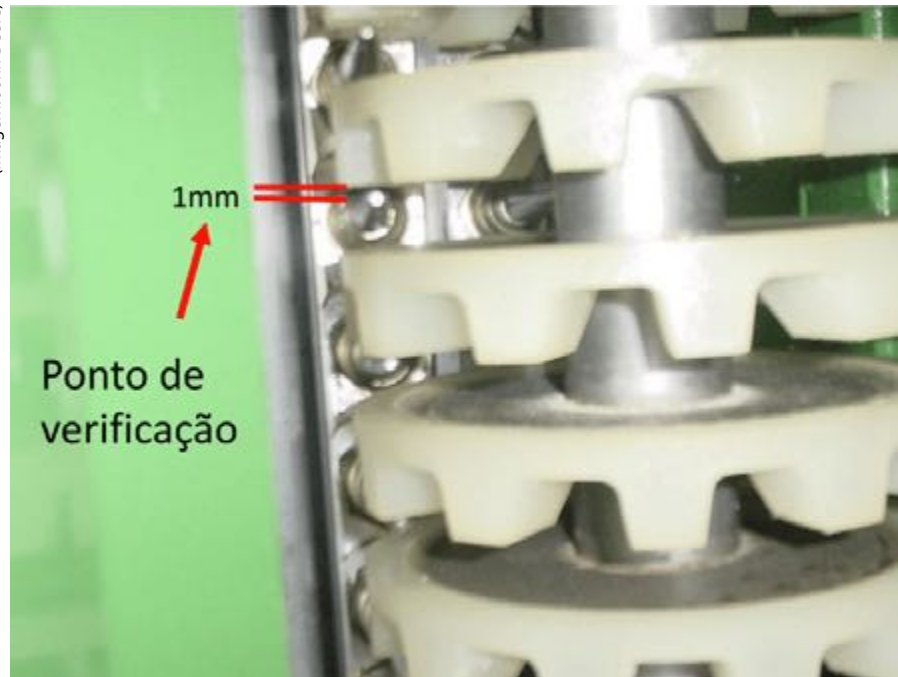


Figura 7. Ajustes entre fusos e desfibradores

2.4.4 Ajuste de barra de grade (costelas)

Depois da revisão, deve-se sempre verificar a distância das costelas em relação ao fuso (Figura 8), porque

qualquer atrito pode resultar em início de incêndio. Elas podem ser reguladas soltando-se os parafusos da lateral, com o uso de chave 15 mm.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)

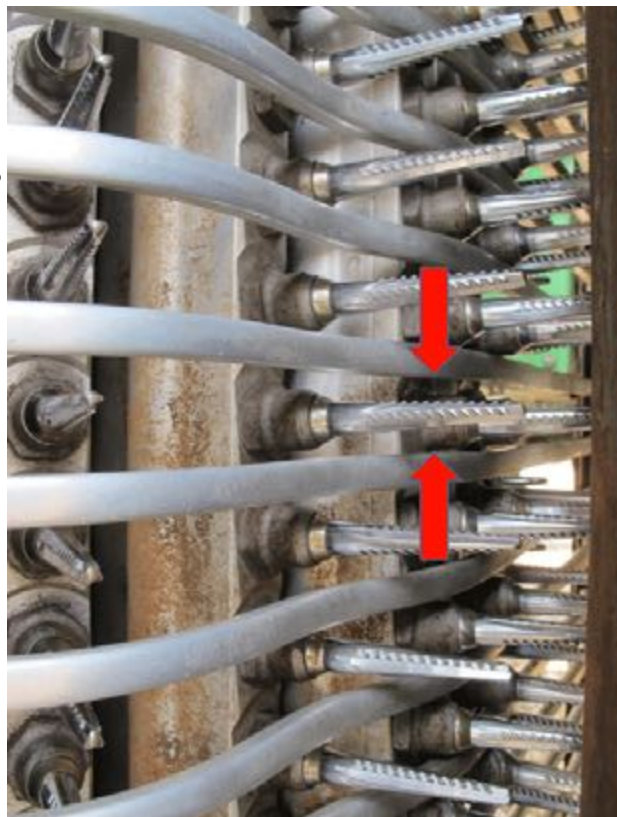


Figura 8. Posicionamento dos fusos entre as barras

Os fusos trabalham com as costelas para executar a limpeza centrífuga, muito parecida com um descarçador de algodão. Essas dicas serão úteis para manter uma boa colheita:

- As costelas mal-espaçadas, danificadas ou soltas podem entrar em contato com os fusos, contribuindo para aumentar o desgaste e provocar incêndios;

- A ausência de costela(s) permitirá a passagem de galhos, folhas e outros contaminantes no momento da colheita, produzindo um algodão sujo;

- Inspeccionar os suportes e os parafusos nas extremidades das costelas quanto ao desgaste e, caso, seja necessário, providenciar a substituição.

2.4.5 Levantadores de baixeiro (guia de plantas)

Os levantadores de plantas devem flutuar

de acordo com o relevo da superfície do solo, guiando suavemente os capulhos abertos da parte inferior da planta para a unidade. Eles precisam estar regulados a uma altura de 25 mm da superfície do solo; entretanto, o operador deverá ficar atento à presença de impurezas. Não se recomenda instalar esses levantadores quando a carga da planta for suficientemente alta.

2.4.6 Ajuste da altura da coluna umidificadora

O objetivo do sistema de umedecimento do fuso é promover limpeza constantemente sobre os eixos para remover gomas e resinas das plantas; tal procedimento ajuda a manter os fusos agressivos e torna mais fácil a retirada da pluma. A solução remove os resíduos de plantas e de pluma, bem como realiza uma limpeza no fuso. Uma solução de limpeza com a concentração correta é essencial para o bom funcionamento do equipamento.

(Imagem: Jean-Louis BÉLOT)



Figura 9. Posição das escovas umidificadoras em relação aos fusos

As escovas da coluna umidificadora devem tocar nos fusos (*Figura 9*); deve haver uma pequena flexão, pois elas devem tocar tanto nos fusos superiores como nos inferiores.

Quando remover as escovas? As escovas devem ser substituídas quando estiverem com as cerdas rasgadas ou desgastadas. Para um ótimo desempenho, elas devem estar reguladas corretamente, e os orifícios de fluxo da água desobstruídos.

É importante salientar que certas regulagens devem ser conferidas ao longo do dia, principalmente em função das condições dos talhões colhidos. Mudanças de regulagens (fusos-placas ou fusos-barras) podem ser a origem de incêndios das máquinas.

2.5 Fusos

Os fusos são responsáveis pela retirada da pluma do algodão do capulho. Há tendência de os fusos da parte inferior do tambor sofrerem mais desgaste que os da parte superior, pelo fato de estarem mais próximos do solo, fazendo com que tenham um desgaste diferente nas barras, conforme as características de cultivo.

Os desgastes dos fusos podem reduzir a eficiência da colheita; quando identificado o desgaste, é necessária a substituição imediata do fuso, quando estiver quebrado ou com as farpas arredondadas ou quebradas — 10%; em caso de dúvidas, rodar o fuso na palma da mão, se estiver em boas condições vai penetrar na pele.

2.6 Ajuste do controle de altura da unidade

Regular o controle de altura de acordo com a altura do algodão no pé. As sapatas devem tocar o solo e não ará-lo. Ao ajustar o controle de altura, quanto mais comprimida for a mola, mais alto será feita a colheita. Há um limite de compressão da mola, que, ultrapassado, fará

com que a resposta do sistema seja muito lenta. Recomenda-se ajustar a altura com a máquina no campo, pois, nessas circunstâncias, o óleo está quente, e o sistema responderá mais rápido. Ajustar as mesmas dimensões em todas as válvulas.

2.7 Sensor de monitoramento da porta

O fluxo de algodão dentro das unidades de colheita é monitorado com um sensor próximo aos desfibradores, que envia um sinal ao painel da máquina, alertando o operador de possíveis problemas no fluxo de algodão.

3. Condições de umidade durante a colheita

A colheita precisa ser realizada nas melhores condições de umidade possíveis, a fim de evitar a deterioração do potencial de qualidade de fibra elaborado a campo. Por ocasião da colheita, é comum as fazendas buscarem a máxima utilização das máquinas disponíveis, a fim de não deixar o algodão com os capulhos abertos expostos às condições do clima.

Porém, é importante levar em consideração o efeito da umidade sobre a qualidade do algodão em caroço colhido com colhedoras mecânicas. Muitos trabalhos técnicos já apresentaram uma série de considerações sobre a influência da umidade no algodão em caroço em relação ao processo de colheita e à qualidade da fibra. A decisão do início da colheita do algodão depende da umidade do algodão em caroço na planta.

3.1 Umidade e qualidade do algodão colhido

A umidade da fibra do algodão colhido mecanicamente **não deve ser superior a 8%**, para não ocasionar “encarneamento” (*Figura 10*), degradação das fibras, amarelecimento e manchas que podem ocorrer por conta de fungos.



Figura 10. Capulhos colhidos com umidade acima da recomendada

Alterações na cor são causadas por microrganismos que proliferam com o aumento da temperatura e da umidade, sendo que isso pode ocorrer mesmo após a formação dos módulos. O algodão colhido com umidade superior a 16% sofrerá perdas, mesmo que descarado imediatamente.

O monitoramento de umidade deve ser constante, principalmente no início e ao final do dia, ocasiões em que a umidade pode mudar abruptamente, em poucos minutos, principalmente à noite, por conta da presença de orvalho, fazendo com que a temperatura caia rapidamente. O monitoramento da umidade do algodão em caroço é essencial, e, com o aumento do uso dos fardos redondos, é necessária uma atenção especial, em função das características da construção desse módulo.

3.2 Umidade e armazenamento

A temperatura dos fardos de algodão deve ser verificada diariamente, em seis locais diferentes, durante os primeiros 5-7 dias após a colheita. Depois desse período, o monitoramento da temperatura pode ser realizado a cada três ou quatro dias, conforme a variação da temperatura.

Nos fardos que são colhidos na umidade segura para armazenamento, a temperatura geralmente aumenta em torno dos 10°C a 15°C nos primeiros 5-7 dias. Caso ocorra aumento superior a 20°C acima da temperatura ambiente, isso significa problemas na construção do módulo por conta da umidade, indicando que o fardo deve ser descarado imediatamente, evitando perdas importantes na qualidade da fibra.

Todos os módulos prensados e fardos redondos devem ser inspecionados após a ocorrência de chuvas e, caso seja constatado vazamento de água para o interior dos módulos, a recomendação é proceder ao descarçamento o mais rápido possível.

3.3 Umidade e perdas na colheita

Em diversas publicações, fica demonstrado que a eficiência da colhedora é reduzida quando o algodão está úmido, além de causar danos às fibras.

4. Formando e armazenando os módulos

Os módulos cilíndricos utilizam um mecanismo semelhante ao de uma enfardadeira de feno circular; seu funcionamento é altamente automatizado,

exigindo o mínimo de interação do operador. Os módulos redondos são cobertos com uma película de polietileno modificado, que protege tanto o algodão quanto a semente, proporcionando uma força de compressão para manter a densidade do módulo. O sistema de controle de formação manipula a embalagem dos módulos; quando o invólucro for concluído, o módulo é ejetado sobre o transportador na parte traseira da máquina, como mostrado na *Figura 11*. A principal ação do operador

em relação aos módulos é decidir quando deixará cair o módulo transportado. Normalmente, o módulo é descarregado no final do talhão para facilitar o carregamento em caminhões adequados para o transporte até as algodozeiras. Se o rendimento é muito elevado, ou os comprimentos de linha forem longos, pode ser necessário soltar os módulos no meio do talhão. Essa ação não tem impacto sobre o funcionamento dos fusos, entretanto, pode perfurar ou rasgar o plástico.

(Imagem: Remido Mion)



Figura 11. Módulo ejetado sobre o transportador na parte traseira da máquina

No caso dos fardões elaborados com prensas (Figura 12), a limpeza do solo onde eles serão constituídos é importante para não contaminar sua base; os pés de algodão são cortados com

facão, a prensa posicionada em seu lugar. Quando constituído, o fardão é coberto por uma lona, amarrado com corda e deixado no local até seu transporte para a algodoeira.

(Imagem: Jean-Louis Bélot)



Figura 12. Algodão colhido e armazenado com fardões

É importante vistoriar periodicamente os fardões deixados na lavoura, a fim de detectar eventual início de incêndio que se pode revelar até quatro ou cinco dias depois da colheita, ou para evitar fermentações no caso de uma colheita úmida. No caso dos fardinhos colhidos pelas máquinas JD 7760, é importante que o operador os descarregue na beira do talhão, a fim de não

prejudicar as operações de destruição de soqueira, realizadas na sequência.

Na lavoura ou nos pátios das algodoeiras, é recomendado que os rolinhos/fardões sejam armazenados em pilhas descontínuas, a fim de limitar a propagação do fogo em caso de incêndio (Figura 13). Deve-se evitar armazená-los sob linhas de energia elétrica.



Figura 13. Incêndio em rolinhos armazenados de forma contínua

5. Medidas de seguranças

As colheitadeiras de algodão são máquinas complexas, delicadas, caras e perigosas quando funcionam, por isso merecem atenção particular para sua manutenção e durante seu uso. É imprescindível a capacitação dos operadores por meio de treinamentos, cursos ministrados pelos fabricantes, por escolas especializadas ou por associações de produtores.

Quando a máquina funciona, deve-se manter em perfeito estado o sistema de contenção de incêndio; recomenda-se que a máquina seja acompanhada ao longo do dia por um tanque de água, caso ocorra um início de incêndio. O custo dessa operação é muito baixo em relação ao valor de uma máquina.

No momento das operações de limpeza periódicas ao longo do dia, os operadores das máquinas devem seguir as seguintes regras de segurança:

- Ninguém pode permanecer na plataforma da máquina quando esta

estiver em funcionamento;

- Prestar atenção aos operários que ficam na lavoura enquanto a máquina manobra;

- Não operar a máquina quando o cesto for levantado;

- Levantar os tambores ao máximo enquanto são manobrados;

- Em terrenos irregulares, a máquina deve ser conduzida em marcha lenta;

- Evitar frear bruscamente, o que pode ocasionar danos aos tambores;

- Não realizar lubrificação ou limpezas embaixo da máquina com o motor ligado. A única exceção é quando se usa o controle remoto para acionar as cabeças de colheita para inspeção;

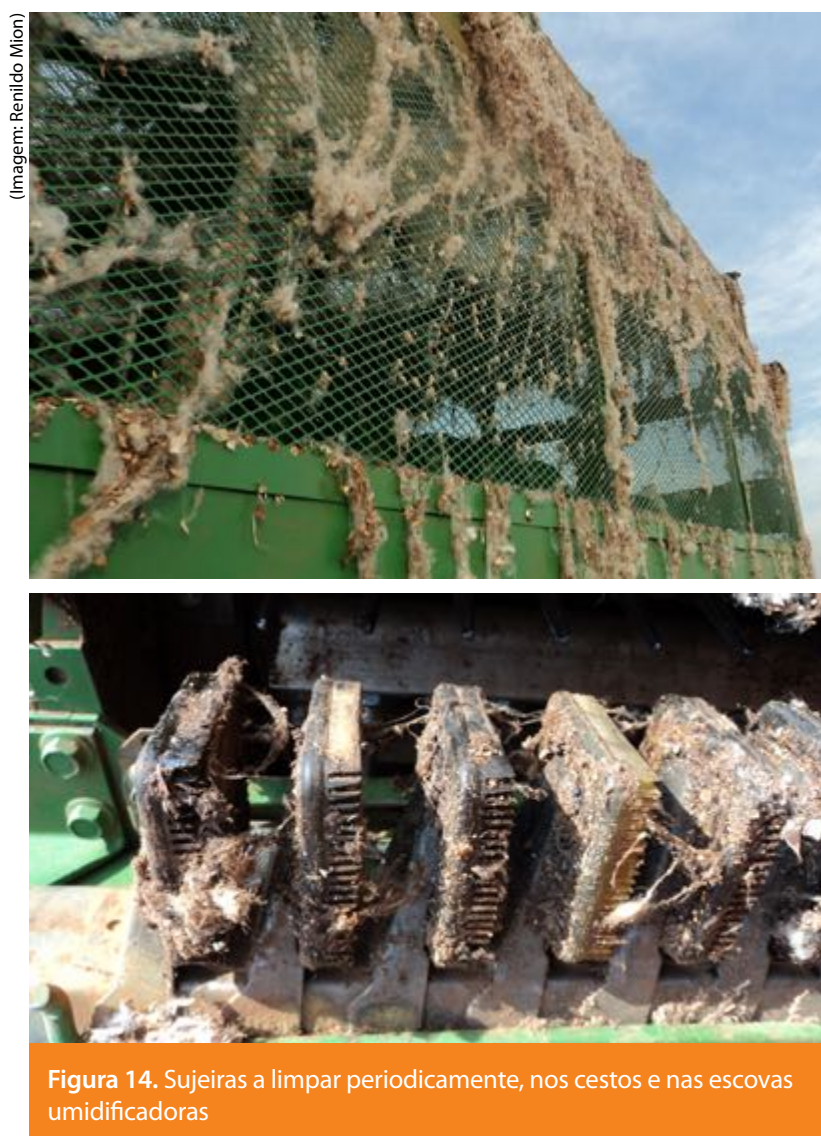
- Não operar a máquina sem as placas de proteção e extintores em perfeito estado de funcionamento;

- Limpar folhas secas e algodão eventualmente presentes no motor, a fim de evitar incêndios;

- Não tentar apagar o fogo no cesto; derramar imediatamente o algodão no chão.

Principais recomendações para uma colheita preservando a qualidade

- Manejar a altura das plantas a fim de colher o algodão com altura no máximo 1,5 vez o valor do espaçamento entre linhas, sendo recomendado o limite de 1,30 m a 1,40 m para espaçamento de 0,90 m;
- Colher a lavoura sem infestação de plantas daninhas (principalmente picão-preto, corda-de-viola etc.);
- Colher a lavoura devidamente desfolhada e com capulhos abertos (mínimo de 90% a 95% dos capulhos abertos), sem rebrotes de folhas;
- Utilizar colhedoras devidamente revisadas e com regulagens adequadas para as condições de campo, respeitando as normas dos fabricantes;
- Realizar a limpeza periódica das máquinas durante a colheita, principalmente grades e cestos, evitando a contaminação do algodão colhido;
- Armazenar os módulos prensados ou fardos em rolo em lugares adequados, preferencialmente na beirada dos talhões, principalmente quando tiverem de permanecer no campo por longos períodos.



Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores



**Jean-Luc
Chanselme**
Cotimes do Brasil

Preservar a qualidade da fibra no beneficiamento

A fibra de algodão tem seu potencial de qualidade máximo na abertura do capulho. Várias degradações acontecem antes e durante a colheita; o beneficiamento melhora certas características enquanto afeta outras de forma negativa. Por exemplo, a limpeza do algodão em caroço e da fibra remove matéria estranha, enquanto tratamentos térmicos ou mecânicos a danificam. De modo geral, o beneficiamento tem um efeito potencial muito importante na qualidade da produção.

As principais características da fibra impactadas pelo beneficiamento são os parâmetros de comprimento, a resistência, a cor, as impurezas, os *neps* e a contaminação. O tratamento mecânico causa rupturas na fibra, diminuindo-lhe o comprimento comercial e a uniformidade e aumentando a taxa de fibras curtas. A resistência é diminuída por alteração da estrutura molecular da celulose em caso de

excesso de secagem e aquecimento. A preparação (encarneamento) (*Figura 1*) pode aparecer em níveis diferentes do processo, por processamento forçado (cargas altas, máquinas em mau estado) ou condições inadequadas (matéria muito úmida); os *neps* de fibra (nós) aparecem progressivamente ao longo da sequência de máquinas enquanto os *neps* de casca de caroço (*seed-coat fragments - SCF*) são gerados no descaroçador, especialmente em condições de baixa umidade da semente. O processo de descaroçamento remove alguns contaminantes vegetais e minerais, mas pode gerar contaminantes orgânicos, como óleos e gorduras.

A classificação instrumental da fibra gera uma maior visibilidade do efeito do beneficiamento nos parâmetros de qualidade, reforçando o papel do beneficiador e sua responsabilidade a favor da qualidade das produções de algodão.

(Imagem: Cotimes)



Figura 1. Fibra apresentando preparação

Obs.: Este capítulo foi atualizado e resumido a partir do texto da última edição de 2014, que contou com autores adicionais. Mais detalhes no *Manual de Beneficiamento do Algodão, 2014* e *Manual de Qualidade da Fibra da Ampa, 2018*.

(Imagem: Cotimes)



Figura 2. Desmanchador fixo



Figura 3. Fibra beneficiada pelo desmanchador

Impacto das etapas do processo e recomendações

1. Descarregamento e alimentação do processo

O descarregamento é realizado por desmanchadores de módulos; o desmanchador utiliza cilindros rotatórios de pinos ou facas para desmontar a massa de algodão. No caso do desmanchador fixo (Figuras 2 e 3), o algodão cai por gravidade em um dispositivo de regulação de fluxo ou sai lateralmente, em geral por uma fita. No caso do desmanchador móvel, o algodão é coletado na parte baixa da máquina por uma rosca e levado a uma correia/fita, que o transporta até o ponto de sucção para o processo. Os desmanchadores de fardões geram muita poeira.

Ao descompactar o algodão em caroço do fardão, os pinos dos rolos desmanchadores arrancam fibra, soltando mechas observáveis no algodão depositado na fita lateral; é um inconveniente do desmanchamento que não existe com os telescópios. Essas mechas soltas, em sua maioria, perdem-se no decorrer do processo (principalmente nos batedores que trabalham com sucção) ou chegam aos descarçadores, onde se encarneiram, reduzindo o tipo da fibra produzida. Velocidades maiores aumentam o beneficiamento pelos pinos e afetam negativamente a apresentação da fibra.

O desmanchador móvel é frequentemente equipado de um batedor acoplado; a taxa de sujeira fina eliminada é alta, o que explica o sucesso dessa adaptação. No entanto, nas adaptações existentes, a seção batedora não pode ser desviada, o que apresenta um inconveniente grande no caso do algodão úmido, que é batido e rolado pelos pinos sem possibilidade alguma

de secagem, o que provoca o encarneiramento da fibra e de sua sujeira, que fica mais difícil de separar nas demais etapas de pré-limpeza, aumentando, no final, as perdas de fibra no limpador de pluma.

Recomendações

- Dispor um sistema de catação de poeira na cabeça do desmanchador (Figura 4);
- Isolar os desmanchadores da sala do processo de beneficiamento por uma parede vedada para evitar a contaminação do ambiente de trabalho e do algodão;
- Evitar fardões muito compactados;
- Limitar as rotações de rolos desmanchadores a 360 RPM;
- Preferir o acréscimo de uma segunda etapa de pré-limpeza ao acréscimo de um batedor no desmanchador.

A heterogeneidade da densidade nos módulos e o uso de módulos cilíndricos com desmanchadores fixos geram fortes variações do fluxo de matéria que desfavoráveis à homogeneidade e à eficiência da secagem e da pré-limpeza, com risco de sobresecar a fibra com conseqüente perda de resistência. Um dispositivo de regulação de fluxo (Figura 5) permite liberar para o processo um fluxo regular e controlado; o dispositivo justifica-se para qualquer processo e capacidade e é indispensável para as instalações de capacidades média e alta.

(Imagem: Cotimes)



Figura 4. Sistema de catação de poeira no desmanchador móvel

(Imagem: Cotimes)



Figura 5. Torre de regulação de fluxo montada em cima do chão

Recomendações

- Torre de regulação com secção de armazenamento (pulmão) e secção dosadora com dispersor;
- Automação da alimentação, integrando desmanchador, torre de regulação e sobra.

2. Gestão da unidade

As algodoeiras recebem matéria-prima com níveis de umidade muito variáveis (4-20%). O algodão em caroço de umidade alta pode causar embuchamentos e danos aos equipamentos; fica difícil de abrir, não pode ser adequadamente limpo e resulta em rendimentos de fibra baixos e fibra de aspecto encarniado, com graus baixos; o algodão seco demais gera eletricidade estática e embuchamentos. Limpar-se-á facilmente, mas quebras de fibra ocorrerão sob efeito dos tratamentos mecânicos violentos no descarçador e no limpador de pluma; o controle da umidade

no decorrer do processo gera lucro, pela eficiência do beneficiamento (produtividade) e pela qualidade da fibra produzida.

2.1 Secagem do algodão em caroço

Um sistema de secagem bem desenhado e dimensionado facilita a limpeza e a abertura do algodão em caroço, melhora o brilho e reduz as impurezas e o encarneamento; uma secagem exagerada resulta em perda de resistência, redução do comprimento e amarelamento da fibra. Corretamente operado, o sistema não apresenta risco para a fibra; a secagem deve ocorrer o mais cedo possível, antes de qualquer tratamento mecânico, porém, para secar, o algodão em caroço deve ser bastante aberto.

O princípio da secagem é colocar o algodão em contato com uma corrente de ar quente.

Vários fatores influenciam a secagem:

- A temperatura e a umidade do ar: quanto mais quente e seco o ar, maior o potencial de remoção de umidade da fibra;
- O volume de ar disponível: haverá maior potencial de secagem quanto maior for a relação ar/algodão;
- O tempo de contato entre o algodão e o ar: a

quantidade de água retirada da fibra aumenta com o tempo de exposição;

- O deslizamento do ar sobre o algodão favorece a troca de vapor de água por convecção;
- A abertura do algodão: o algodão em caroço aberto seca mais rapidamente.

O sistema de secagem comum usa uma fonte de calor (queimador e ventilador), tubulações, um secador (torre de secagem) e um dispositivo de separação (batedor). Equipamentos complementares são importantes para operar o sistema, como medidores, sensores e controladores.

A fonte de calor condiciona a eficiência do sistema de secagem; ela deve ser adaptada a grandes fluxos de ar e ter tempo de resposta muito curto para poder adaptar a temperatura do ar às variações de umidade do algodão, preservar a fibra e gastar a energia justa necessária. Por isso sistemas a gás (*Figura 6*) ou petróleo são mais adaptados que sistemas que se valem de vapor de caldeira, e queimadores de tipo cortina são preferidos aos de tipo canhão. Os queimadores utilizados nas algodoeiras têm poder calorífico entre 250 mil e 4 milhões de kcal/h.

(Imagem: Cotimes)



Figura 6. Queimadores a gás

(Imagem: Cotimes)



Figura 7. Trocador de calor



Figura 8. Secagem com torre sem gavetas em linhas duplas

Com a evolução do conceito da secagem moderna, as torres de gavetas baixas (20 cm) são cada vez menos utilizadas no mundo. A torre de gavetas altas de alto volume usa espaçamentos maiores entre gavetas (até 69 cm) para aumentar a capacidade e serem utilizadas em sistema de secagem por sucção; existem vários modelos de secadores sem gavetas (*Figura 8*), que sempre utilizam a agitação do algodão no ar quente para combinar abertura e secagem, gerando um deslizamento significativo entre o algodão e o ar. O secador de fluxo vertical é muito eficiente, pois combina vários fatores favoráveis à secagem, como grande volume de ar, tempo de contato entre o ar quente e o algodão, alto deslizamento entre o ar e o algodão nas barras inclinadas e grande abertura da massa de algodão.

Sem isolamento do secador e das tubulações, só uma proporção baixa (20%) da energia calórica gasta é utilizada para secar a fibra.

Recomendações para secagem

- Instalar sensores de temperatura

(PT100 ou Termopar) no ponto de mistura e na entrada da torre com displays no painel de controle;

- Isolação das tubulações e das torres de secagem com lã de rocha ou de vidro para conseguir economia de combustível de até 30%;
- Manter o sistema perfeitamente vedado. Evitar hot-box, que deixa entrar ar frio pela frente;
- Medir manualmente a umidade do algodão várias vezes durante o descarregamento de um mesmo fardão e a umidade relativa do ar. Ajustar a temperatura de secagem de acordo, para atuar em temperatura mínima;
- No caso do controle manual, é indispensável montar uma tabela específica da usina, que indica a temperatura de ar a ser utilizada em função da umidade do algodão em caroço e umidade do ar;
- Para conseguir a umidade certa para a limpeza do algodão em caroço (5%), a secagem deve ser aplicada a partir de uma umidade de fardão de 7%. Abaixo desse valor, um leve

aquecimento pode ser aplicado para homogeneizar a umidade, afofar a fibra e facilitar a circulação da matéria nas máquinas;

- As temperaturas utilizadas devem ser razoáveis (70-110°C). A temperatura em qualquer porção do sistema não deve exceder a 170°C.

2.2 Umidificação do algodão em caroço

A umidificação do algodão em caroço tem como objetivo devolver umidade à fibra, para

que ela possa suportar melhor as agressões mecânicas do descarçador e do limpador de pluma; nas áreas tropicais secas, é uma operação essencial para minimizar as quebras de fibra. Todos os estudos mostram que a umidificação antes do descarçador tem um efeito positivo direto sobre o comprimento comercial e a taxa de fibras curtas. Pode-se ganhar 1/32 pol de comprimento e 2% de taxa de fibra curta quando a umidade da fibra do algodão em caroço aumenta em 2 pontos (Figura 9).

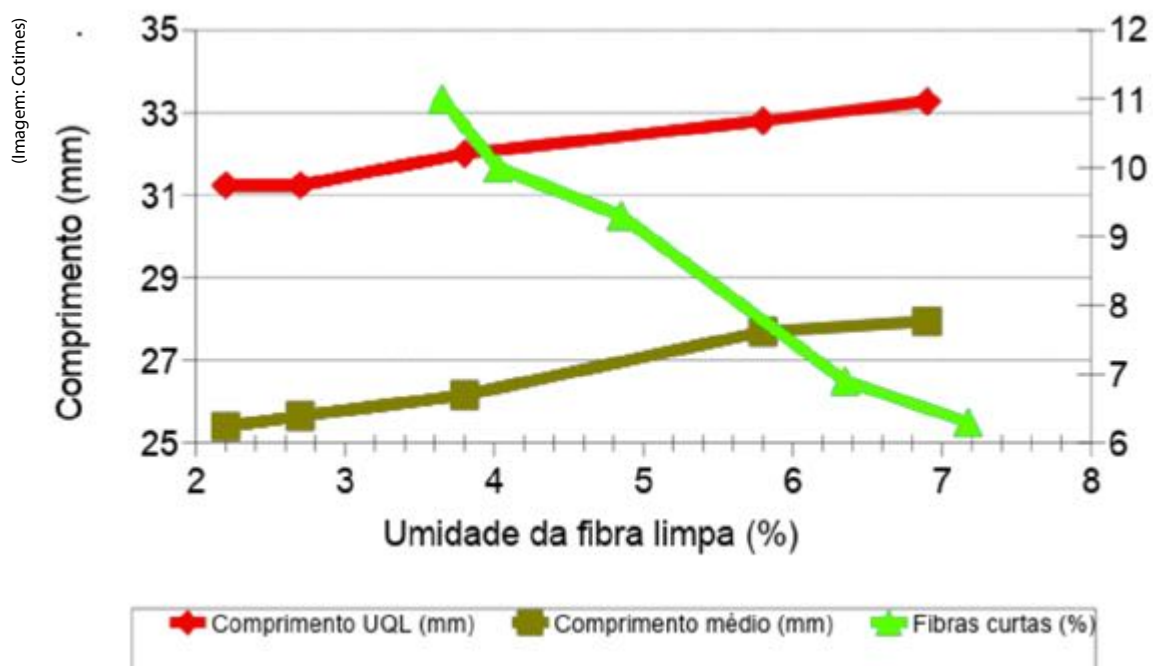


Figura 9. Comprimento de fibra e SFC em função da umidade



Figura 10. Caixas de umidificação do algodão em caroço (entrada dupla)

O interesse da umidificação do algodão em caroço permite melhorar o valor comercial da fibra, a produtividade e aumentar o rendimento de beneficiamento.

Dadas as baixas condições higrométricas durante a safra de beneficiamento no cerrado, umedecer o algodão em caroço é altamente justificado.

O dispositivo recomendado de umidificação do algodão em caroço consiste em injetar ar úmido e quente em caixas situadas entre a rosca distribuidora e cada alimentador de descarçador, onde o algodão fica bastante compactado e com andamento muito lento (*Figura 10*).

O sistema comporta um gerador de ar úmido com fonte de calor (queimador a gás ou petróleo, ou trocador de calor), um ventilador e uma caixa aplicadora por linha de beneficiamento.

O nível de umidade da fibra recomendado no algodão em caroço na saída dos alimentadores é de 6,5-8%. Umidades maiores protegem mais a fibra, mas reduzem o tipo comercial; umidades menores aumentam o tipo comercial, mas a fibra é danificada no descarçador e no limpador de pluma.

A eficiência da umidificação depende de vários fatores, como a diferença entre temperatura do ar úmido e temperatura do algodão, o volume e a velocidade relativa do ar quente, a duração do contato.

Recomendações para a umidificação do algodão em caroço

- Desenhar um sistema com possibilidade de equilibrar o fluxo de ar entre as caixas e com caixas de entrada dupla, com válvulas pneumáticas operadas por automação (em função da posição do peito do descarçador);
- Manter o sistema bem vedado e isolado termicamente;
- Manter o umidificador e as caixas de

aplicação limpos (limpeza cada turno);

- A limpeza do circuito de água e do umidificador como um todo é fundamental;
- Medir frequentemente a umidade do algodão na saída dos alimentadores;
- Ajustar as temperaturas de ar e de água no umidificador para ter a umidade de fibra desejada de 6,5-8% na entrada do descarçador;
- A regulagem e o display das temperaturas no umidificador devem ser instalados no painel de controle.

2.3 Umidificação da fibra antes da prensagem

A umidificação da fibra antes da prensagem tem como objetivo aumentar o peso dos fardos e o rendimento do beneficiamento e melhorar o funcionamento da prensa, diminuindo a pressão hidráulica necessária à prensagem em até 40%. A diminuição da pressão hidráulica:

- Reduz o tempo de prensagem (mais capacidade da prensa);
- Reduz a solicitação mecânica da prensa (menos paradas, menos manutenção);
- Reduz os picos de amperagem;
- Melhora o funcionamento e da qualidade da amarração;
- Aumenta o peso médio dos fardos (menos embalagens e custo de transporte).

A umidificação da fibra gera ganho de centenas de milhares de reais, mas a umidade deve ser aplicada de maneira uniforme, ou seja, regularmente repartida na manta de fibra toda e na forma de ar úmido e não na forma líquida. Aqui, trata-se de umedecer, e não de molhar; é frequente encontrar umidificação por aspersão de água na bica.

Recomendações para a umidificação da fibra antes da prensagem

- Umidificar a fibra até 8%;
- Não praticar aspersão da manta para evitar molhar a pluma e gerar problemas de proliferação microbiana, perda de grau ou até cartonagem das camadas de pluma do fardo (*Figura 11*);
- Umidificar com temperaturas baixas para evitar amarelamento da fibra.

3. Limpeza do algodão em caroço

O algodão em caroço contém sempre matérias estranhas incorporadas durante a colheita, sobretudo quando esta é mecânica: maçãs, cascas, caules, pecíolos, folhas verdes ou secas, gravetos, areia, poeiras. A limpeza do algodão em caroço tem por objetivo abrir e homogeneizá-lo, extraindo dele o máximo de matéria estranha antes da entrada no descaroador; esses dois aspectos são fundamentais para a qualidade e para o valor comercial.

Distinguem-se os batedores destinados a retirar os pequenos resíduos (fragmentos de folhas, areia etc.) e os extratores destinados a retirar resíduos mais grosseiros (caules, casquinhas).

Os batedores

Os batedores inclinados ou horizontais permitem abrir, espalhar e esponjar o algodão em caroço (*Figura 12*); ao mesmo tempo, a limpeza ocorre por agitação e fricção, que são mais eficazes quanto mais o algodão em caroço estiver seco. Os batedores que funcionam por sucção e com ar quente são os mais eficientes; nos sistemas de secagem, os batedores ajudam muito, por conta da abertura e da agitação do algodão no ar quente.

O batedor retira 50%-55% dos pequenos resíduos (folhas, fragmentos vegetais, poeiras e areia) e 10%-40% dos resíduos totais (*Figura 13*); ele é essencial para melhorar o tipo, dada sua ação direta e seu efeito, que beneficia etapas posteriores do processo.

Recomendações para batedores

- Ter uma boa vedação para evitar perdas de eficiência nos circuitos de sucção;
- Rotação de cilindros de pinos de 450 a 500 RPM;
- Espaçamento entre a ponta dos pinos e a

(Imagem: Cotimes)



Figura 11. Fardo molhado por umidificação por aspersão

(Imagem: Cotimes)



Figura 12. Pinos e grade de batedor

(Imagem: Cotimes)



Figura 13. Resíduos típicos de batedor

grelha (1/2 pol a 5/8 pol) em toda a largura da máquina;

- Capacidade normal de funcionamento limitada ao equivalente de 2,5 fardos/h/pé de largura;
- Limpar a grelha a cada turno e conferir estado e alinhamento das barras de grelha.

Os extratores (stick machines)

O extrator é dedicado a separar a sujeira grossa (casquinhas e caules) e comporta de um a dois cilindros extratores de serrilhas e um cilindro de serrilhas de recuperação (Figura 14). A limpeza do algodão

em caroço, aplicado sobre os rolos dentados por meio de escovas estáticas, ocorre por centrifugação e batimento sobre as barras; o extrator é geralmente alimentado por gravidade na saída de um batedor. A máquina geralmente pode ser desviada.

O nome HL, usado no Brasil para designar o extrator instalado nos processos antigos, vem de HLST, um extrator de três cilindros introduzido no Brasil pela Murray-Piratininga.

O extrator retira mais de 50% dos resíduos maiores (Figura 15) e é indispensável para o algodão em caroço de colheita mecânica; ele retira 20%-50% dos resíduos totais (colheita com picker).

(Imagem: Cotimes)



Figura 14. Escova, serrilhas e grade de extrator

(Imagem: Cotimes)



Figura 15. Resíduos típicos de extrator

Recomendações para extratores

- Rotação do(s) primeiro(s) cilindro(s) extrator(es): 330-400 RPM, conforme modelo;
- Rotações do rolo recuperador: 184-285 RPM;
- Folga recomendada 1/2 pol entre a ponta dos dentes de serrilha e as barras de batida (recomendamos uma folga de 3/4 pol no cilindro recuperador do HLST);
- Os dentes das serrilhas devem sempre ser extremamente afiados;
- As escovas fixas (aço ou nylon) devem ser firmes, pouco deitadas e tocar o fundo do canal de serrilhas;
- Capacidade de funcionamento é limitada ao equivalente a 2 fardos/h/pé;
- Limpar a grelha em cada turno e conferir estado e alinhamento das barras de grelha.

Alimentador de descaroador

O alimentador de descaroador recebe o algodão em caroço da rosca alimentadora; sua função, importante para a qualidade, consiste em alimentar o descaroador uniformemente e de forma regulada, garantindo uma limpeza e abertura complementares e finais do algodão em caroço. Os alimentadores modernos combinam limpeza e extração, e as regulagens padrões recomendadas são em geral as mesmas que as recomendadas para os batedores e extratores. Os alimentadores de tipo antigo Mitchell Standard e Super-Mitchell foram desenvolvidos antes da colheita mecânica; por terem uma eficiência limitada pela falta de rolos de pinos e verdadeiros cilindros extratores, é bom que eles estejam precedidos por duas etapas de pré-limpeza, cada uma com batedor e extrator.

Os alimentadores aproveitam de um algodão bem aberto, o que permite uma boa eficiência. Utilizado sozinho, o alimentador moderno pode tirar até 40% da matéria estranha do algodão em caroço, 70% da casquinha, 15 % do piolho e 40% de outras sujeiras (*Figura 16*).

(Imagem: Cotimes)



Figura 16. Resíduos típicos de alimentador moderno

Recomendações para alimentadores

Os alimentadores modernos combinam limpeza e extração, e as regulagens padrões recomendadas são, em geral, as mesmas que as recomendadas para os batedores e extratores.

No caso de alimentadores de tipo antigo:

- Instalar movimentação própria para ganhar em produtividade;
- Instalar motorreduzidores para movimentar os rolos alimentadores e ganhar em precisão de alimentação e regularidade de funcionamento dos descaroadores;
- Substituir as chapas furadas por grelhas de barras de 6-7 mm, espaçadas em 8 mm.

A sequência de limpeza do algodão em caroço (pré-limpeza) recomendada para os algodões colhidos mecanicamente com fusos no Brasil é (*Figura 17*):

- 1 sistema de cata-pedras;
- 2 etapas de pré-limpeza (cada uma com um extrator, no caso das usinas antigas);
- 1 extrator-alimentador por descaroador.

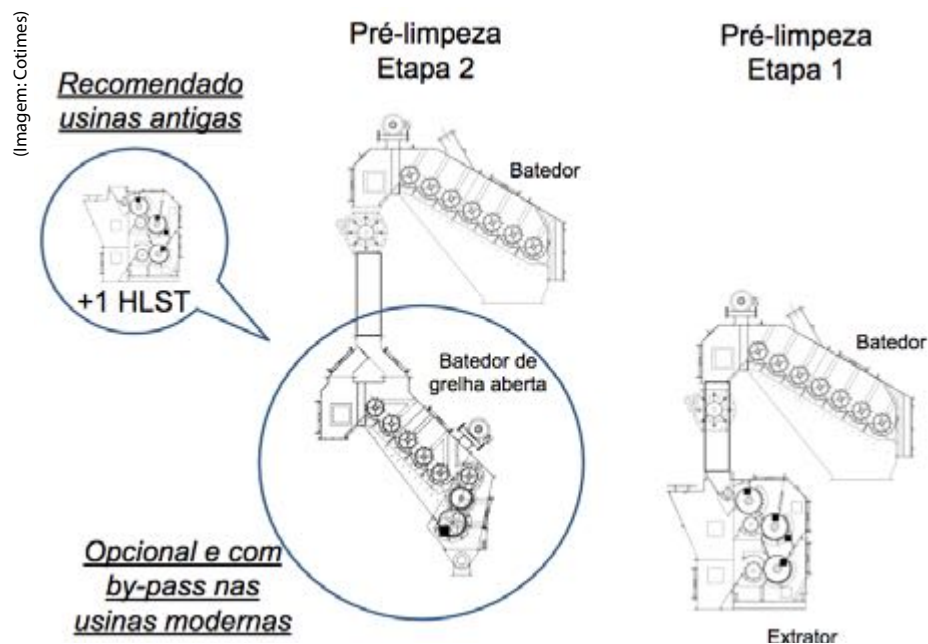


Figura 17. Sequência de limpeza do algodão em caroço

A exposição das máquinas a uma matéria suja e abrasiva impõe cuidados cotidianos, como abertura, limpeza e verificação das peças submetidas a desgaste. Os principais pontos de danos ou de desgaste situam-se junto aos extratores (segmentos dentados gastos, escovas fixas ou rotativas gastas ou desfiadas).

4. Descaroçador de serras

O descaroçador é a máquina central do processo de beneficiamento (Figuras 18 e 19); além de condicionar a capacidade e produtividade da algodoeira, tem um impacto significativo sobre várias características de fibra importantes para a fiação, como o comprimento e o teor de neps. No descaroçador, deve-se separar a fibra do caroço, eliminando certos resíduos, com o mínimo de desgaste da fibra e do caroço.

Muitas melhorias no desenho do peito permitiram aumentar a produtividade dos descaroçadores: melhor circularidade da câmara de beneficiamento, fechamento da parte alta do peito, dispositivos de ajuda à rotação e movimentação lateral do rolo de caroço (agitador), extração interna de caroço (tubo perfurado e rosca), aumento do número de

serras por máquina, redução da distância entre serras e o aumento do diâmetro das serras (Figura 20). O aumento de desempenho dos descaroçadores resulta em tratamento mecânico mais violento para a fibra e o caroço, e, para evitar redução importante de qualidade, tornou-se necessário um manejo muito técnico do descaroçamento. Os equipamentos devem estar em excelente estado, com componentes de qualidade e conformidade, perfeitamente regulados, e o algodão em caroço precisa ser umidificado para proteção da fibra.

Na ação de arrancar a fibra do caroço, o descaroçador gera rompimento da fibra em pontos que podem ser outros além da base; pelo contato da fibra com serras afiadas e girando com velocidades até 850 RPM, acontece forte agressão mecânica, chegando a arranhar, cortar parcialmente ou totalmente a fibra. Tudo isso resulta em redução do comprimento comercial (UHML), redução da uniformidade de comprimento, aumento da proporção das fibras curtas (comprimento inferior a 12,7 mm) e redução da resistência à rotura. Esse impacto negativo do descaroçamento é máximo quando a produtividade é alta e a fibra seca.

Dentro do descaroador ocorre a primeira limpeza da fibra; logo depois, a separação da fibra do caroço, atrás do costelado, as matérias estranhas com maior densidade e sob ação das forças centrífugas e inércia afastam-se das serras. O cata-piolho é o dispositivo que permite separar essas matérias (caroço inteiros ou em fragmentos, pedaços de caules e casquinha, piolho etc.), já no descaroador, evitando posterior fragmentação e contaminação. Essa separação ocorre sem desgaste à fibra e precisa ser aproveitada.

Recomendações para o descaroador:

- Montagem conforme especificações do fabricante;
- Rotações de serras conformes recomendações do fabricante +/- 10 RPM;
- Espaçamento regular de costelas e entre 2,7-2,9 mm. Preferir costelas com inserto;
- Proscrever a recuperação de costelas no caso dos descaroadores de média e alta capacidade;
- Compras de serras originais e novas (evitar afiação).

(Imagem: Cotimes)

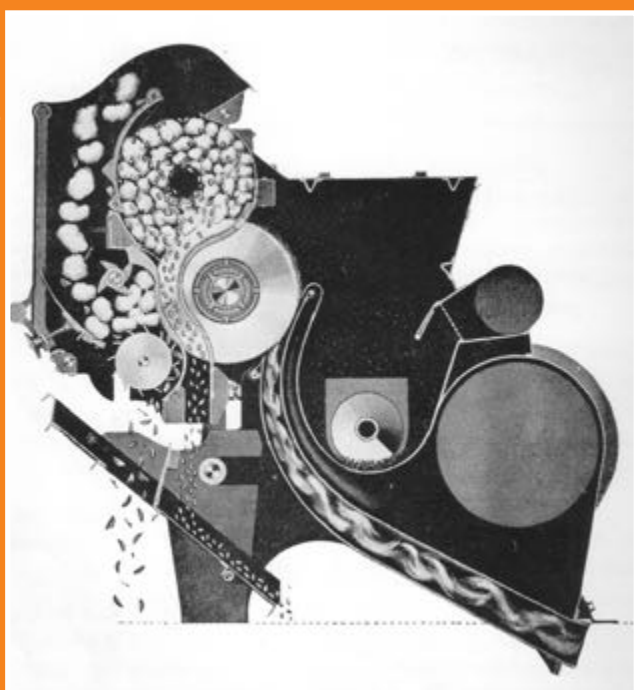


Figura 18. Descaroador de baixa capacidade

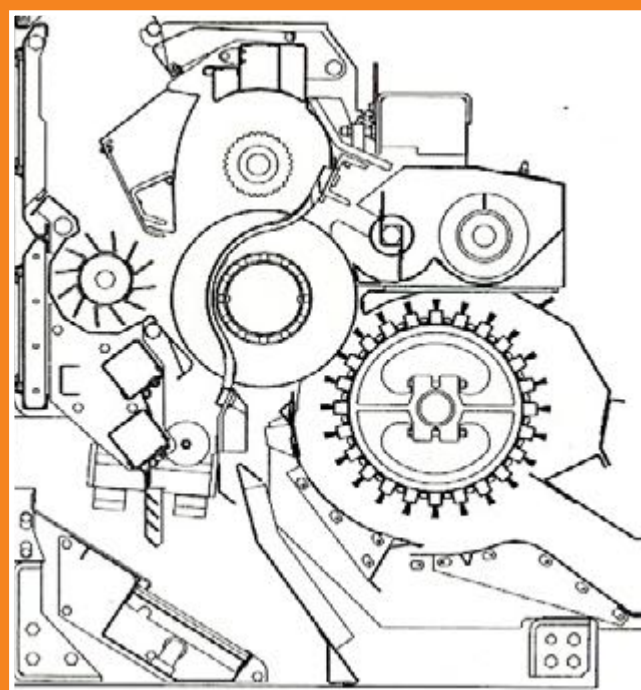


Figura 19. Descaroador de alta capacidade



Figura 20. Costelas de vários fabricantes



Figura 21. Aspecto característico dos resíduos de cata-piolho

- Centralização das serras entre as costelas;
- Penetração das serras nas costelas e altura do ponto de beneficiamento conformes recomendações do fabricante;
- Não fechar o cata-piolho dos descarçadores Murray-Piratininga;
- Regular o cata-piolho para perder fibra somente em forma de mechas encarneiradas e somente um pouco de fibra solta;
- Regular o dispositivo de extração da fibra por jato de ar, conforme recomendações do fabricante e a sucção do ventilador de recalque de maneira a não ter retorno de fibra em nenhum dos descarçadores do conjunto;
- Regular a penetração das escovas até a base dos dentes de serras e regular a abertura das tomadas de ar da escova.

5. Limpeza da fibra

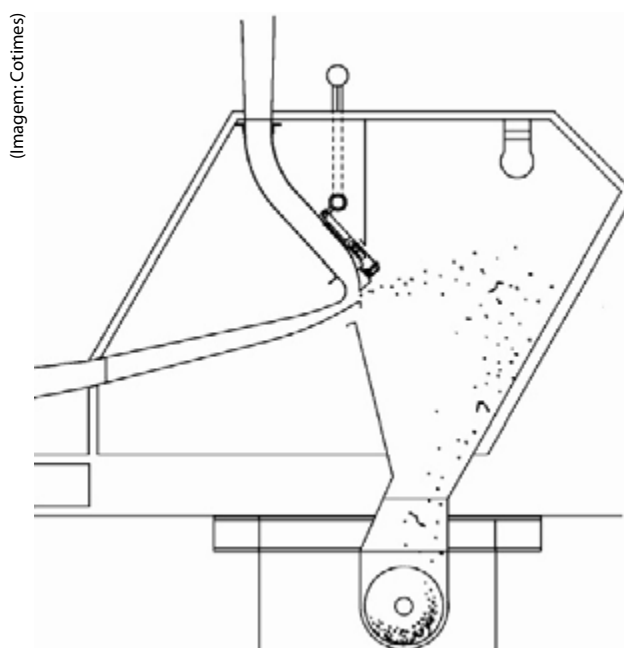
Na saída do descarçador, a fibra comporta impurezas (fragmentos de planta, de folha, piolho (*Figura 21*), fragmentos de caroço) e apresenta um aspecto mais ou menos irregular,

com mechas (fibra encarneirada) e manchas. A limpeza da fibra é justificada pelo sistema de ágios/deságios do mercado envolvendo as características que constituem o grau visual, ou seja, tipo (regularidade de aspecto), cor e folha.

Distinguem-se o limpador de fibra pneumático ou limpador centrífugo (*Figura 22*) e o limpador mecânico ou limpador de serra (*Figura 23*); as usinas modernas geralmente têm os dois tipos de máquinas. A fibra passa pelo limpador centrífugo antes de entrar no limpador de serra; o limpador centrífugo representa uma proteção para o limpador de serra. Os objetivos da limpeza da fibra são limpar e pentear a fibra para melhorar seu valor de mercado.

Limpador centrífugo

A limpeza centrífuga consiste em separar o material mais denso que a fibra pela força de inércia. Os limpadores centrífugos apresentam um duto retangular da mesma largura do descarçador e estreito (aceleração do fluxo); uma curva fechada com uma fresta de ejeção regulável à mão permite a separação de material mais denso que a fibra.



(Imagem: Cotimes)

Figura 22. Corte do limpador centrífugo

Esse tipo de limpador elimina os resíduos de maior densidade (piolhos, caroços, fragmentos de casca de caroço, miolo, mechas de fibra), com 10% de eficácia. Não há peça alguma em movimento, ou seja, nenhum desgaste à fibra, mas faz pouca limpeza e não corrige o aspecto, porque não abre a massa de fibra. A eliminação de fibra encarneirada participa na melhoria do tipo.

Recomendações para limpador de fibra centrífugo

- A depressão na tubulação entre descarçador e limpador tem que ser de 2-2 ½ pol;
- Uma mangueira de controle da depressão deve garantir a saída automática do peito do descarçador em caso de embuchamento no condensador do limpador de serra;
- O compromisso de regulagem consiste em ejetar o máximo de matérias estranhas, desperdiçando-se o mínimo de fibra. Para regulagem, deve-se abrir a fresta até perder fibra e fechar um pouco. Deve-se perder um pouco de fibra na forma de mechas mais densas, mas não de fibra solta.

Limpador de fibra de serra

O condensador separa a fibra do ar de transporte e forma uma manta de fibra, que é mantida sob pressão enquanto é penteada pelos dentes do rolo de serra; as fibras são individualizadas, e as manchas são disseminadas (penteagem). A fibra é arremessada contra as barras afiadas, eliminando as matérias estranhas afrouxadas por centrifugação, batimento, gravidade e circulação de ar (limpeza) (Figura 23).

Existem variações entre fabricantes conforme o desenho do condensador, controle da manta, diâmetro do cilindro de serras, controle da limpeza.

O limpador de serra elimina os resíduos finos (fragmentos de casca, piolhos, folhas) com 40%-50% de eficácia. A limpeza é puxada, e a fibra torna-se homogênea graças à penteagem; todavia, ela sofre danos. Utilizando a limpeza da pluma em boas condições de umidade de fibra e regulagens, os danos à fibra são mínimos; a operação pode ser rentável. Caso contrário, perdas e danos à fibra podem ser importantes e reduzir ou até inverter a rentabilidade da operação.

Além do grau, as características afetadas pela

(imagem: Cotimes)

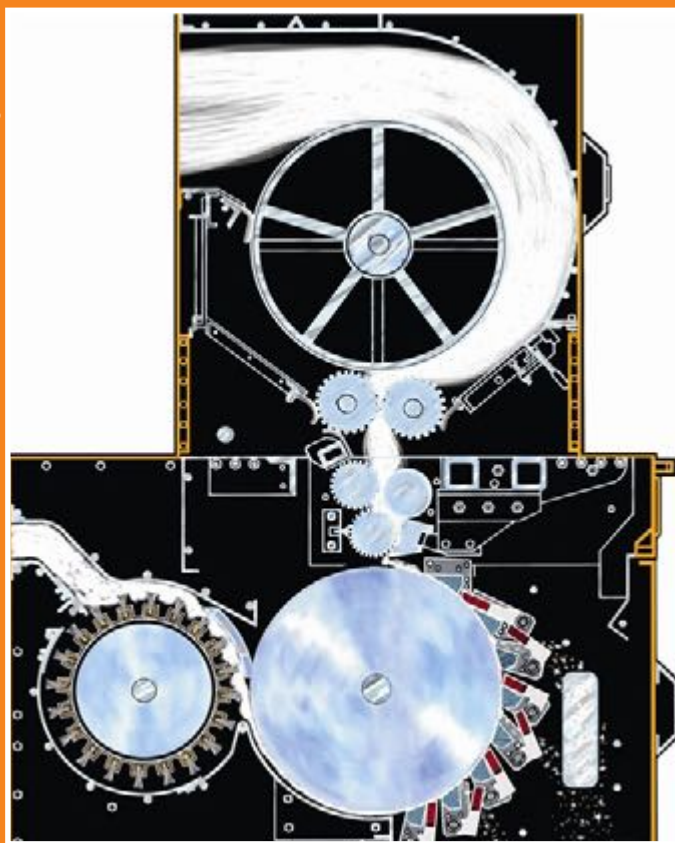


Figura 23. Limpador de pluma de serra

limpeza da pluma são o teor de neps e os parâmetros de comprimento. Os neps de fibra são criados na formação da manta e na limpeza; os neps de casca de caroço são fragmentados. A força de tração sobre as fibras gera quebras, reduzindo-lhes o comprimento comercial, a uniformidade e aumentando a taxa de fibras curtas; as quebras aumentam com a velocidade de serra e com a relação de penteagem.

Recomendações para a limpeza de pluma de serra:

- Para conjuntos de cinco descarçadores de oitenta ou noventa serras, utilizar um LP de 86 pol;
- Para os conjuntos de seis descarçadores de oitenta ou noventa serras, utilizar um LP de 102-108 pol ou dois limpadores de 66 pol com fluxo dividido e com baixa rotação do condensador;
- Evitar as mantas grossas para favorecer penteagem e limpeza;
- Abrir visores laterais para controle e regulagem dos espaçamentos entre rolo de alimentação/barra/serra (Figura 24);

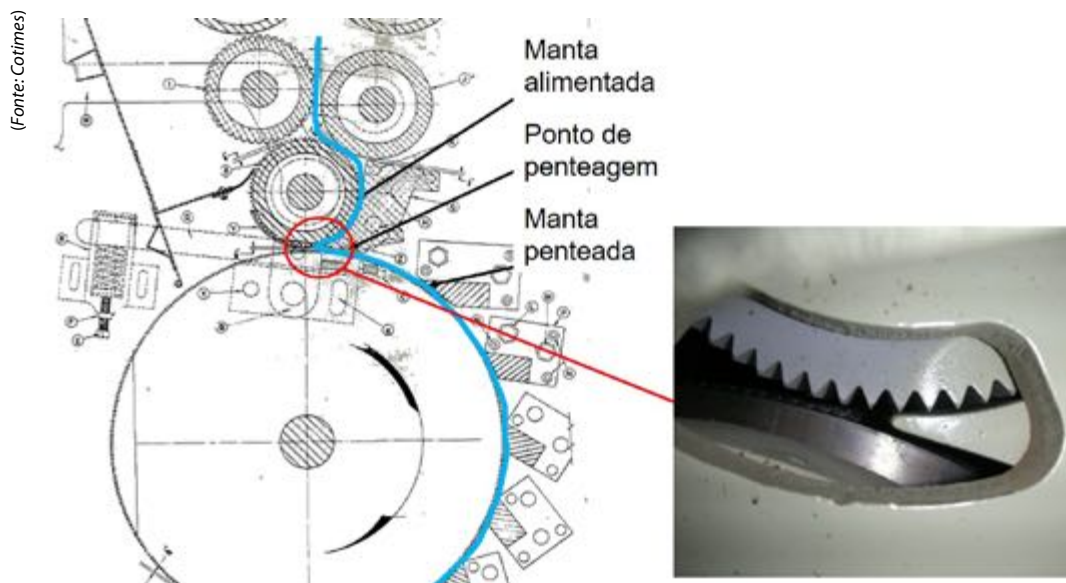


Figura 24. Regulação essencial do limpador de pluma e visor

- A distância entre o rolo flutuante e a barra de alimentação deve ser regulada com 0,01 pol, ou seja, 0,25 mm sobre toda a curva da barra;
- Um rolo flutuante empenado e uma barra de alimentação deformada devem ser substituídos;
- Manter uma vedação perfeita nas laterais e no comprimento do tambor de condensador;
- Montar um motorreductor ou um inversor de frequência para a regulação fina das rotações do condensador;
- Afiar as barras de batida a cada safra.

6. Prensagem

O enfardamento tem como objetivo compactar a fibra para facilitar e baratear seu armazenamento e transporte; o acondicionamento requer os seguintes equipamentos: condensador, bica, dispositivo de umidificação, alimentador, calcador, prensa e amarração/ensacamento.

A prensagem em si não tem

impacto direto sobre a qualidade da fibra, mas pode acontecer contaminação por lubrificantes na prensa. Os contaminantes mais frequentes são a graxa utilizada para os calcadores mecânicos e o fluido hidráulico em caso de vazamento nos pistões do calcador hidráulico, dos pistões de prensagem ou no sistema de travamento de portas, nas prensas mais antigas.

Após a prensagem, o embalamento do fardo oferece certa proteção, porém limitada no caso da tela (sacão); o armazenamento a céu aberto exige proteção dos lotes por lona contra vento, poeira e água de chuva.

Conclusão: gestão do beneficiamento para dominar a qualidade dos produtos

Todos os parâmetros tecnológicos importantes para a fiação (com exceção do índice micronaire (complexo maturidade - finura) são afetados pelo beneficiamento; o controle da umidade e a limpeza (particularmente da fibra) são as duas operações essenciais para a qualidade.

Diversas medidas e controles são necessários para a tomada de decisões (armazenamento, escolhas da sequência, gestão da umidade) ou para o monitoramento do desempenho (desfibragem, temperaturas e umidades das matérias, velocidades de rotações).

Os resultados da classificação HVI precisam ser aproveitados para manejar o beneficiamento no dia a dia e no decorrer da safra.

As miniusinas constituem uma referência interessante para o monitoramento de desempenho e para a melhoria da produtividade e da qualidade das unidades de beneficiamento.

(1) Medições e controles recomendados para o monitoramento do beneficiamento

- Umidade do algodão em caroço à chegada de cada fardão (decisão de armazenamento, decisão de secagem/umidificação);
- Temperatura e umidade relativa do ar várias vezes, durante o dia e à noite;
- Temperatura do ar de secagem;
- Umidade do algodão em caroço após secagem e na entrada do descaroador;
- Umidade do fardo;
- Tempo de produção médio do fardo;
- Controle da desfibragem e, eventualmente, taxas de línter por descaroador;
- Análises HVI;
- A usina deve dispor dos instrumentos necessários;
- Termo-higrômetro eletrônico fixo ou portátil;
- Sensores de temperatura;
- Umímetro para algodão em caroço e fibra;
- Manômetros diferenciais com tubo Pitot;
- Tacômetro;
- Controladores elétricos.

(2) Recursos à disposição do beneficiador **Capacitação do pessoal**

O domínio dos equipamentos e da gestão

pelo pessoal é fundamental; os melhores equipamentos não podem fazer o melhor sem o melhor pessoal:

- Escola de beneficiamento do IMAmt;
- Treinamentos completos e repetidos para gerentes e maquinistas (escola e na UBA);
- Curso organizado para operadores (escola e UBA).

Assessorias e engenharias especializadas

Um diagnóstico técnico e organizacional objetivo por especialista independente permite identificar todas as possibilidades de correções e melhorias imediatas e a prazo. O diagnóstico precisa envolver a análise do processo utilizado, o estado dos materiais e equipamentos, a análise do funcionamento da usina e das práticas de produção, a observação e análise dos produtos e resíduos etc.

Laboratório de tecnologia da fibra

O laboratório de tecnologia da fibra é uma ferramenta poderosa de acompanhamento do beneficiamento pela qualidade. Na condição de disponibilizar os resultados em prazo muito curto (condicionamento rápido das amostras), permite:

- Monitorar diariamente a qualidade da fibra produzida;
- Ajustar o benefício em função da qualidade da matéria-prima e dos contratos a serem cumpridos;
- Comparar e monitorar o desempenho das linhas de beneficiamento.

Além dessas ferramentas de melhoria da qualidade, ainda pode ser recomendado integrar as tecnologias modernas em termos de equipamento, automação, organização e venda da produção por lotes homogêneos baseados nas características HVI e implantação de uma rastreabilidade da qualidade desde o campo.

Referências bibliográficas: entrar em contato com o autor

A fibra de algodão: qualidade e classificação

Neste capítulo, trataremos de dar informações sobre estrutura da fibra, parâmetros de qualidade que dão valor ao produto, sistema de classificação do algodão, que é imprescindível

no comércio nacional e internacional da fibra, e fatores principais de campo e de beneficiamento que incidem sobre a degradação da qualidade da fibra (*Figura 1*).



José Jorge Lima

J. G. Cursos de Classificação de Algodão em Pluma e Têxtil Ltda. ME



Jean-Louis Bélot
IMAmt

(Imagem: José Medeiros)



Figura 1. Capulho de algodão aberto

1. O que é uma fibra de algodão

A fibra é um pelo que se localiza na superfície do caroço de algodão. Esse pelo vem de uma célula diferenciada da epiderme do caroço; ele cresce e se alonga durante a formação do

capulho. Esquemáticamente, pode ser considerada como um cilindro formado principalmente de diversas camadas de celulose (parede secundária da célula) que são depositadas ao longo da vida dessa célula (*Figura 2*).

Obs.: Este capítulo foi atualizado e resumido por Jean Belot a partir dos textos da última edição de 2014, que contou com autores adicionais. Mais detalhes no *Manual de Qualidade da Fibra da Ampa, 2018*.

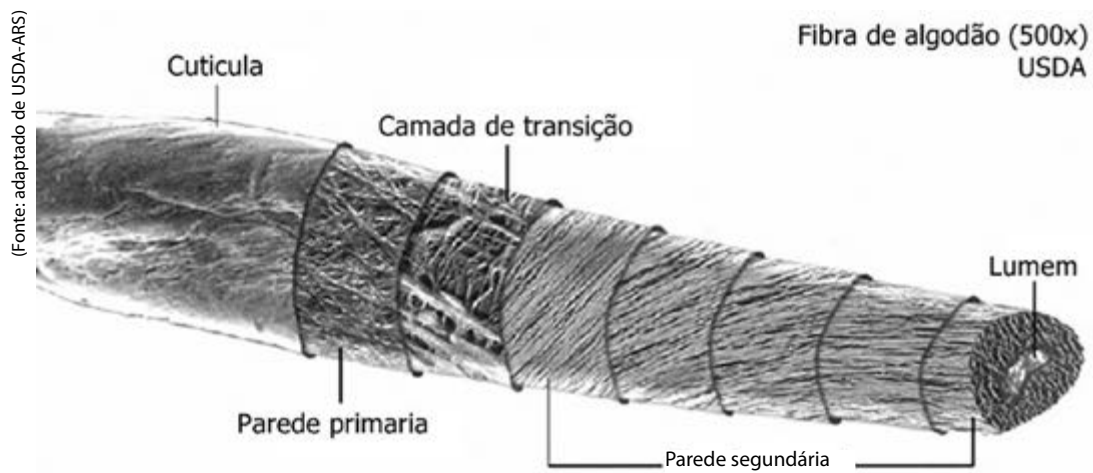


Figura 2. Estrutura de uma fibra de algodão

Vale ressaltar que o grau de maturidade da fibra está relacionado diretamente à espessura da parede secundária, formada pela deposição de sucessivas camadas de celulose no interior da fibra ao longo de seu desenvolvimento. Logo, quanto mais camadas de celulose forem depositadas, mais madura estará a fibra. Porém, essa quantidade de camadas de celulose depende muito mais das condições de clima, da disponibilidade de água e do manejo ao longo do processo de cultivo que da finura (relacionada ao diâmetro externo da fibra, na dependência principal da cultivar).

O tempo de formação de um capulho entre a antese e sua abertura é de 45 a 55 dias, dependendo das condições climáticas e de manejo. A partir da fecundação do óvulo (dia da floração), a fibra de cada óvulo que se transforma em caroço vai ser submetida a diversos processos biológicos: definição do diâmetro da fibra, alongamento da célula (o que vai definir o “comprimento” da fibra) e depósitos sucessivos de camadas de celulose nas paredes secundárias (que vão definir a “maturidade” da fibra) (Figura 3).

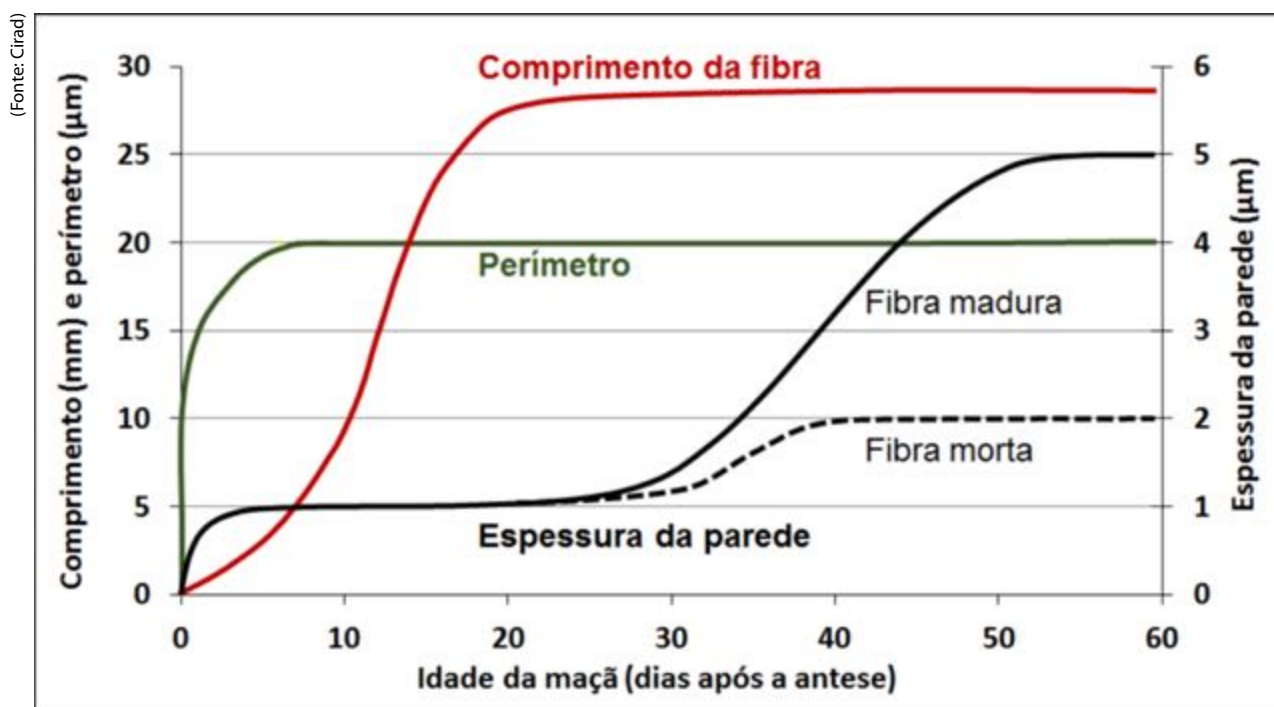


Figura 3. Formação da fibra da antese até a abertura do capulho

A estrutura da celulose depositada nas diversas camadas da fibra é fundamental para a definição das propriedades físicas desta, como a resistência à ruptura e o alongamento. As condições de alimentação da planta durante a formação da fibra incidem diretamente sobre a qualidade; é o caso da nutrição potássica, que pode ter efeito importante sobre a resistência por conta de seu papel na formação de “pontes” entre as cadeias de celulose da fibra.

2. Caracterização da qualidade da fibra de algodão e dos contaminantes

Existem diversas maneiras de caracterizar a fibra de algodão (visual e com equipamentos), que evoluíram ao longo do tempo. No século passado surgiu a metodologia de mensuração de algumas propriedades físicas das fibras de algodão por aparelhos de laboratório; dos vários aparelhos desenvolvidos, o do tipo *High Volume Instrument* – HVI é o que foi utilizado para a padronização e a classificação da fibra.

A dificuldade reside no fato que o algodão é multiforme, ou seja, é constituído

de fibras individuais com vários níveis de qualidade. Alguns métodos caracterizam o comportamento “médio” da fibra quando submetida, por exemplo, à força de ruptura; outros estudam a distribuição de parâmetros morfológicos da cada fibra individualmente, como comprimento, diâmetro etc.

2.1 A caracterização visual da fibra e dos contaminantes

Basicamente, a caracterização visual é baseada em critérios de colorimetria do algodão e de carga de impurezas.

Quanto mais branco for um algodão melhor será sua qualidade; o algodão creme ou levemente creme é considerado inferior a um algodão branco (*Figura 4*). Para um mesmo nível de branco, um algodão com brilho será considerado de melhor qualidade que um algodão apagado, mais “fosco”, o que geralmente pode acontecer quando o algodão aberto em campo recebeu chuva. Esses critérios de cor são avaliados por meio dos parâmetros Rd (reflectância) e +b (índice de amarelamento) dos colorímetros.

(Imagem: Jean Louis Belot)



Figura 4. Amostras de fibra com diversos tipos de cor

Assim, o algodão produzido e com capulhos abrindo em clima ensolarado e/ou semidesértico terá sempre uma qualidade visual superior àquele produzido em clima nublado e/ou chuvoso na época da colheita.

Outro parâmetro importante de qualidade é o grau de folha (*Leaf Grade, LG*), que está em função da presença de pedaços de folhas, de brácteas, na massa de fibra (*Figura 5*). Essas impurezas são caracterizadas por seu tamanho e número; o grau de folha e o grau de cor (*Color Grade, CG*) constituem a base da qualidade visual do algodão, que pode ser avaliada pelo classificador através dos padrões físicos universais e dos parâmetros mensurados e estimados pelo medidor de impurezas

e do colorímetro do instrumento do tipo *HVI*.

Os pequenos pedaços de impurezas são comumente denominados de “pimentinhas”, que são de difícil eliminação ao longo dos processos de fiação. Logo, a indústria de fiação prefere um algodão com pedaços de folhas maiores do que um algodão com grande quantidade de pequenos pedaços de folha. A colheita e o beneficiamento incidem sobre essa qualidade visual, produzindo um algodão com fibras mais ou menos bem homogêneas, ou mais ou menos carregado em diversos tipos de impurezas. Os processos de colheita e beneficiamento devem ser ajustados para danificar o menos possível as fibras, evitando quebra das fibras e sementes.

(Imagem: Jean Louis Belot)



Figura 5. Pedacos de folhas e brácteas na fibra de algodão

Outros critérios visuais e presença de contaminantes diversos que vão incidir sobre a qualidade visual do algodão são os seguintes:

A “preparação”. Determinação feita pelo classificador quanto ao grau de aspecto e toque (lisura)

da pluma. O algodão que estiver com alto conteúdo de umidade no momento dos processos de colheita e descaroçamento resultará em pluma com aparência encarnhada. Tanto o excesso quanto a falta de umidade nas fibras de algodão

comprometem seu processamento ao longo da cadeia têxtil. O encarneamento da pluma também pode ocorrer por problemas de regulagem das máquinas da linha de beneficiamento do algodão, principalmente perda de rotação e deficiência na sucção.

Os neps. São emaranhados de fibras (*Figura 6*) normalmente ocasionados por fibras imaturas, que não suportam os esforços mecânicos e se

quebram durante os processos de colheita, beneficiamento, abertura, mistura e limpeza (preparação à fiação). A presença desses neps na massa de fibras em processo geram fios com maior número de imperfeições (pontos finos, pontos grossos e neps), alta irregularidade de massa e de pilosidade, redução das diversas resistências. Enfim, baixa qualidade, produção e alto custo de processo.

(Imagem: J. J. de Lima)



Figura 6. Neps (pontos brancos) no véu de carda

Os *seed-coat neps (SCN)* ou *seed-coat fragments (SCF)*. São fragmentos

de semente de algodão com fibras (*Figura 7*).

(Imagem: J. J. de Lima)



Figura 7. Seed-coat neps (SCN) ou seed coat fragments (SCF)

Os SCN são problemáticos na fiação, porque não são totalmente removidos durante os processos de fiação e ficam incorporados ao fio, reduzindo sua qualidade. Eles também são de comportamento pegajoso nos órgãos rotativos das máquinas, interrompendo a produção. Certas variedades apresentam sementes pequenas e com casca mais fina, gerando mais SCN no beneficiamento; mas também a regulagem defeituosa dos descarçadores contribui para a formação de SCN.

A “pegajosidade”. Normalmente, a fibra de

algodão apresenta, em sua composição química, cerca de 0,3% de açúcar, cuja presença não provoca problema algum aos processos da fiação. No entanto, agentes externos, como insetos (pulgão, mosca-branca e cochonilhas), podem depositar substâncias ricas em açúcares (excrementos) em cima da fibra do capulho aberto (*Figura 8*); que atrapalham bastante os processos de fiação. Ainda na lavoura, esses açúcares podem servir de alimento para microrganismos, como a fumagina, prejudicando a qualidade visual das fibras.

(Imagem: Jean Louis Belot)



Figura 8. Capulho com açúcares e desenvolvimento de fumagina

As contaminações por matérias estranhas: são substâncias que não são originárias do próprio algodão. Caule, capim, bucha de fusos da colhedeira,

poeira e óleo são alguns exemplos. É o caso também de pedaços de plástico provenientes das lonas amarelas dos rolinhos de algodão (*Figura 9*).

(Imagem: Jean Louis Belot)



Figura 9. Contaminação do algodão por plástico das lonas do rolinho

As principais contaminações encontradas no Estado de Mato Grosso são as por caule de algodão (*bark*), ou sementes de plantas daninhas (picão-preto ou carrapicho) (*Figura 10*). Dependendo da quantidade dessas contaminações, o algodão poderá ser desclassificado. Na comercialização de um algodão contaminado,

normalmente é acordado um valor de deságio.

Cabe ressaltar que contaminações como picão e caule são unicamente detectados visualmente. Logo, é fundamental treinar, conscientizar e educar os operadores dos aparelhos HVI para detecção dessas contaminações.

(Imagem: Jean Louis Belot)

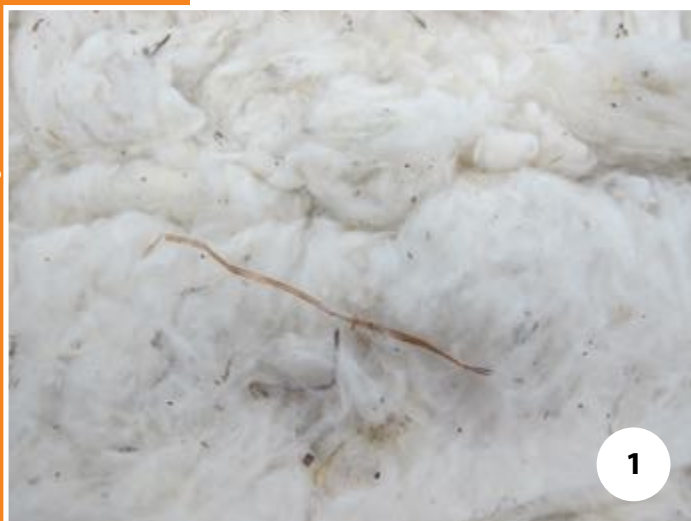


Figura 10. Contaminações com *bark* (1) e Picão Preto (2)

2.2 A qualidade intrínseca

A qualidade intrínseca da fibra refere-se às propriedades físicas das fibras. É preciso entender que uma amostra de fibra apresenta muita variabilidade, podendo conter fibras de diversos comprimentos e outras qualidades intrínsecas.

Assim, avaliar somente o comprimento médio da fibra é deficiente, faz-se necessário pelo menos avaliar em conjunto com o comprimento médio, a uniformidade do comprimento e o conteúdo de fibras curtas. Essa variabilidade entre fibras de uma mesma amostra de algodão se verifica para todos os parâmetros de qualidade intrínseca.

Outro ponto fundamental é a representatividade das fibras efetivamente usadas na máquina de medição em relação à amostra global, sabendo que em uma amostra de algodão pode existir muita heterogeneidade. Assim, para qualquer aparelho, as metodologias de análise são elaboradas conforme o tipo de amostra (amostra de fardo, amostra experimental previamente homogeneizada etc.) e conforme a precisão desejada para a estimativa de cada parâmetro. No caso da classificação por instrumento HVI, os processos (número de pentes e de repetições no colorímetro e no micronaire) foram estabelecidos pela USDA tendo em vista a variabilidade do algodão americano e requerimentos de precisão sobre os principais parâmetros de qualidade intrínseca.

As características intrínsecas da fibra, determinadas por diversos tipos de aparelhos, podem ter mais ou menos de importância para a indústria, em função do tipo de fição, para a produção de fios ou tecidos com qualidade.

As principais são as seguintes:

Comprimento da fibra. É a extensão média ou a mais constante ao longo do eixo de um corpo de prova de fibras paralelas previamente preparadas;

Uniformidade do comprimento da fibra. Variação existente entre os comprimentos das fibras num corpo de prova, isto é, se os comprimentos têm pouca ou muita variação. Alguns aparelhos conseguem medir detalhadamente a distribuição do comprimento (AFIS);

Resistência à ruptura. É a força necessária para romper um feixe de fibras;

Alongamento à ruptura. É a diferença (expressa

em percentual) entre o comprimento final e o inicial do corpo de prova submetido a uma força de ruptura;

Finura. Constitui uma característica complexa, que pode ser definida de um lado como finura “biológica” (perímetro da seção transversal da fibra, diâmetro) ou como finura “gravimétrica” (densidade linear ou massa por unidade de comprimento);

Maturidade. É o grau que indica a espessura das camadas de celulose da parede secundária em relação a seu diâmetro.

Todas essas características intrínsecas da fibra são avaliadas com mais ou menos confiabilidade por diversos aparelhos desenvolvidos ao longo dos anos. Alguns desses são usados apenas em laboratórios de pesquisa; outros, para classificação comercial, por conta de sua velocidade de análise.

Muitos trabalhos de pesquisa foram realizados para mostrar que essas propriedades físicas intrínsecas da fibra estão correlacionadas aos parâmetros referenciais da qualidade dos fios e tecidos. Por isso, alguns instrumentos de medição, como os HVI, calculam um parâmetro chamado de *SCI*, *Spinning consistency index*, com base na fórmula a seguir, que, de certa forma, caracterizará o comportamento desse algodão no processo de fição. Quanto mais alto o valor desse índice, melhor o algodão.

$$SCI = - 414,67 + 2,90 (\text{tenacidade}) - 9,32 (\text{micronaire}) + 49,17 (\text{comprimento em polegadas}) + 4,74 (\text{índice da uniformidade do comprimento}) + 0,65 (\text{reflectância}) + 0,36 (\text{amarelamento})$$

Finalmente, está bem consolidada a relação entre as propriedades físicas das fibras com as dos fios e tecidos. Há vários estudos científicos que enumeram por ordem de importância o grau de relação entre as propriedades físicas das fibras e dos fios fiados por tipo de fição.

3. A classificação da fibra de algodão

A classificação é o ato de determinar a qualidade, que é o conjunto das propriedades intrínsecas e extrínsecas de um produto vegetal, com base em padrões oficiais, físicos ou descritos. A classificação será usada para a comercialização da fibra. O sistema de classificação precisa ser confiável,

porque, a partir dela, será estabelecido o preço de base da fibra, fundamentado em um sistema de prêmio e deságio, levando em consideração algumas propriedades físicas da fibra.

A classificação dá suporte às indústrias têxteis para selecionar a matéria-prima mais adequada a seu processo e produtos e é base para discussão de preços. Por outro lado, para os produtores/beneficiadores a classificação facilita sobremaneira a colocação do produto no mercado. Atualmente, há processos de negociação de compra e venda do algodão em pluma que somente utilizam a análise da classificação tecnológica (HVI); há também negociações que, além da análise da classificação tecnológica, utilizam a classificação visual/manual, denominada de *take-up*. Pode-se concluir que a classificação visual/manual e a classificação tecnológica se complementam.

Para a classificação da fibra, o

Brasil adotou os padrões físicos universais, padrões elaborados nos EUA pela USDA.

3.1 Classificação visual

Basicamente, a classificação por tipo é baseada em critérios do grau de cor (quantidade de reflectância e de amarelamento) e do grau de folha (quantidade e tamanho das partículas de impurezas); é realizada em salas de classificação padronizadas, principalmente em termos de iluminação, e usa os padrões físicos da USDA (*Figura 11*).

O tipo do algodão americano *Upland* é definido com base em um código numérico de três dígitos, composto por dois dígitos que representam o grau de cor (CG), e um dígito que representa o grau de folha (LG). Esses códigos de identificação do grau de cor e do grau de folha correspondem aos padrões físicos universais e a outros padrões descritivos (*Tabela 1*).

(Imagem: J. J. de Lima)



Figura 11. Classificação visual

Tabela 1. Códigos de grau de cor

| Universal American Upland Color Standards | | | | | |
|---|--|--------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| Grades colors | White | Light Spot (Lt Sp) | Spotted (Sp) | Tinged | Yellow Stained |
| Graus da cor | Branca | Ligeiramente creme | Creme | Avermelhada (tingida) | Manchada de Amarelo |
| Good Middling-GM | 11* | 12 | 13 | -- | -- |
| Strict Middling-SM | 21* | 22 | 23* | 24 | 25 |
| Middling-M | 31* | 32 | 33* | 34* | 35 |
| Strict Low Middling- SLM | 41* | 42 | 43* | 44* | -- |
| Low Middling- LM | 51* | 52 | 53* | 54* | -- |
| Strict Good Ordinary-SGO | 61* | 62 | 63* | -- | -- |
| Good Ordinary- GO | 71* | -- | -- | -- | -- |
| Below Grade- (Below Good Ordinary)- BG | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 |
| * Código 11 | Cor Boa Média - GM (Good Middling) | | | | |
| * Código 21 | Cor Estritamente Média - SM (Strict Middling) | | | | |
| * Código 31 | Cor Média - M (Middling) | | | | |
| * Código 41 | Cor Estritamente Abaixo da Média - SLM (Strict Low Middling) | | | | |
| * Código 51 | Cor Abaixo da Média - LM (Low Middling) | | | | |
| * Código 61 | Cor Estritamente Boa Comum - SGO (Strict Good Ordinary) | | | | |
| * Código 71 | Cor Boa Comum - GO (Good Ordinary) | | | | |
| Código 81 | Abaixo de Padrão 71 - BG (Below Grade - Below Good Ordinary) | | | | |

(Fonte: USDA)

Nota: os padrões físicos estão sinalizados por asterisco (*), todos os outros são descritivos.

Há oito graus de folha para o algodão, sendo sete com padrões físicos e um com padrão descritivo (Tabela 2). Cabe ressaltar que o padrão físico do grau de folha está em conjunto com o padrão físico de cor branca para o algodão americano

Upland. Por exemplo, no Brasil, o algodão padrão de base é o algodão classificado como 41-4, quer dizer, um algodão de grau de cor 41 (SLM- *Strict Low Middling*, Cor Estritamente Abaixo da Média), e com grau de folha 4.

Tabela 2. Códigos do grau de folha do algodão Padrão *American Upland*

| Grau de Folha (L.G.) do algodão americano "Upland" de comprimento Curto e Médio | | |
|---|--------|--|
| Grau da Folha (L.G.) | Código | Correspondente ao Código de Determinação do Grau de Cor (C.G.) |
| 1 | LG1 | 11 |
| 2 | LG2 | 21 |
| 3 | LG3 | 31 |
| 4 | LG4 | 41 |
| 5 | LG5 | 51 |
| 6 | LG6 | 61 |
| 7 | LG7 | 71 |
| 8 | LG8 | 81 |

(Fonte: USDA)

3.2 Classificação por instrumentos

A classificação por instrumentos laboratoriais é realizada com máquinas *HVI* (*High Volume Instruments*), que analisam rapidamente as amostras coletadas nos fardos de fibra produzidos nas algodoceiras (*Figura 12*).

A confiabilidade dos resultados de leitura dessas máquinas *HVI* depende de diversos fatores:

- Umidade e temperatura das amostras. As amostras devem ser condicionadas em salas com temperatura de 20°C +/- 2°C; umidade relativa: 65% +/- 2%;

- Calibração dos módulos que mensuram e estimam as propriedades físicas das fibras relativas ao comprimento/resistência, índice micronaire, grau de cor (reflectância/amarelamento) e do grau de folha.

(Imagem: J. J. de Lima)



laboratório HVI, com sala de condicionamento de máquina *HVI* e amostras

É de suma importância que todos os laboratórios *HVI* do Brasil calibrem as máquinas da mesma maneira, a fim de que os resultados de análise de uma amostra sejam equivalentes estatisticamente aos outros laboratórios. A rastreabilidade dos

laboratórios brasileiros está sendo realizada pelo Laboratório Central Abrapa, localizado em Brasília (DF), que implementou o programa Standard Brasil *HVI*.

A *Figura 13* apresenta um relatório de análise *HVI* de fardos comerciais.

| UNICOTTON | | | | | | | | | | | | | Versão: V.: 5.047.004 Pág: 1 | | |
|---|----|-------|-------|--------|--------|---------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-----------|----------------------|
| RESULTADO HVI | | | | | | | | | | | | | Emissão: 06/11/2014 10:28:42 | | |
| Romaneio: 3008 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produtor: IMAMT - INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODAO | | | | | | Entrada: 06/11/2014 09:18 | | | Termino: 06/11/2014 10:13 | | | | | | |
| Algodoeira: IMAMT - INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODAO | | | | | | Fardos no Romaneio: 100 | | | Fardos Analisados: 100 | | | | | | |
| Nº FARDO | TR | AREA | UHM | UI | SFC | STR | ELONG | MC | RD | +B | COR | SCI | MAT | Categoria | |
| 99.969.001.600 | 8 | 2.03 | 1.18 | 1.3/16 | 83,6 | 8,5 | 28,6 | 9,0 | 3,82 | 69,4 | 8,4 | 521 | 135 | 83 | B - Ótimo |
| 99.969.001.601 | 8 | 1,55 | 1,17 | 1,5/32 | 84,7 | 7,1 | 28,0 | 8,2 | 3,55 | 69,7 | 9,4 | 421 | 141 | 83 | C - Padrão |
| 99.969.001.602 | 7 | 1,38 | 1,21 | 1,7/32 | 79,5 | 10,7 | 32,7 | 7,3 | 3,62 | 65,0 | 8,5 | 522 | 128 | 84 | D - Abaixo do Padrão |
| 99.969.001.697 | 8 | 1,58 | 1,18 | 1,3/16 | 80,8 | 8,1 | 26,3 | 8,5 | 4,24 | 70,3 | 9,7 | 421 | 112 | 84 | D - Abaixo do Padrão |
| 99.969.001.698 | 7 | 1,18 | 1,11 | 1,1/8 | 81,5 | 10,0 | 25,8 | 8,4 | 4,02 | 74,2 | 10,5 | 321 | 116 | 84 | D - Abaixo do Padrão |
| 99.969.001.699 | 8 | 1,45 | 1,18 | 1,3/16 | 81,7 | 8,6 | 30,0 | 8,0 | 3,25 | 71,8 | 9,6 | 421 | 137 | 82 | D - Abaixo do Padrão |
| MEDIA: | | 7 | 1,53 | 1,16 | 1,5/32 | 81,6 | 9,5 | 27,8 | 8,1 | 3,66 | 70,2 | 9,2 | 125,00 | 83,28 | |
| MÁXIMO: | | 8 | 3,29 | 1,28 | 1,5/32 | 85,5 | 18,3 | 32,7 | 10,4 | 4,41 | 80,5 | 11,6 | 153,00 | 85,00 | |
| MÍNIMO: | | 4 | 0,44 | 1,03 | 1,1/32 | 77,7 | 6,7 | 22,8 | 6,9 | 2,62 | 60,4 | 8,0 | 89,00 | 80,00 | |
| DESV PADRAO: | | 1,070 | 0,509 | 0,043 | | 1,575 | 1,861 | 1,796 | 0,615 | 0,364 | 3,369 | 0,616 | 12,078 | 1,016 | |
| CV (%): | | 14,95 | 38,64 | 3,66 | | 1,93 | 19,51 | 6,45 | 7,63 | 9,93 | 4,80 | 6,70 | 9,70 | 1,22 | |

Figura 13. Relatório de análise HVI (Unicotton, 2014)

A descrição das principais características analisadas pelo HVI é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos principais Itens do protocolo do aparelho HVI

| | |
|------------------------|---|
| Bale I.D. | Identificação do fardo (amostra), que normalmente é pelo número do fardo. |
| SCI | <i>Spinning Consistency Index</i> (Índice de consistência da fição) - é o valor estimado matematicamente da resistência do fio. |
| Grade (Gr) | <i>Grade - Gr</i> (Grau) - coluna utilizada para introduzir outros dados via teclado, como por exemplo, a classificação visual <i>Color Grade - CG</i> e <i>Leaf Grade - LG</i> . |
| Mst (%) | <i>Moisture - Mst</i> (Umidade) - é o conteúdo de umidade no algodão. |
| Mic ou IM | <i>Micronaire Index - Mic</i> (Índice <i>micronaire</i>) - Complexo finura/maturidade |
| Mat | <i>Maturity Index - Mat</i> (Índice de maturidade) |
| UHML ou UHM ou LEN | <i>Upper Half Mean Length - UHML</i> - é o comprimento médio da metade superior ou o comprimento médio dos 50% das maiores fibras, expresso em polegada (in) ou em milímetro (mm). |
| UI ou Un (%) | <i>Length uniformity index - UI</i> (Índice de uniformidade do comprimento) - é a relação do comprimento médio dos 100% das fibras (ML) com o comprimento médio dos 50% das maiores fibras (UHML), expresso em percentual. |
| SF (%) ou SFI | <i>Short Fibres Index - SF</i> (Índice de fibras curtas) - é a estimativa do conteúdo de fibras menores que 0,5 polegada ou 12,7 milímetros, expresso em percentual. |
| STR | <i>Strenght - Str</i> (Resistência à rotura) - é a resistência específica ou tenacidade, expressa em <i>gf/tex</i> , ou seja, a divisão da força em gramas (gf) pela densidade linear ou título tex (tex). |
| Elg (%) ou ELONG ou EL | <i>Elongation - Elg</i> (Alongamento à rotura) - é quanto o feixe de fibras se alongou até a rotura em relação ao comprimento do corpo de prova inicial, expresso em percentual. |
| Rd (%) ou RD | <i>% Reflectance - Rd</i> (Reflectância) - é a quantidade de reflectância da luz branca pelas fibras, expressa em percentual. |
| +b ou +B | <i>Yellowness index - +b</i> (Índice de amarelamento) - é a quantidade de amarelamento da luz refletida pelas fibras. |
| C Grd ou COR | <i>Color Grade - CG</i> (Grau de cor) - é o grau de cor equivalente aos padrões físicos universais, que são memorizados pelo HVI. Sendo o grau de cor determinado pelo cruzamento do valor de reflectância (%Rd) com o valor do amarelamento (+b) no diagrama de cor de <i>Nickerson/Hunter</i> . |
| TrCnt | <i>Trash Count - TrCnt</i> (número de lixo ou número de folha) - Conteúdo de impurezas em número de partículas presentes na área total analisada. |
| TrAr (%) ou AREA | <i>Trash Area - TrAr</i> (Área de lixo) - Área ocupada pelo somatório das partículas de impurezas em função da área total analisada, expressa em percentual. |
| TrID ou TrGrd | <i>Trash Grade ou Leaf Grade - TrGrd</i> (Grau de lixo ou folha) - grau de lixo (resíduo) ou grau de folha estimado pelo instrumento, tendo de referência os padrões físicos universais. |
| Std. Dev. | <i>Stand desviaton - Std. Dev. (Desvio padrão)</i> - é o desvio médio dos valores ocorridos em relação a média aritmética, expresso em valor absoluto. |
| C.V.(%) | <i>Coefficient of variation</i> (Coeficiente de variação) - é o desvio padrão expresso em percentual em relação a média. |

O grau de cor é determinado pelo colorímetro do instrumento HVI a partir dos diagramas de cores de *Nickerson/*

Hunter pelo cruzamento dos valores de reflectância (%Rd) e de amarelamento (+b) (Figura 14).

(Fonte: USDA)

HVI COLOR GRADES FOR AMERICAN UPLAND COTTON

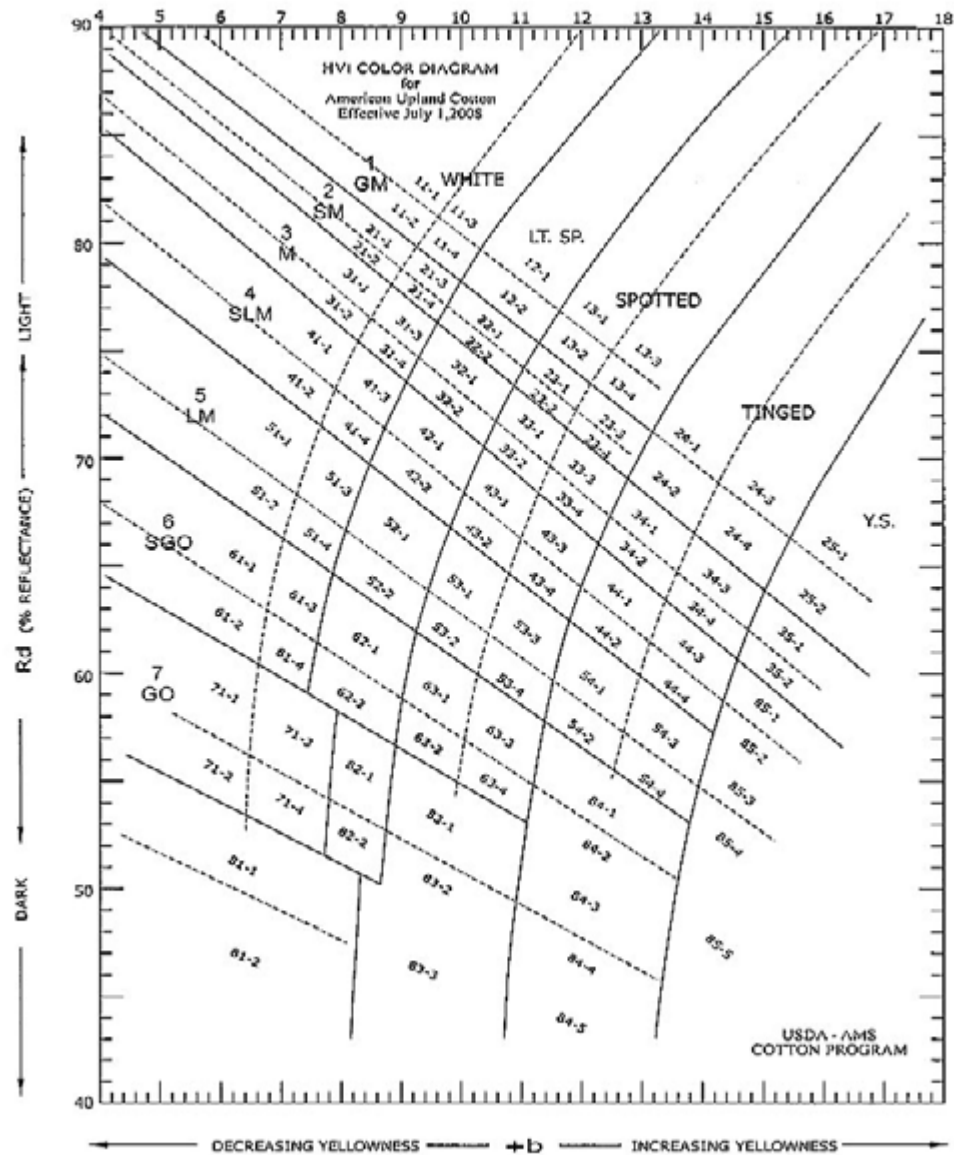


Figura 14 . Diagrama da cor para o algodão americano Upland com código de três dígitos. Padrão USDA a partir dos valores de reflectância (% Rd) e o índice de amarelamento (+b)

Para as principais propriedades físicas analisadas pelo HVI, podemos dar as seguintes classificações e interpretações:

- Comprimento (UHML ou Len). Para um algodão padrão 41-4, o comprimento de referência seria de 35/32" =

1'3/32" (27,8 mm). Em função da tabela de classificação oficial (Tabela 4), um algodão de comprimento 1'3/32" seria um algodão com comprimento UHML entre 27,3 e 27,9 mm. Abaixo de 27,3 mm de comprimento, o algodão poderá sofrer deságio;

Tabela 4. Código Universal para a determinação do comprimento - Padrões oficiais para o algodão "Upland" dos Estados Unidos da América

| Algodão em Pluma equivalente ao algodão americano "Upland" de comprimento Curto e Médio | | | | |
|--|-----------------|---|-------------------------|------------------|
| Comprimento de fibra em 32 avos da polegada (<i>classer's staple</i>) | | Comprimento de fibra em (UHML) mensurado por instrumentos do tipo HVI | | Código Universal |
| | | em centésimos da polegada | em décimos do milímetro | |
| 24/32 | Abaixo de 13/16 | 0,79 + curta | 20,1+ curta | 24 |
| 26/32 | 13/16 | 0,80 - 0,85 | 20,2 - 21,6 | 26 |
| 28/32 | 7/8 | 0,86 - 0,89 | 21,7 - 22,6 | 28 |
| 29/32 | 29/32 | 0,90 - 0,92 | 22,7 - 23,4 | 29 |
| 30/32 | 15/32 | 0,93 - 0,95 | 23,5 - 24,2 | 30 |
| 31/32 | 31/32 | 0,96 - 0,98 | 24,2 - 24,9 | 31 |
| 32/32 | 1 | 0,99 - 1,01 | 25,0 - 25,7 | 32 |
| 33/32 | 1.1/32 | 1,02 - 1,04 | 25,8 - 26,4 | 33 |
| 34/32 | 1.1/16 | 1,05 - 1,07 | 26,5 - 27,2 | 34 |
| 35/32 | 1.3/32 | 1,08 - 1,10 | 27,3 - 27,9 | 35 |
| 36/32 | 1.1/8 | 1,11 - 1,13 | 28,0 - 28,7 | 36 |
| 37/32 | 1.5/32 | 1,14 - 1,17 | 28,8 - 29,7 | 37 |
| 38/32 | 1.3/16 | 1,18 - 1,20 | 29,8 - 30,5 | 38 |
| 39/32 | 1.7/32 | 1,21 - 1,23 | 30,6 - 31,2 | 39 |

(Fonte: BRASIL. Instrução Normativa nº 63)

- Índice de uniformidade do comprimento (UI): Observe os parâmetros referenciais na *Tabela 5*;

Tabela 5. Interpretação dos valores do índice de uniformidade do comprimento (UI)

| Índice de Uniformidade do Comprimento da Fibra (%UI) (algodão em pluma de comprimento curto e médio) | |
|---|---------------|
| Categoria | (%UI) |
| Muito alta | Acima de 85% |
| Alta | 85 a 83% |
| Média | 82 a 80% |
| Baixa | 79 a 77% |
| Baixa muito baixa | Abaixo de 77% |

(Fonte: BRASIL. Instrução Normativa nº 63)

- Fibras curtas (SFC, SFI, SF): é o conteúdo de fibras curtas, menores que meia (0,5) polegada ou 12,7 milímetros, expresso em percentual. Observe os parâmetros referenciais na *Tabela 6*;

Tabela 6. Interpretação dos valores de SFC/SFI/SF

| Índice de fibras curtas (algodão em pluma de comprimento curto e médio) | |
|--|--------------|
| Categoria | % SFI |
| Muito baixa | Abaixo de 6% |
| Baixa | 6 a 9% |
| Regular | 10 a 13% |
| Alta | 14 a 17% |
| Muito alta | Acima de 17% |

(Fonte: USTER, 1999)

- Resistência da fibra à ruptura (STR): Observe os parâmetros referenciais na *Tabela 7*;

Tabela 7. Interpretação dos valores de Resistência à ruptura (STR)

| Resistência da fibra (em gramas-força por tex) com garra de 1/8 de polegada (algodão em pluma de comprimento curto e médio) | |
|--|--|
| Categoria | Gramas - força por tex (gf/tex) |
| Muito resistente | 31 gf/tex para cima |
| Resistente | 30 a 29 gf/tex |
| Média | 28 a 26 gf/tex |
| Intermediária | 25 a 24 gf/tex |
| Fraca | 23 gf/tex para baixo |

(Fonte: BRASIL. Instrução Normativa nº 63)

- Alongamento à ruptura (Elongation - Elg - %). Observe os parâmetros referenciais na *Tabela 8*;

Tabela 8. Interpretação dos valores de alongamento à ruptura (EL)

| Percentual de alongamento da fibra à ruptura (Elongation - EL - %) (algodão em pluma de comprimento curto e médio) | |
|---|-----------------------------|
| Categoria | Elongation (Elg - %) |
| Muito baixo | Abaixo de 5,0% |
| Baixo | 5,0 a 5,8% |
| Médio | 5,9 a 6,7% |
| Alto | 6,8 a 7,6% |
| Muito alto | Acima de 7,6% |

(Fonte: USTER, 1999)

- Índice micronaire: Observe os parâmetros referenciais na *Tabela 9*;

Tabela 9. Interpretação dos valores do índice micronaire (*Mic*)

| Índice micronaire (<i>Mic</i>) | |
|----------------------------------|-------------------|
| Categoria | Índice micronaire |
| Muito fina | Abaixo de 3,0 |
| Fina | 3,0 a 3,9 |
| Média | 4,0 a 4,9 |
| Grossa | 5,0 a 5,9 |
| Muito grossa | Acima de 6,0 |

(Fonte: USTER, 1999)

O índice micronaire é muito importante para a comercialização da fibra, embora esse critério seja um conjunto de finura com maturidade.

- Maturidade (*Mat*): o índice de maturidade estimada pelo *HVI* é um valor calculado, que envolve os valores de outras propriedades físicas (índice micronaire, resistência e alongamento à ruptura). Esse índice ainda não apresenta boa confiabilidade.

3.3 Classificação comercial: preços, ágios e deságios

Cada vez mais, o sistema de classificação da fibra de algodão é baseado em classificação por instrumentos, com máquinas *HVI*, deixando ainda

a classificação de alguns parâmetros para os classificadores avaliarem de forma visual, tal como o modo de preparação e contaminações de materiais estranhos.

Para o estabelecimento do preço da fibra, faz-se necessário conhecer os valores tabelados atuais dos ágios e deságios.

No site da Bolsa Brasileira de Mercadorias (BBM), no Sistema de Informações de Negócios com Algodão em Pluma (Sinap), são informados valores de ágios e deságios para os mercados internos e de exportação (*Tabela 10*). O tipo SLM (*Strict Low Middling*, Cor Estritamente Abaixo da Média) de código 41-4, sendo o algodão de base para o mercado interno, e o tipo M (*Middling*, Cor Média) de código 31-4 para o mercado de exportação.

Tabela 10. Ágios e deságios para o mercado interno e externo (2019)

| MERCADO INTERNO | | | | | | | | MERCADO EXTERNO | | | | | | | | | |
|--|--|------------|-----|-----|------|-------|-------|---|--|--|------------|-----|----|------|------|------|------|
| Ágios e deságios - Padrões universais - pontos em R\$/lp | | | | | | | | Ágios e deságios - Padrões universais - pontos em US\$/lp | | | | | | | | | |
| 03/10/2019 | | | | | | | | 23/10/2019 | | | | | | | | | |
| Tipos brancos (white grades) | | | | | | | | Tipos brancos (white grades) | | | | | | | | | |
| | | Folha tipo | 1&2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | Folha tipo | 1&2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Cor boa média (good middling) | | 11 | - | - | - | - | - | - | Cor boa média (good middling) | | 11 | n | - | - | - | - | - |
| Cor estritamente média (strict middling) | | 21 | 700 | 600 | - | - | - | - | Cor estritamente média (strict middling) | | 21 | 100 | 75 | - | - | - | - |
| Cor média (middling) | | 31 | 600 | 500 | 400 | - | - | - | Cor média (middling) | | 31 | 75 | 50 | base | - | - | - |
| Cor estritamente abaixo da média (strict low middling) | | 41 | - | 200 | base | -200 | - | - | Cor estritamente abaixo da média (strict low middling) | | 41 | - | 50 | -100 | -150 | - | - |
| Cor abaixo da média (low middling) | | 51 | - | - | -500 | -650 | -800 | - | Cor abaixo da média (low middling) | | 51 | - | - | -300 | -350 | -400 | - |
| Cor estritamente boa comum (strict good ordinary) | | 61 | - | - | - | -1000 | -1150 | -1400 | Cor estritamente boa comum (strict good ordinary) | | 61 | - | - | - | -600 | -700 | -800 |
| Cor boa comum (good ordinary) | | 71 | - | - | - | - | - | n | Cor boa comum (good ordinary) | | 71 | - | - | - | - | n | n |
| Abaixo de padrão (below grade) | | 81 | - | - | - | - | - | n | Abaixo de padrão (below grade) | | 81 | - | - | - | - | n | n |

| Cor (color) | | Fibra |
|-------------------------------------|-------|--------------|
| 1- Branco (white) | Base | 1" n |
| 2- Ligeiramente creme (light spot) | -400 | 1.1/32 -1200 |
| 3- Creme (spotted) (todos os tipos) | -900 | 1.1/16 -700 |
| 4- Avermelhado (tinged) | -1800 | 1.3/32 Base |
| 5- Amarelado (yellow stained) | n | 1.1/8 200 |
| | | 1.5/32 400 |

| Microaire (Para cada microaire (0,1) abaixo e/ou acima do garantido no contrato, os seguintes descontos) | |
|--|-------------------|
| Micro Valor Abaixo ou Acima do Garantido | Desconto (Pontos) |
| 0,1 | -300 |
| 0,2 | -600 |
| 0,3 | -1200 |
| 0,4 | -1400 |
| 0,5 | -1800 |
| 0,6 | -2200 |

| Resistência da Fibra | |
|--|-------------------|
| Intervalos de resistência abaixo do mínimo contratado: | Desconto (Pontos) |
| 0,1 a 0,5 | -200 |
| 0,6 a 1 | -400 |
| 1,1 a 2 | -600 |
| 2,1 a 3 | -1200 |
| 3,1 a 4 | -1600 |
| 4,1 a 5 | -2000 |

| SFI - Fibra Curta | |
|-------------------|---------|
| ≤ 10 | Base |
| 10,1 a 11 | -300 |
| 11,1 a 11,9 | -450 |
| ≥ 12 | Nominal |

n = nominal

| Resistência da Fibra | |
|--|-------------------|
| Intervalos de resistência abaixo do mínimo contratado: | Desconto (Pontos) |
| 0,1 a 0,5 | -100 |
| 0,6 a 1 | -200 |
| 1,1 a 2 | -300 |
| 2,1 a 3 | -400 |
| 3,1 a 4 | -600 |
| 4,1 a 5 | -800 |

de 0,7 para baixo ou para cima, nominal.

| SFI - Fibra Curta | |
|-------------------|------|
| ≤ 10 | Base |
| 10,1 a 11 | -100 |
| 11,1 a 11,9 | -150 |
| ≥ 12 | n |

n = nominal

(Fonte: <https://www.bbmnet.com.br/sinap-algodao/tabela-de-agi-os-e-desagi-os>)

A Associação Nacional dos Exportadores de Algodão (Anea) publica também valores de ágios e deságios que obedecem às regras do mercado externo (mercado internacional) (Tabela 11). Os valores são levemente diferentes daqueles publicados pela BMF.

Tabela 11. Prêmios e descontos para exportação (Anea - Brasil)

| ANEA | | | | | | | |
|--|--------|-------|-----|------|------|------|---|
| Ágios Deságios/(Premiums & Discounts) | | | | | | | |
| Valores/(Values): pontos/(points) /lb (US\$) | | | | | | | |
| out/19 | | | | | | | |
| Padrões Universais | | | | | | | |
| (Universal Standards) | | | | | | | |
| | Folha: | 1 & 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TIPOS BRANCOS/(WHITE GRADES) | | | | | | | |
| Cor Boa Média/(Good Middling) | 11 | n | n | n | n | n | n |
| Cor Estritamente Média/(Strict Middling) | 21 | 75 | 50 | n | n | n | n |
| Cor Média/(Middling) | 31 | 50 | 25 | Base | n | n | n |
| Cor Estritamente Abaixo da Média/(Strict Low Middling) | 41 | n | -75 | -100 | -150 | n | n |
| Cor Abaixo da Média/(Low Middling) | 51 | n | n | -400 | -450 | -550 | n |
| Cor Estritamente Boa Comum/(Strict Good Ordinary) | 61 | n | n | -675 | -725 | -875 | n |
| Cor Boa Comum/(Good Ordinary) | 71 | n | n | n | n | n | n |
| Abaixo de Padrão/(Below Grade) | 81 | n | n | n | n | n | n |

| Cor/(Color) | < SLM | SLM | MID |
|------------------------------------|-------|------|------|
| 1- Branco (White) | 0 | 0 | Base |
| 2- Ligeiramente Creme (Light Spot) | -100 | -100 | -150 |
| 3- Creme (Spotted) | -400 | -400 | -500 |

| SFI/SFC (Short Fiber Index/Content) | <10 | 10,1/11,9 | 12> |
|-------------------------------------|------|-----------|-----|
| | Base | -100 | n |

| Micronaire | Resistência/(Strength) |
|------------|------------------------|
| | g/tx |
| 5,3< | n |
| 5,0/5,2 | -600 |
| 3,5/4,9 | Base |
| 3,3/3,4 | -600 |
| 3,0/3,2 | -950 |
| 2,7/2,9 | -1.500 |
| 2,5/2,6 | -2.250 |
| >2,4 | n |

| Comprimento/(Staple) | | | |
|----------------------|-----------|------|------|
| | 31-3 or + | 31-4 | 41-4 |
| >1.1/8" | 50 | 25 | 0 |
| 1.3/32" | 0 | Base | 0 |
| 1.1/16" | -400 | -400 | -300 |
| 1.1/32" | n | n | n |
| 1" | n | n | n |

| Prêmio para ANEA 21 e 31 | |
|--------------------------|------|
| 31-4-35 = | Base |
| 31 = | 100 |
| 21 = | 200 |

Esta tabela se refere a algodão livre de talo, capim, sementes, caramelização, de boa preparação, não encarnado.

This table refers to cotton free of bark, grass, seeds, honeydew and of good preparation without spindle twist.

(Fonte: Anea, 2019. <http://www.aneacotton.com.br/pt-br/servicos/agio-e-desagio>)

Vendo essas tabelas, percebemos que, muitas vezes, os valores de deságio são mais elevados que os valores de ágio. Assim, é de grande importância que o agricultor consiga produzir uma fibra com parâmetros de qualidade que fiquem acima de certos valores estipulados nos contratos comerciais.

De modo geral, para evitar maiores problemas na comercialização, os valores dos parâmetros de qualidade medidos com HVI teriam que ser, no mínimo, os seguintes:

Comprimento da fibra (Len): ficar na categoria de comprimento 1.3/32' para cima, ou seja, uma fibra de comprimento superior ou igual a 27,4 mm;

Uniformidade da fibra (UI): ser superior ou igual a 81%. Valores inferiores podem significar que a fibra apresenta um alto conteúdo em fibras mais curtas;

Índice de fibras curtas (SFI): apesar de não ter algodão de calibração, os valores desse parâmetro precisariam ser inferiores a 10%. Acima desse valor, e principalmente acima de 12%, os deságios podem ser significativos, e certas indústrias poderiam até não aceitar a fibra;

Resistência (STR): precisa ser superior ou igual a 27 g/tex;

Micronaire (Mic): deve ficar no intervalo de 3,5-4,9. Fibra de micronaire inferior a 3,5 ou superior a 5 entram nas faixas de desconto. Micronaire inferior a 3,5 é muitas vezes relacionado a fibra imatura.

Para os mercados mais exigentes, podem ser estipulados valores diferentes nos contratos comerciais, correspondendo à fibra de tipo superior: micronaire no intervalo de 3,8-4,2, fibra de comprimento superior a 29 mm e resistência acima de 30 g/tex.

4. Considerações finais

A qualidade da fibra é elaborada a campo; o manejo da lavoura definirá as principais propriedades de qualidade da fibra, qualidade de "tipo" e/ou qualidade intrínseca. Muitas etapas do manejo da lavoura, desde a escolha da variedade até a pré-colheita, podem contribuir para a elaboração dessa qualidade.

Uma vez definida a campo, a qualidade deverá ser preservada ao máximo ao longo dos processos de colheita e pós-colheita (beneficiamento), a fim de assegurar rentabilidade máxima para o produtor.

Algumas propriedades da fibra, como índice micronaire, têm forte incidência sobre o valor comercial do produto, apesar de não ter obrigatoriamente incidência negativa sobre os processos têxteis. Porém, já que essas características fazem parte dos critérios de comercialização, o produtor terá que enquadrar o máximo que possível sua produção em função desses critérios.

Enfim, quanto mais se sabe sobre a matéria-prima, melhor é para vendê-la, comprá-la, processá-la e obter melhores resultados de produtividade em fiação, flexibilidade, qualidade, tempo, custo e rentabilidade.

Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores

Valorização dos coprodutos do algodão

No processo do beneficiamento do algodão, as fibras são removidas e o caroço surge como um coproduto importante. Para a safra 2019/2020, a produção da malvacea no Brasil está estimada em 2,755 milhões de toneladas de fibra e 4,130 milhões de toneladas de caroço. Assim, o caroço torna-se o maior coproduto do cultivo algodoeiro (Conab, 2020), rico em óleo e proteínas.

1. Resíduos de algodoeiras

O algodão em caroço é levado à algodoeira com sujeira, pedaços de folhas, cascas, ramos, impurezas que serão eliminadas em diversos processos,

gerando volumes significativos de “casquinha” e resíduos diversos. Em outras etapas do beneficiamento, outros tipos de impurezas serão gerados, em quantidade menor, como “motes” e fibrilas. Nas algodoeiras, esses sub-produtos podem ser comercializados ou usados na própria fazenda.

É o caso das casquinhas, geralmente usadas para alimentar o gado. Pode ser usado também para produção de “compostos” (Figura 1) ou adubos organominerais após processos de compostagem. Cf. CT11/2014 do IMAmt, *Compostagem de subprodutos das algodoeiras*.



João Paulo Saraiva Morais
Embrapa Algodão



Everaldo Medeiros
Embrapa Algodão



Jean-Louis Bélot
IMAmt

(Imagem: Elio Torre)



Figura 1. Composto feito a partir de casquinhas de algodão e outras matérias-primas

Capítulo reescrito e atualizado por Jean-Louis Bélot, a partir do texto publicado em 2014.

Algumas fazendas confeccionam com as casquinhas **briquetes compactados** (Figura 2) para uso em fornos de secadores no lugar da lenha.

Prensas para fabricação desses briquetes, inclusive a partir de outros tipos de resíduos, são comercializadas por diversas empresas.



Figura 2. Prensa para fabricação de briquetes a partir de casquinhas de algodão ou de outros resíduos

O poder calorífico desse material é dado na Tabela 1.

Tabela 1. Poder calorífico de briquetes fabricadas com diversos resíduos

| PRODUTO | Tipo de residuo | Poder calorífico superior [kcal/kg] | Peso específico [kg/m³] | Peso a granel [kg/m³] | Umidade |
|-----------------|-------------------------|--|----------------------------|--------------------------|----------|
| BRIQUETE | CASCA DE ARROZ | 3.800 | 1100 | 650 – 700 | 12% |
| | CASCA DE CAFÉ | 4.100 | 1100 | 650 - 700 | 12% |
| | RESÍDUOS DE ALGODÃO | 4.300 | 1100 | 650 – 700 | 12% |
| | RESÍDUOS DE PINUS | 4.600 | 1170 | 700 – 750 | 12% |
| | BAGAÇO DE CANA | 4.700 | 1100 | 650 – 700 | 14% |
| | RESÍDUOS MADEIRA DE LEI | 4.900 | 1200 | 750 – 800 | 12% |
| | RESÍDUOS DE EUCALIPTO | 4.800 | 1180 | 720 – 780 | 12% |
| LENHA COMERCIAL | - | 2.200 a 2.500 | 600 | 350 – 400 | 25 – 30% |

(Fonte: Biomax)

2. O caroço de algodão

O caroço representa uma parte importante do algodão produzido na lavoura. Com as variedades atualmente comercializadas, a porcentagem de fibra fica entre 38% e 45%; o caroço representa então mais de 55% do peso colhido. Do algodão em caroço produzido a campo, usando valores

do Estado de Mato Grosso em 2010, podemos estimar que entre 85 e 90% do valor monetário da cultura é proveniente da fibra e entre 10% e 15% vêm do caroço. O caroço é composto de diversas frações, sendo o línter e as impurezas, as cascas (tegumentos da semente) e a amêndoa (Figura 3).

(Imagem: Jean Louis Belot)



Figura 3. As diversas partes de um caroço de algodão

O caroço de algodão bruto apresenta ao redor de 8,5% de línter, fibras pequenas que não foram removidas da superfície das sementes durante o processo de descaroçamento. O caroço sem línter compõe-se aproximadamente de 32% de cascas, 60% de cotilédones e

8% de embrião (primórdio de caule e raízes). Outras maneiras de apresentar a composição do caroço são apresentadas na *Tabela 3*, sendo que há muita variabilidade em função das variedades empregadas, condições de cultivo e de beneficiamento, clima etc.

Tabela 3. Conteúdo em óleo e proteína do caroço de algodão

| Caroço bruto (com línter) de algodão (<i>G. hirsutum</i>) | | |
|---|-----------------|-----------|
| | Valor médio (%) | Intervalo |
| Línter | 8,5 | 4-12% |
| Cascas | 26 | 24-28% |
| Óleo | 16 | 14-22% |
| Farinha | 45,5 | 43-47% |

Continuação ---->

Tabela 3. Continuação

| Valores geralmente obtidos em unidades industriais de extração de óleo | |
|--|--------|
| Proteínas | 20-22% |
| Óleo | 18-20% |
| Amido | 3-4% |
| Fibras | 28% |

2.1 Uso direto do caroço

Por conta de seu alto conteúdo de óleo, o caroço de algodão é um alimento rico em energia.

Porém, a presença do gossipol, pigmento polifenólico existente na planta de algodoeiro e na semente, limita seu uso na alimentação.



(Imagem: Jean - Louis Bélot)

Figura 4. Glândula de gossipol na amêndoa do caroço de algodão (pontos pretos)

O gossipol (*Figura 4*) é um componente com diversas atividades biológicas. Presente em diversas partes da planta, ele tem atividade repulsiva sobre algumas pragas, mas apresenta toxicidade para pessoas e animais. Pode causar danos ao fígado, anemia, afetar a tireoide e provocar edemas e danos ao coração se ingerido em doses elevadas.

Os animais poligástricos como os bovinos apresentam menor sensibilidade ao gossipol, permitindo usar o caroço inteiro de algodão ou a

torta proveniente das indústrias de esmagamento em até 30% na ração do animal.

Com o aumento significativo do cultivo algodoeiro em Mato Grosso nos últimos anos, o preço do caroço baixou significativamente (*Figura 5*), abrindo espaço para uso de quantidades importantes de caroço de algodão não transformado para alimentação do gado em período de seca, no semiárido do Nordeste, ou para confinamento (*Figura 6*).

(Fonte: Scot Consultoria - www.scotconsultoria.com.br)

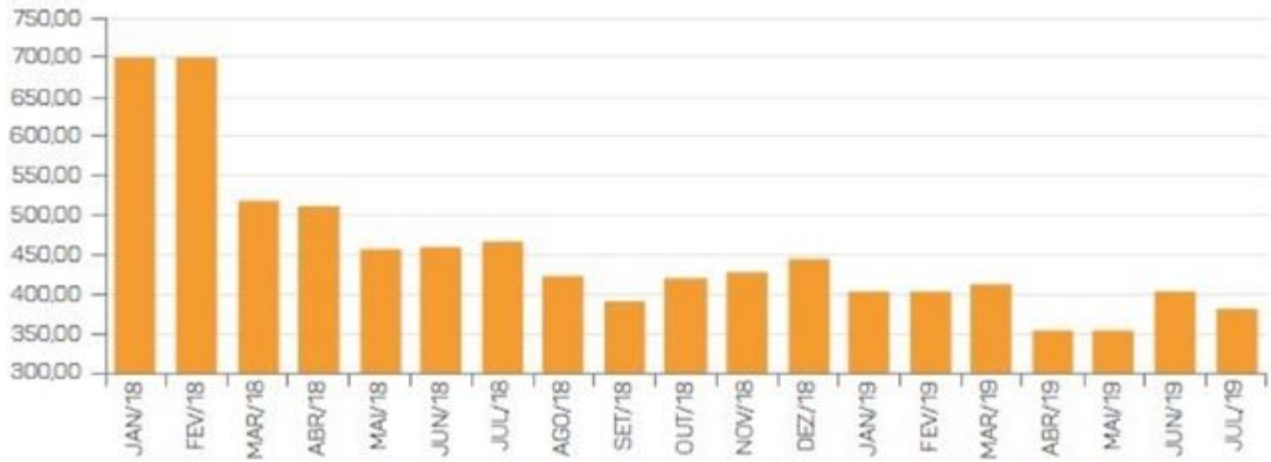


Figura 5. Evolução dos preços do caroço de algodão em Mato Grosso (R\$/t, sem frete)

(Imagem: M. Moretti)



Figura 6. Uso de caroço de algodão na alimentação do gado confinado

2.2 Transformação do caroço

Outra parte importante do caroço é comercializada para a produção de óleo, para indústrias de esmagamento (extração por solventes) ou até em pequenas unidades (extração mecânica).

Transformação na fazenda: nesse caso, visando agregar valor ao caroço, diversos processos podem ser contemplados. Porém, uma análise econômica deve ser feita caso a caso para determinar tanto o custo de investimento como as taxas de retorno no investimento das usinas para garantir

o aproveitamento integral e local do caroço de algodão. Mas, provavelmente, nas regiões produtoras de algodão a abundância da oferta do caroço e a demanda pelos produtos que podem dele ser obtidos justificam esse investimento, já que aumentam as divisas geradas ao longo da cadeia produtiva do algodão.

Algumas fazendas equiparam-se com prensas (Figura 7), a fim de extrair óleo bruto de algodão (Figura 8), tentando agregar valor, comercializando o óleo e a torta gorda.

(Imagem: Jean - Louis Bélot)



Figura 7. Prensa para extração de óleo bruto e produção de torta gorda instalada em uma fazenda

(Imagem: Everaldo Medeiros)



Figura 8. Óleo de algodão não refinado

No passado, algumas algodozeiras investiram em deslinteradeiras mecânicas no Paraná, a fim de remover o línter e deixar o caroço quase totalmente “pelado”. Essas máquinas antigas eram muito exigentes em energia, e o valor do línter não compensava o investimento, o que as pôs em desuso.

Transformação industrial do caroço: as indústrias brasileiras de produção de óleo

trabalham principalmente com soja, porém processam também o caroço de algodão. Os processos industriais são complexos para extrair o máximo que possível de óleo do caroço, usando prensas com altas temperaturas, muitas vezes associadas na sequência à extração por solvente (*Figura 9*).



Figura 9. Unidade industrial de extração de óleo de algodão

Várias etapas são necessárias.

- **Deslintamento** - essa etapa é realizada atualmente com máquinas de grande capacidade posicionadas nas unidades de esmagamento. Removendo o línter do caroço, na etapa posterior de esmagamento, é possível obter um maior rendimento de óleo e uma torta mais rica em proteína, já que o línter contaminante não reabsorverá parte do óleo extraído;

- **Descasca do caroço deslintado** - permite separar as amêndoas ricas em óleo das cascas. Parte das cascas será reincorporada às amêndoas para o processo de pressão ter maior porosidade da mistura;

- **Extração mecânica do óleo** por pressão, com temperaturas elevadas;

- **Extração com solvente** (hexano), deixando as tortas com menos de 3% de óleo;

- **Refino do óleo**, envolvendo várias etapas para remover quaisquer impurezas, pigmento e gossipol;

Desse processo industrial, muitos subprodutos são produzidos e comercializados pelas indústrias para mercados variados.

a) **O óleo** produzido é principalmente destinado ao consumo alimentar (óleo, margarinas etc.); pouco é usado atualmente para produção de biodiesel por conta do alto custo do óleo de algodão em relação ao do óleo de soja ou da gordura bovina.

A qualidade nutritiva do óleo de algodão é comparável à da soja, já que é composto principalmente por ácidos insaturados (ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico). A composição química do óleo de algodão, com alto teor de antioxidantes naturais, confere-lhe maior estabilidade à oxidação e à deterioração, em comparação a outros óleos vegetais e gorduras animais.

O óleo de algodão é um óleo industrial que pode ser usado tanto para fins alimentares quanto não alimentares. Nos Estados Unidos, desde o século XIX até a década de

1940, foi a principal fonte de óleo alimentar vegetal, sendo então superado pelos óleos de soja e de milho. No Brasil, atualmente, a produção de óleo de algodão é apenas superada pela de óleo de soja. Há estudos que mostram que o óleo de algodão pode ser usado na alimentação humana, baixando os níveis de colesterol.

b) **O línter** é uma fibra curta demais para ser empregada na fiação, embora possa, eventualmente, ser usada para produção de fios grossos e cordas, por ser mais barato que a pluma.

Ele é constituído por cerca de 80% de celulose, praticamente sem lignina ou minerais contaminantes, o que o torna uma fonte atraente de celulose. Por essas características, ele necessita de menos etapas de branqueamento, que podem ser mais brandas que as aplicadas na celulose de madeira.

Normalmente, o línter é usado para a produção de papéis especiais (papel-moeda, papel-passaporte, papel-identificação, papéis médicos e laboratoriais), derivados de celulose (acetato de celulose, nitrocelulose, carboximetilcelulose), celulose regenerada (viscose). Recentemente, a pureza de celulose e elevada cristalinidade em relação a outras fontes típicas de celulose, como madeira de pinheiro ou de eucalipto, vêm tornando o línter uma matéria-prima interessante para a produção de nanocristais de celulose e de

celulose nanofibrilada, que, por sua vez, são empregados como insumos em diversas indústrias, como dispositivos eletrônicos, telas, sensores miniaturizados, embalagens etc.

Industrialmente, são produzidos até três tipos de línter: primeiro corte (o mais limpo), segundo corte (qualidade intermediária) e terceiro corte (com grande contaminação de resíduos da casca do caroço). A diferença entre esses graus de pureza é determinada pela proximidade do ajuste das serras, em máquinas similares aos descaroçadores; quanto mais rente for o corte da fibra do línter, mais sujidades acompanharão as fibras. A indústria química normalmente comercializa línter de primeiro e segundo corte, pois a contaminação de caroço no terceiro leva à perda do diferencial da celulose do línter em relação ao da madeira. Após a retirada do caroço, os flocos de línter podem ser enfardados e manuseados como fardos normais de algodão.

c) **A torta.** É a denominação dada à massa sólida que fica após a extração do óleo. O rendimento da torta varia em função do rendimento da extração de línter e de óleo, variação que depende tanto de fatores relativos às variedades plantadas quanto dos ajustes das máquinas usadas nessas etapas. Geralmente, a torta apresenta 41% de proteína, embora possa chegar a 44%.

(Imagem: Everaldo Medeiros)



Figura 10. Torta de algodão comercializada para alimentação animal

Tradicionalmente, a torta tem sido usada como fonte de proteína na ração animal, principalmente rações para gado.

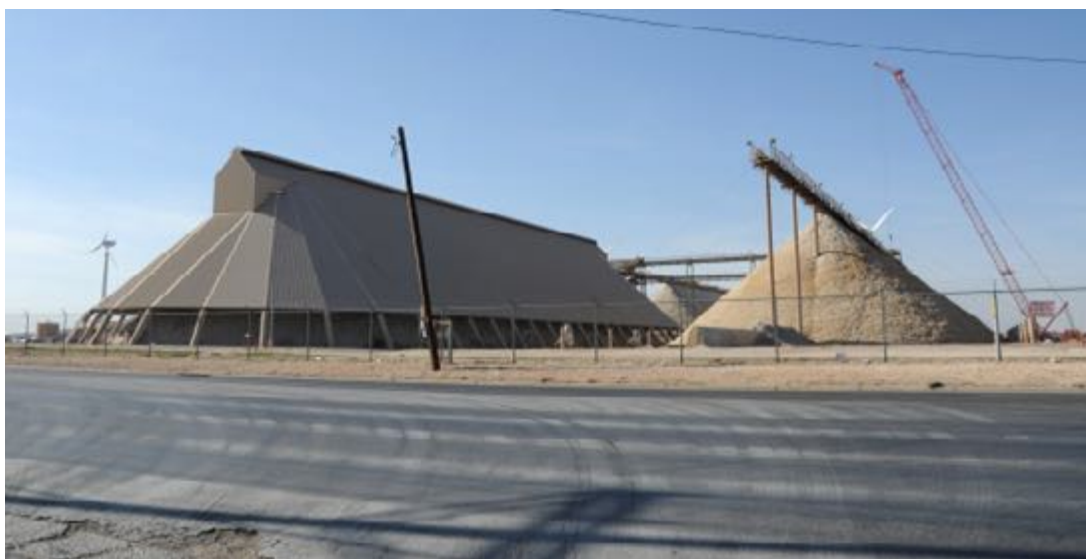
O óleo de algodão pode ser refinado para eliminação do gossipol; a torta, porém, normalmente não sofre um processamento posterior para eliminação da substância residual. Dessa forma, o processamento que use calor, como prensagem a quente, desintoxica a torta de algodão de uma grande parte do gossipol residual.

Quando usada em formulação de dietas, a torta de algodão pode levar o animal a apresentar rendimento em parâmetros (como peso da carcaça e teor de proteína) comparável à soja, dependendo do animal e da fase

em que ele recebe essa alimentação. Como a proteína e o óleo estão geralmente combinados na torta, ao serem ingeridos por animais ruminantes, provocam uma liberação lenta no rúmen, o que previne a intoxicação por excesso de gordura.

O teor residual de óleo e de carboidratos na torta de algodão, associado ao conteúdo proteico e à alta quantidade de fósforo, comumente estimula o uso da torta para a formulação de rações para animais em lactação, como vacas leiteiras e gado de corte. Uma torta que tenha passado pelo processo de deslignamento tem um teor, em massa, maior de proteína e de óleo, o que a torna mais atrativa para o mercado de rações, podendo receber um preço maior.

O caroço é mais que um coproduto do cultivo, representando uma receita significativa para o cotonicultor. Existem alguns caminhos para valorizar mais o caroço ou outros subprodutos do cultivo, mas uma análise econômica deve ser feita caso a caso para determinar a viabilidade do investimento.



Referências bibliográficas: entrar em contato com os autores





MANEJO SUSTENTÁVEL DO CULTIVO ALGODOEIRO

Como limitar o impacto do cultivo algodoeiro sobre o meio ambiente

Em Mato Grosso, o algodoeiro é cultivado em clima tropical úmido, o que favorece a incidência de doenças e pragas. O sistema de produção usado é muito intensivo e utilizador de insumos químicos acima do praticado em outros países algodoeiros.

Preocupada com a imagem da fibra de Mato Grosso no mercado internacional, a Ampa têm tomado iniciativas importantes para limitar o impacto do cultivo sobre o meio ambiente, apoiando os produtores para a aplicação das normas oficiais em suas fazendas. Cada produtor encontrará aqui recomendações complementares para reduzir ainda mais o impacto de certas práticas culturais sobre o meio ambiente.

Muitas técnicas descritas no Manejo Integrado de Pragas (MIP) ou de doenças são alternativas ao controle químico. Uma delas, o controle biológico, quando sua eficiência for devidamente comprovada, é uma ferramenta interessante explorada por algumas empresas privadas e pelo IMAmt, em colaboração com a Embrapa.

Como limitar o impacto do cultivo algodoeiro sobre o meio ambiente



**Eliana Freire
Gaspar de
Carvalho Soares**
UFMT



**Antonio Brandt
Vecchiato**
UFMT

Os impactos do cultivo algodoeiro são decorrentes de mudanças no meio físico e da utilização de insumos químicos, que podem ter como consequência a contaminação ambiental, em particular da água, além do assoreamento de cursos d'água superficiais, podendo levar a sua redução ou até eliminação.

As mudanças no meio físico decorrem da retirada da vegetação natural e do manuseio do solo, que podem causar erosão, perda de fertilidade e mudanças do movimento da água no solo, tendo como efeito a redução na disponibilidade da água superficial e subsuperficial. Assim, o manejo adequado do solo é fundamental para minimizar esse tipo de impacto.

A contaminação do ambiente aquático por agroquímicos usados na agricultura depende dos seguintes processos:

- Transporte dessas substâncias pelo escoamento superficial, tanto associadas aos sedimentos como solubilizadas na água do escoamento;
- Movimentação vertical das moléculas ao longo do perfil do solo até atingir as águas subsuperficiais;
- Deposição de substâncias presentes na atmosfera pela água de chuva e precipitação seca de material particulado carregado pelo vento;
- Deriva durante a pulverização dos agroquímicos.

A magnitude desses processos depende dos seguintes fatores:

- Características do ambiente (meio físico e clima) onde o produto é aplicado;
- Sistema de cultivo empregado e

frequência, dosagem, escolha de moléculas, tecnologia da aplicação dos agroquímicos e condições meteorológicas no momento da aplicação.

Dessa forma, as recomendações para reduzir o potencial de contaminação estão organizadas separadamente por compartimento ambiental, em que se discute como interferir nos fatores que afetam os processos de distribuição das moléculas no ambiente.

1. Redução do risco de contaminação de águas superficiais

Para diminuir o transporte de substâncias pelas águas das enxurradas (escoamento superficial, *Figura 1*), é necessária a adoção de práticas adequadas de conservação de solo voltadas à prevenção de processos erosivos, tais como:

- Implantar sistemas de terraceamento, semeadura em nível e manutenção de faixa de cultura de contenção e/ou de mata ciliar;
- Não cultivar em áreas de ocorrência de solos muito erodíveis e/ou mal drenados, especialmente quando estes ocorrerem nas porções mais inferiores das vertentes. Dentre os solos muito erodíveis que ocorrem com frequência nas áreas de cultivo de algodão em Mato Grosso, destacam-se os solos arenosos como o neossolo quartzarênico.

Com relação aos solos mal drenados, os plintossolos, que também ocorrem frequentemente em Mato Grosso

nas porções inferiores das vertentes, apresentam, em subsuperfície, camada pouco permeável que impede a infiltração das águas de chuva, favorecendo o escoamento superficial concentrado, aumentando sua

capacidade erosiva. Além disso, durante o período chuvoso, ocorre a formação de lençol freático suspenso, que se dirige aos fundos de vales (*Figura 2*), onde ocorrem nascentes e cursos d'água.

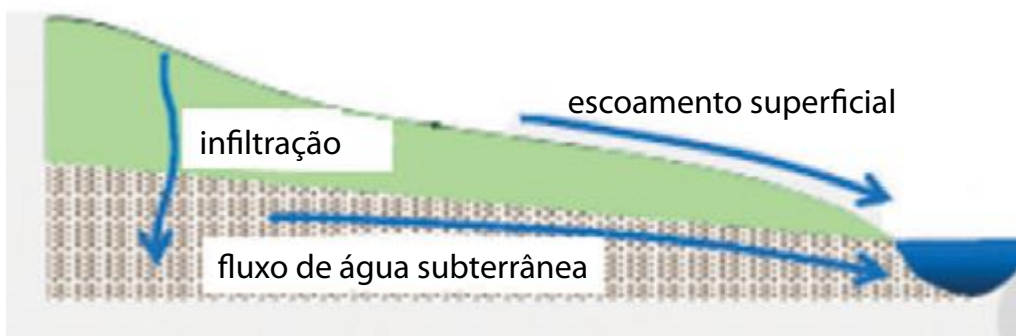


Figura 1. Movimentação da água no solo

(Imagem: Eliana Doreis)



Figura 2. Exemplo de processo erosivo intensificado em final de vertente

Os solos mal drenados ocorrem também em áreas de campos úmidos, onde se tem observado a prática de drenagem do solo para o cultivo do algodão. Nessas áreas, mesmo drenadas, o lençol freático ocorre a pequena profundidade,

e o próprio sistema de drenagem favorece o transporte das moléculas aplicadas ao solo para os cursos d'água e áreas de nascente.

Com o desencadeamento de processos erosivos e ausência de cobertura vegetal na faixa

marginal dos cursos d'água, fatalmente os sedimentos acumulam-se nos fundos de vale e calhas dos cursos d'água, promovendo o assoreamento. As principais recomendações são:

- Ter especial atenção com relação à preservação da vegetação em áreas de cabeceira de

drenagem, uma vez que se trata de local com concentração de fluxos d'água, tanto superficial como subterrâneo e lençol freático aflorante a sub-aflorante. São, portanto, locais extremamente suscetíveis a erosão e contaminação. A *Figura 3* ilustra uma situação de extremo risco de contaminação;

(imagem: Eliana Dores)



Figura 3. Área de nascente degradada

- Adotar um sistema de manejo que permita rotacionar as culturas, pois, a partir desta, aumenta-se o estoque de matéria orgânica no ambiente, de modo a reter com maior eficiência as moléculas dos agroquímicos;
- Adotar práticas que reduzam a compactação do solo, pois este fenômeno reduz a infiltração da água, aumentando o escoamento superficial;
- Dar preferência a sistemas de cultivo que revolvam menos o solo (semeadura direta, cultivo mínimo etc.), nos quais o carreamento superficial é reduzido

e ocorre o acúmulo de matéria orgânica no solo;

- Obedecer às leis ambientais vigentes com relação às áreas de preservação permanente (APP) ao longo dos cursos d'água, levando em consideração que, quanto mais larga for a vegetação ciliar, maior a proteção do manancial hídrico no que diz respeito tanto à contaminação como ao assoreamento.

Destaca-se ainda que a preservação das APPs contribui também para a preservação dos recursos hídricos em termos de quantidade de água.

Assim, recomenda-se que os produtores avaliem a possibilidade de utilizar faixas mais largas do que o previsto na legislação em áreas de nascente e no entorno de cursos d'água quando estas se mostrem mais vulneráveis, considerando os tipos

de solo e a declividade da vertente.

Nesse contexto, um exemplo de ação proativa por parte de alguns produtores foi a recuperação da área degradada representada na *Figura 3*, como pode ser observado na *Figura 4*.

(Fonte: Laboratório de Geoprocessamento - ICAT/CUR/UFMT (2018))



Figura 4. Imagem de 2005 da área recuperada extraída do Google Earth (A) Fotografia aérea da área de preservação permanente em recuperação tirada em 2018 (B) e fotografia da vegetação em processo de recuperação (linhas pontilhadas indicam posição da qual foi tirada a fotografia) (C)

2. Redução da contaminação de águas subterrâneas

A principal via de contaminação de águas subterrâneas é a lixiviação, ou seja, a movimentação

vertical dos agroquímicos no perfil do solo com a água percolada. A *Figura 5* ilustra os diversos caminhos que uma molécula percorre ao penetrar no solo.

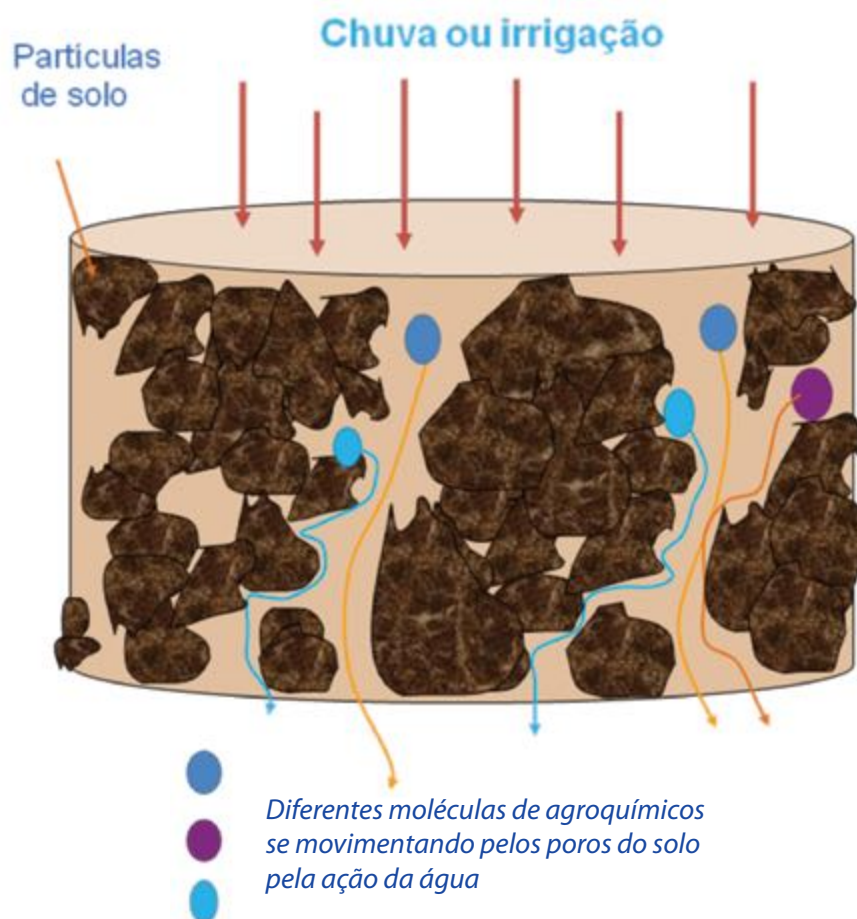


Figura 5. Esquema do processo de lixiviação

Sendo assim, regiões de ocorrência de solos permeáveis e com baixa capacidade de retenção de água apresentam potencial elevado de contaminação de águas subterrâneas. Por outro lado, o horizonte superficial do solo, que apresenta maior teor de matéria orgânica, é responsável pela retenção das moléculas dos contaminantes, onde estas podem ser degradadas por processos químicos, fotoquímicos e biológicos. Quanto mais tempo essas moléculas permanecerem na camada superficial, maior a probabilidade de se degradarem. Nos horizontes mais profundos do solo, esses processos são menos intensos e a persistência dessas substâncias é mais elevada. Em vista disso, as seguintes recomendações podem reduzir o risco de contaminação de águas subterrâneas:

- Adotar sistemas de cultivo que aumentem o estoque de matéria orgânica no solo, como sistemas de rotação e sucessão de culturas que promovam esse acúmulo, plantio direto ou cultivo mínimo. A matéria orgânica é a principal fração do solo que contribui para a retenção das moléculas orgânicas, reduzindo o transporte para águas subterrâneas;
- Evitar cultivar em áreas de neossolo quartzarênico, que tem alta permeabilidade e baixa capacidade de retenção de água e de adsorção, permitindo uma lixiviação rápida das substâncias usadas no solo.

3. Contaminação atmosférica

A ocorrência de resíduos de agroquímicos na atmosfera deve-se a dois processos: (i) deriva do produto

durante a aplicação, indo depositar-se em locais além da área-alvo, e (ii) volatilização dos produtos a partir da camada superficial do solo ou da superfície das plantas, de onde podem precipitar com a água da chuva em locais distantes da aplicação.

A volatilização é um processo que se intensifica a

temperaturas elevadas e com ausência de chuva e seu controle é difícil ou quase impossível. Produtos aplicados incorporados ao solo são menos suscetíveis à volatilização, enquanto aqueles aplicados por pulverização aérea ou por trator, principalmente na superfície da planta, têm maior potencial de serem volatilizados.

(Imagem: Pierre Silvie)



Figura 6. Pulverização aérea de agroquímicos em lavoura de algodão

As tecnologias de aplicação de agroquímicos têm evoluído rapidamente, tornando-as mais eficientes e seguras. Na cultura do algodão, são realizadas aplicações de agroquímicos em diferentes estádios da planta. Os seguintes cuidados devem ser tomados durante a aplicação para reduzir a deriva:

- Observar a boa calibração dos equipamentos de pulverização, seguindo-se as especificações adequadas a cada ponta de pulverização utilizada durante o trabalho;
- Observar as condições climáticas no momento da aplicação, não a realizando em temperaturas acima de 30°C, umidade relativa abaixo de 55% e ventos acima de

10-15 km/h, condições que aumentam a possibilidade de deriva da calda aplicada, principalmente se esta for formada por gotas finas;

- Considerar, na escolha da ponta de pulverização, a necessidade de cobertura e penetração do produto na cultura, observando-se a ação do produto aplicado e o posicionamento do alvo. Uma vez que o produto que efetivamente controla a praga é aquele que atinge o alvo, quanto maior a quantidade aplicada que chegar ao alvo, mais eficaz e econômico será o tratamento fitossanitário e menor o risco de impacto ambiental causado pela quantidade de produto que não atingiu seu objetivo.

4. Escolha dos agroquímicos visando a redução da contaminação ambiental

Obviamente, quanto mais frequentes e em maiores dosagens forem as aplicações dos agroquímicos, maior será o risco de contaminação ambiental. Desse modo, visando a redução do risco, sugere-se:

- Adotar o manejo integrado de pragas e doenças de modo a minimizar a necessidade de aplicações de agroquímicos;
- Plantar cultivares de algodão mais resistentes a pragas e, portanto, menos exigentes em agroquímicos; nesse contexto, dentre outras, inserem-se as variedades transgênicas (Bt) resistentes a insetos. A substituição gradual de cultivares tradicionalmente usadas pelas mais novas, desde que mantenham os níveis de produtividade e de qualidade de fibra, deveria ser estimulada, no sentido de garantir a qualidade ambiental e a sustentabilidade das atividades agrícolas algodoeiras.

As *Tabelas 1 e 2* apresentam a relação de produtos comerciais e seus

ingredientes ativos utilizados na cultura do algodão no Estado de Mato Grosso, com indicação do respectivo potencial de atingir águas superficiais e águas subterrâneas, além de sua classificação toxicológica e de periculosidade ambiental, segundo consta na bula dos produtos comerciais. O potencial de movimentação em direção a águas superficiais foi determinado considerando os critérios estabelecidos por Goss (1992), que levam em conta persistência (meia-vida no solo), adsorção às partículas do solo e solubilidade em água. O potencial de atingir águas subterrâneas foi avaliado usando o índice de GUS (Groundwater Ubiquity Score) (Gustafson, 1989).

Essa classificação desconsidera as características ambientais e do meio físico e refere-se somente ao potencial de transporte de cada molécula no ambiente determinado em função das propriedades das moléculas de modo que deve ser tratada como uma informação auxiliar na escolha dos produtos que podem apresentar menor risco ao ambiente aquático. Quando a utilização dessa classificação como critério de escolha das moléculas for associada às medidas anteriormente mencionadas, o potencial de contaminação pode ser significativamente reduzido.

Tabela 1. Ingredientes ativos dos agroquímicos utilizados na cultura do algodão e seu potencial de transporte para águas superficiais e subterrâneas

| Ingrediente ativo | Potencial de transporte no ambiente | | | Produtos comerciais |
|-------------------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------|
| | para água subterrânea | para água superficial adsorvido às partículas do solo | para água superficial dissolvido em água | |
| 2,4-D | baixo | baixo | alto | 2,4-D |
| abamectina | indefinido | baixo | baixo | Vertimec |
| acefato | baixo | baixo | médio | Orthene 750BR |
| acetamiprido | baixo | baixo | médio | Mospilan |
| alfa-cipermetrina | baixo | médio | baixo | Talstar 100 SC |
| azoxistrobina | médio | médio | alto | Priori, Priori Top |
| beta-ciflutrina | baixo | médio | baixo | Connect |
| carbossulfano | baixo | médio | baixo | Marshal 400, Marshal Star |
| carboxina | baixo | baixo | alto | Vitavax Thiram 250SC |
| carfentrazona-etílica | baixo | baixo | médio | Aurora 400 EC |
| ciclanilida | médio | médio | alto | Finish |
| cipermetrina | baixo | alto | baixo | Imunit |
| ciproconazol | alto | médio | alto | Priori |
| clomazona | alto | médio | alto | Gamit Star |
| clorantraniliprole | alto | médio | médio | Premio |
| cloreto de mepiquat | baixo | baixo | médio | Pix HC |
| clorfenapir | baixo | baixo | baixo | Pirate |
| clormequat | alto | baixo | médio | Tuval |
| clorpirifós | baixo | médio | alto | Pyrinex |
| diafentiurom | Baixo | baixo | baixo | Polo 500 SC |
| difenoconazol | baixo | alto | alto | Score |
| diurom | médio | médio | alto | Gramocil, Diuron 500SC |
| enxofre | baixo | médio | baixo | Kumulus |
| espinosade | baixo | médio | médio | Tracer |
| etefom | baixo | médio | médio | Finish |
| fipronil | médio | médio | médio | Regente 800WG |
| flubendiamida | alto | alto | médio | Belt |
| flumicloraque-pentílico | médio | baixo | baixo | Radiant |
| flumioxazina | baixo | baixo | médio | Flumyzin 500 |
| glifosato | baixo | alto | alto | Glifosato 720 WG |
| hidróxido de fentina | baixo | alto | alto | Mertin 400 |

Continuação -->

Tabela 1. Continuação

| Ingrediente ativo | Potencial de transporte no ambiente | | | Produtos comerciais |
|--------------------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------|
| | para água subterrânea | para água superficial adsorvido às partículas do solo | para água superficial dissolvido em água | |
| imidacloprido | alto | médio | alto | Cropstar, Connect |
| indoxacarbe | baixo | médio | baixo | Avatar |
| lactofen | baixo | médio | baixo | Cobra |
| lambda-cialotrina | baixo | médio | baixo | Karate Zeon 250SC |
| metolacloro | alto | médio | alto | Dual Gold |
| metomil | alto | baixo | médio | Lannate |
| metoxifenoazida | alto | médio | alto | Intrepid 240 SC |
| MSMA | indefinido | indefinido | indefinido | Volcane |
| novalurom | baixo | alto | médio | Rimon |
| paraquat | baixo | alto | alto | Gramocil |
| piriproxifem | baixo | médio | baixo | Tiger |
| piritiobaque-sódico | indefinido | médio | alto | Staple 280Sc |
| teflubenzurom | baixo | médio | baixo | Nomolt 150, Imunit |
| tepraloxidim | médio | médio | alto | Aramo |
| tiametoxam | alto | baixo | alto | Cruizer 350, Actara 250WG |
| tidiazurom | médio | médio | alto | Dropp Ultra |
| tiodicarbe | baixo | baixo | alto | Cropstar |
| tiram | baixo | médio | médio | Vitavax Thiram 250SC |
| trifloxissulfurom-sódico | alto | médio | alto | Envoke |
| trifluralina | baixo | médio | baixo | Trifluralina Nortox |
| zeta-cipermetrina | baixo | médio | baixo | Fury 400 EC |

Tabela 2. Classe toxicológica e periculosidade ambiental dos produtos comerciais utilizados no controle fitossanitário da cultura do algodão

| Nome comercial | Classe toxicológica | Periculosidade ambiental |
|----------------|-------------------------|--------------------------|
| Avatar | I (extremamente tóxico) | I (altamente perigoso) |
| Cobra | I | II (muito perigoso) |
| Dual Gold | I | II |
| Finish | I | II |
| Lannate | I | II |
| Marshal Star | I | II |

Continuação -->

Tabela 2. Continuação

| Nome comercial | Classe toxicológica | Periculosidade ambiental |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|
| Mertin 400 | I | II |
| Pyrinex | I | II |
| Radiant | I | II |
| Score | I | II |
| Tiger | I | II |
| Vitavax Thiram 200 SC | I | II |
| 2-4D | I | III (perigoso) |
| Aramo | I | III |
| Aurora 400 EC | II (muito tóxico) | II |
| Connect | II | II |
| Cropstar | II | II |
| Fury 400 EC | II | II |
| Gramocil | II | II |
| Marshal 400 | II | II |
| Regent 800 WG | II | II |
| Trifluralina Nortox | II | II |
| Volcane | II | III |
| Karate Zeon 250 CS | III (medianamente tóxico) | I |
| Gamit Star | III | II |
| Imunit | III | II |
| Mospilan | III | II |
| Pirate | III | II |
| Polo 500 SC | III | II |
| Premio | III | II |
| Priori top | III | II |
| Staple 280 SC | III | II |
| Talstar 100 SC | III | II |
| Vertimec | III | II |
| Actara 250 WG | III | III |
| Belt | III | III |
| Cruiser 350 | III | III |
| Envoke | III | III |
| Flumyzin 500 | III | III |
| Glifosato | III | III |
| Glifosato 720 WG | III | III |

Continuação -->

Tabela 2. Continuação

| Nome comercial | Classe toxicológica | Periculosidade ambiental |
|-----------------|---------------------|--------------------------|
| Permit | III | III |
| Pix Hc | III | III |
| Priori | III | III |
| Diuron 500 sc | IV (pouco tóxico) | II |
| Dropp ultra | IV | II |
| Nomolt 150 | IV | II |
| Rimon | IV | II |
| Iharol | IV | III |
| Intrepid 240 SC | IV | III |
| Nimbus | IV | III |
| Orthene 750 BR | IV | III |
| Tracer | IV | III |
| Tuval | IV | III |
| Iharaguen-S | IV | IV (pouco perigoso) |
| Kumulus | IV | IV |

Destaca-se que é importante considerar que mesmo os produtos classificados como pouco tóxicos ou pouco perigosos apresentam risco tanto à saúde humana como ao meio ambiente e devem ser tratados como substâncias tóxicas. De qualquer forma, é sempre preferível utilizar produtos que representem menos riscos.

Outro aspecto a considerar é que o comportamento ambiental de cada molécula depende das características não somente da molécula, mas também do ambiente, do clima e da forma de aplicação. Assim, ambientes mais vulneráveis podem sofrer contaminação mesmo por moléculas menos móveis, enquanto o contrário também é verdadeiro. Desse modo, o produtor deve avaliar as classificações acima com cautela e levar em conta as características do meio físico no qual sua cultura se desenvolve.

As tabelas trazem, portanto, informações que podem ser utilizadas pelo

produtor para orientar a escolha dos produtos comerciais que potencialmente causem menor impacto à saúde e ao ambiente. Alguns estudos já realizados em Mato Grosso demonstraram a ocorrência de diversas moléculas em diferentes amostras de água e, assim, sugere-se que as seguintes moléculas sejam usadas para o controle de pragas, doenças e/ou plantas daninhas somente quando extremamente necessário e tomando cuidado particularmente com situações em que o ambiente seja mais vulnerável: aldicarb, carbofurano (principal metabólito do carbossulfano), clorpirifós, diurom, metolacolor, monocrotofós, parationa-metilica e teflubenzurom. Destaca-se que os monitoramentos já realizados em áreas de algodão não analisaram todas as moléculas em uso na cultura e, portanto, outros ingredientes ativos podem também ser transportados para águas sem que haja informação concreta sobre sua ocorrência.

Nesse contexto, alguns pontos são enfatizados a seguir:

- Evitar o uso dos ingredientes ativos acima mencionados que foram detectados com frequência em águas superficiais e/ou subterrâneas, principalmente nas situações de solo e de manejo que sejam potencialmente mais vulneráveis à contaminação das águas;
- Aquelas moléculas que apresentam maior potencial de contaminação de águas subterrâneas devem ser usadas com cuidado, evitando a aplicação em regiões onde o aquífero freático seja mais raso e em locais de solos mais arenosos;
- Piretroides adsorvem intensamente a particulados e têm sido detectados em sedimento de fundo de rio, assim o uso de medidas de contenção de erosão contribuem para a redução da contaminação de águas superficiais;
- A vegetação ciliar (áreas de APP localizadas no entorno de rios e córregos) é extremamente importante para minimizar o transporte superficial para os cursos d'água, assim, agroquímicos que têm elevado potencial de transporte associados ao particulado ou dissolvidos em água não devem ser utilizados em áreas onde a vegetação ciliar tenha sido removida ou não tenha a largura mínima exigida pela legislação.

Com relação à volatilidade, os seguintes ingredientes ativos apresentam maior potencial de transporte por via atmosférica: etefom, flumioxazina, clomazona, trifluralina, metolaclo, tiram, tiodicarbe,

clorpirifós, metomil e acefato. Por outro lado, os agroquímicos glifosato, 2,4-D, paraquat, tepraloxidim, carfentrazone-etílica, lactofen, carboxina, hidróxido de fentina, ciproconazol, flubendiamida, clorfenapir, metoxifenoazida, indoxacarbe, novalurom, carbossulfano, diafentiurom, piriproxifem, fipronil, enxofre e flumicloraque-pentílico são considerados não voláteis. Os demais são classificados como de volatilidade intermediária. Essa classificação considera a volatilização a partir da folha da planta; no solo, o comportamento pode ser diferente, uma vez que agroquímicos que se ligam fortemente às partículas do solo tendem a volatilizar-se com mais dificuldade.

Moléculas mais voláteis podem ser transportadas pela ação do vento e precipitar-se em áreas distantes do local de aplicação, causando prováveis efeitos indesejáveis em áreas vizinhas.

Não se deve deixar de destacar a importância do programa de recolhimento de embalagens vazias para a redução da contaminação ambiental por agroquímicos. Mato Grosso tem se destacado como um dos estados onde tem sido recolhida a maior porcentagem das embalagens usadas. A adesão ao programa é essencial para evitar acidentes e contaminação por vazamentos de restos, além de retirar da propriedade embalagens não degradáveis. Os produtores de qualquer porte não devem reutilizar embalagens de agroquímicos em outras atividades, devendo procurar locais que façam o recolhimento dos recipientes para o descarte seguro.

Com a implementação dessas recomendações o produtor de algodão do Estado de Mato Grosso poderá produzir uma fibra de algodão cada vez mais ambientalmente sustentável.

Referências Bibliográficas: entrar em contato com os autores

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technol.**, v. 6, n. 3, p.701-706, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 8, p. 339-357, 1989.

Controle biológico como ferramenta do manejo integrado de doenças e pragas do algodoeiro



Tamiris Rêgo
IMAmt



Eduardo Barros
IGA



Guilherme Rolim
IMAmt



Jacob Crosariol Netto
IMAmt



Maria Luísa Zardo
IMAmt



Paulo C. M. Bittar
Ruralvit

A **grande diversidade** de doenças e pragas que ocorrem sistematicamente na cultura do algodão pode reduzir significativamente a produção da lavoura, caso medidas de controle não sejam implantadas no momento correto. Essa pressão de agentes patogênicos sobre o algodoeiro leva o cotonicultor a viver diariamente o desafio de manter o nível de infestação de doenças e pragas sob controle.

Atualmente, o manejo fitossanitário realizado nas lavouras do Cerrado consiste, quase que exclusivamente, no uso de defensivos químicos. No Brasil, chega a ser necessário realizar cerca de trinta aplicações de inseticidas/acaricidas e até dez aplicações de fungicidas por ciclo do algodoeiro. Embora esses produtos tenham importância fundamental na melhoria dos rendimentos da cultura, não se pode confiar em um método único de controle; deve-se levar em conta a adoção de um conjunto de medidas, como controle cultural e utilização e/ou preservação de agentes biológicos que, combinados harmonicamente com a utilização de defensivos químicos, resultem no controle efetivo das doenças e das pragas do algodoeiro.


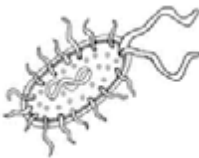
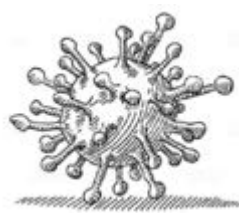



Dentro dessa perspectiva, a compreensão dos produtores da necessidade de utilização de novas ferramentas de manejo fitossanitário visando o aumento e a manutenção da produção,

aliada a uma tendência mundial de redução do uso de defensivos químicos para combater doenças e pragas nas lavouras, vem impulsionando o mercado de agentes biológicos que, no Brasil, cresceu mais de 70% em 2018 e movimentou aproximadamente R\$ 464,5 milhões, sendo considerado o mais expressivo da história do setor.

Os agentes biológicos são considerados organismos benéficos, capazes de reduzir a população de uma praga ou a incidência de doenças, mantendo-as em níveis de infestação que não causem danos econômicos à cultura. São exemplos de agentes biológicos: fungos, bactérias, vírus, nematoides, insetos, ácaros etc. Atualmente, são mais de 210 produtos registrados com agentes de controle biológico no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle de doenças e pragas em diversas culturas (*Tabela 1*).

O aumento da disponibilidade de produtos biológicos no mercado está relacionado à maior facilidade para o registro de novos produtos, quando comparado ao controle químico e ao crescente volume de trabalhos e pesquisas desenvolvidos na área, que resultaram no aperfeiçoamento de técnicas de multiplicação em massa dos agentes de controle biológico e a comprovação de sua eficiência.

Tabela 1. Número de produtos e agentes biológicos registrados no Brasil em 2019 (Agrofit, 2019)

| Nome comercial | Classe toxicológica | Periculosidade ambiental |
|---|---------------------|---|
| Fungo  | 97 | <i>Beauveria bassiana</i> ¹ <i>Cordyceps fumosorosea</i> (² <i>Isaria fumosorosea</i> / <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>) <i>Hirsutella thompsonii</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> ¹ <i>Purpureocillium lilacinum</i> (² <i>Paecilomyces</i> <i>lilacinus</i>) <i>Pochonia chlamydosporia</i> <i>Trichoderma asperellum</i> <i>Trichoderma harzianum</i> <i>Trichoderma koningiopsis</i> <i>Trichoderma stromaticum</i> |
| Bactéria  | 45 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>Bacillus firmus</i> <i>Bacillus methylotrophicus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus pumilus</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Pasteuria nishizawae</i> |
| Vírus  | 27 | <i>Baculovírus Anticarsia gemmatalis multiple nucleopolyhedrovirus</i> (AgMNPV) <i>Baculovírus Autographa californica nucleopolyhedrovirus</i> (AcMNPV) <i>Baculovírus Chrysodeixis includens nucleopolyhedrovirus</i> (ChinNPV) <i>Baculovírus Helicoverpa armigera nuclear polyhedrosis virus</i> (HearSNPV) <i>Baculovírus Helicoverpa zea single nucleopolyhedrovirus</i> (HzSNPV) <i>Baculovírus Helicoverpa zea nucleopolyhedrovirus</i> (VPN-HzSNPV) <i>Baculovírus Spodoptera frugiperda</i> <i>Baculovírus Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus</i> (SfMNPV) |
| Nematoide  | 1 | <i>Deladenus siricidicola</i> |
| Inseto  | 45 | <i>Ceratitis capitata</i> <i>Cotesia flavipes</i> <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> <i>Trichogramma galloi</i> <i>Trichogramma pretiosum</i> <i>Trissolcus basalus</i> <i>Orius insidiosus</i> |
| Ácaro  | 8 | <i>Neoseiulus californicus</i> <i>Phytoseiulus macropilis</i> <i>Stratiolaelaps scimitus</i> |

¹Nomenclatura atual após reclassificação. ²Nomenclatura antiga, que ainda pode ser encontrada em rótulos e bulas.

CLASSIFICAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO

O **controle biológico** é dividido em **clássico**, **inoculativo/aumentativo** e **natural** ou **conservativo**. É considerado **clássico** quando realizado a partir da introdução de inimigos naturais exóticos, geralmente oriundos da região de origem da praga. **Inoculativo/aumentativo** quando aplicado utilizando inimigos naturais que já ocorrem na área, após a multiplicação em laboratório, com posterior liberação em campo. O controle biológico **natural ou conservativo** consiste na adoção de práticas que favoreçam o estabelecimento e manutenção dos inimigos naturais já presentes naturalmente no campo.

1. Controle biológico de pragas do algodão

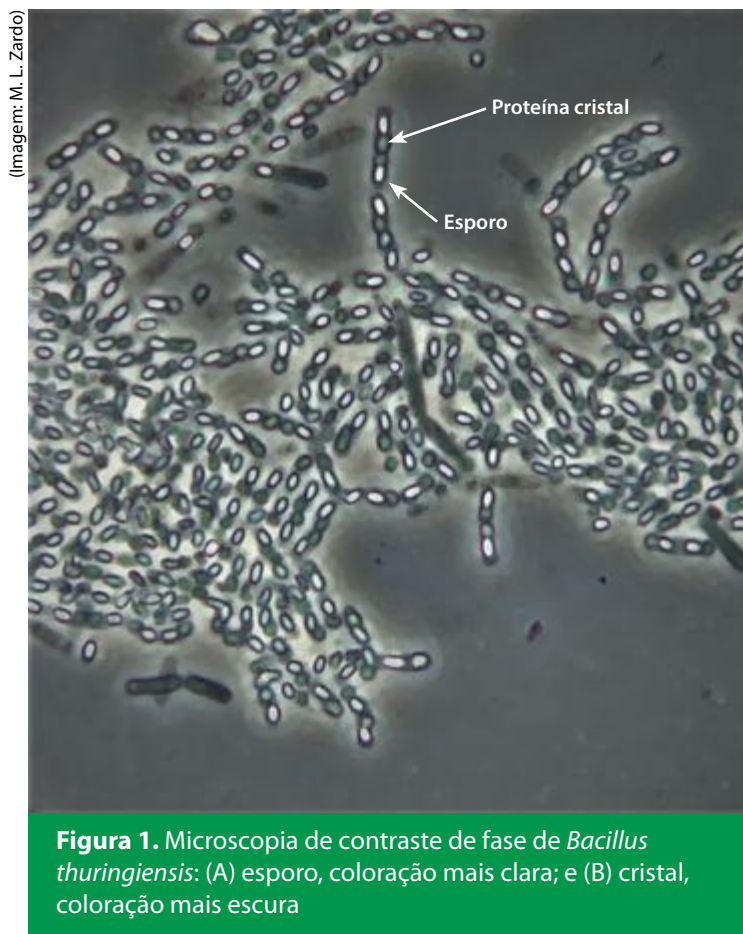
Os inseticidas biológicos estão cada vez mais presentes no dia a dia do produtor, servindo como alternativa para rotação com inseticidas químicos dentro de um programa estruturado de manejo integrado de pragas (MIP). Nesse contexto, um programa bem estruturado será embasado sempre por amostragens, em que se opta pelo método de controle a ser utilizado de acordo com a espécie, o nível populacional e o estágio de desenvolvimento da praga. Dessa forma, a rotação entre inseticidas e bioinseticidas reduzirá a pressão de seleção, contribuindo tanto para redução da carga química no ambiente como para a preservação de moléculas químicas que poderiam ser comprometidas pela presença de populações de pragas resistentes.

1.1 Bioinseticidas bacterianos

Dentre o complexo de pragas que acometem a cultura do algodoeiro, destacam-se insetos da ordem Lepidoptera, ou seja, insetos que, durante sua fase larval, são popularmente conhecidos como lagartas. Assim, inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) são recomendados para o controle desse grupo de pragas, apresentando

altos índices de eficiência, especialmente para as lagartas-curuquerê-do-algodoeiro (*Alabama argillacea*), lagarta-do-algodão (*Helicoverpa armigera*) e lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*) e resultados variáveis para lagartas do gênero *Spodoptera*.

Bacillus thuringiensis é uma bactéria de ocorrência cosmopolita, gram-positiva e aeróbica, podendo facultativamente crescer em anaerobiose. Pode ser encontrada em todas as partes do mundo, em vários substratos, como solo, água, superfície de plantas, insetos mortos e grãos armazenados. Sua capacidade entomopatogênica deve-se à presença de inclusões proteicas cristalinas, produzidas durante o processo de esporulação, conhecidas por δ -endotoxinas ou proteínas Cry (*Figura 1*). Inseticidas à base de Bt são produtos seguros aos trabalhadores, altamente seletivos e eficientes, mas somente funcionarão se ingeridos pelas lagartas. Após a ingestão pelo inseto, os esporos de Bt com cristais são solubilizados no suco gástrico alcalino, as protoxinas constituintes dos cristais são ativadas e, na região do mesentério, as toxinas ligam-se a receptores específicos, com a posterior formação de poros na membrana, o que causa lise celular.



Entretanto, para o melhor funcionamento desse agente, alguns cuidados devem ser observados para que se obtenha um bom controle da praga-alvo. Devem ser utilizados sempre no início das infestações com populações ainda baixas, portanto, em consonância com o monitoramento, visando lagartas de primeiro e de segundo ínstar

(Figura 2), visto que é nesses estágios que as larvas apresentam maior número de receptores intestinais para as toxinas presentes no cristal, que é produzido pela bactéria no momento da esporulação. Com o desenvolvimento da larva, há uma diminuição na quantidade de receptores e a suscetibilidade da lagarta decai acentuadamente.



Quando comparados aos inseticidas químicos tradicionais, os produtos à base de *B. thuringiensis* ocasionam a morte das lagartas de forma mais lenta, ou seja, o produtor, no dia seguinte à aplicação, encontrará lagartas ainda com movimento, mas, decorridas de quatro a seis horas da ingestão da bactéria, a lagarta para de alimentar-se e não mais ocasiona prejuízos. Por conta da alta sensibilidade aos raios solares, esses produtos apresentam melhores resultados quando pulverizados no final da tarde ou no início da noite, fazendo com que haja uma boa disponibilidade da bactéria no período de alimentação

das lagartas. Também é importante realizar uma boa cobertura da planta, já que a lagarta precisa ingerir o produto. Cabe destacar que os bioinseticidas bacterianos à base de *B. thuringiensis* não podem, em hipótese alguma, ser aplicados nas áreas de refúgio dos cultivos geneticamente modificados, que contam com expressão de proteínas inseticidas (Bt). Atualmente, 24 produtos à base de *B. thuringiensis* estão registrados no Mapa e podem ser usados na cultura do algodão para o controle de alguns lepidópteros-praga, pois estão registrados para qualquer cultura onde ocorra o alvo biológico (Tabela 2).

Tabela 2. Bioinseticidas bacterianos: alvo biológico, ingrediente ativo e tipo de formulação disponível para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|---|-------------------------------|---------------------|
| Lagarta-do-cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Cosmioides (<i>Spodoptera cosmioides</i>) Eridania (<i>Spodoptera eridania</i>) Lagarta-do-algodão (<i>Helicoverpa armigera</i>) Lagarta falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>) Curuquerê (<i>Alabama argillacea</i>) Lagarta das maçãs (<i>Chloridea virescens</i>) Lagarta mede-palmo (<i>Trichoplusia ni</i>) | <i>Bacillus thuringiensis</i> | WG, WP, EC e SC |

*WG = granulado dispersível; WP = pó molhável; EC = concentrado emulsional; SC = suspensão concentrada.

1.2 Bioinseticidas fúngicos

Os fungos entomopatogênicos têm demonstrado grande potencial de uso no manejo de pragas do algodoeiro, especialmente *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Cordyceps fumosorosea* (sin. *Isaria fumosorosea*). Crosariol Netto & Barros (2015) realizaram trabalhos em condições de campo e constataram ótimos resultados de eficiência de controle utilizando inseticida biológico à base de *B. bassiana* para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) na cultura do algodoeiro.

Esses fungos invadem os insetos através da cutícula (tegumento) e, uma vez dentro do hospedeiro, multiplicam-se rapidamente por todo o corpo do inseto. Para o sucesso dessa infecção, a aplicação de produtos à base de fungos entomopatogênicos deve proporcionar o contato direto entre o produto e o inseto-alvo, pois, após a pulverização, encontrando condições favoráveis (umidade, temperatura etc.), os conídios do fungo germinam na superfície do inseto, penetrando no tegumento e colonizando internamente o

hospedeiro. Durante o processo de infecção, ocorre a liberação de toxinas no interior do inseto, mudando seus hábitos e levando o hospedeiro à morte. Os insetos perdem a mobilidade e a

coloração, o corpo torna-se rígido e quebradiço, podendo ainda, apresentar corpo recoberto pelo micélio e esporos, com aspecto e coloração típicos do entomopatógeno associado (Figuras 3 a 7).

(Imagem: P. T. Tsuruta)



Figura 3. Adultos de mosca-branca parasitados por fungo entomopatogênico

(Imagem: J. Crosariol Netto)



Figura 4. Adultos de mosca-branca parasitados por fungo entomopatogênico

(Imagem: J. Crosariol Netto)



Figura 5. Mosca-branca parasitada por fungo entomopatogênico

(Imagem: P. T. Tsuruta)



Figura 6. Adultos de mosca-branca parasitados por fungo entomopatogênico

(Imagem: B. Aurélio)

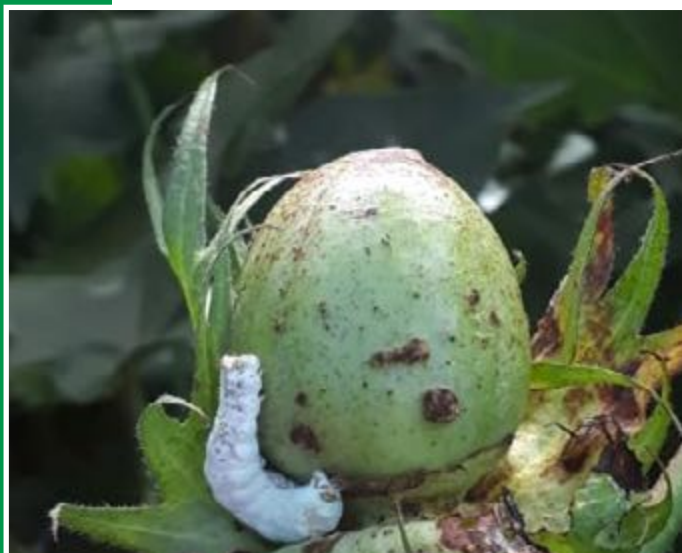


Figura 7. Lagarta parasitada por fungo entomopatogênico

Barros (2019), estudando a eficiência de isolados de *B. bassiana* e *C. fumosorosea* no manejo do ácaro-rajado no algodoeiro, obteve níveis de controle acima de 80% (dados não publicados). Entretanto, a eficiência desses fungos benéficos pode ser comprometida caso não sejam observadas boas práticas de manejo, como, por exemplo, a aplicação do produto em períodos com condições ambientais adequadas para o desenvolvimento do microrganismo.

Além disso, é importante evitar a utilização de fungicidas visando o manejo de doenças do algodoeiro logo após a aplicação dos produtos à base de fungos entomopatogênicos. Estudo recente demonstrou que a aplicação de fungicidas (protioconazol + trifloxitrobina e/ou mancozebe) em intervalo menor que três dias após a aplicação de *B. bassiana* reduz em até 50% a eficiência do fungo no controle de mosca-branca (Barros, 2019 - dados não publicados). O

impacto negativo é ainda maior quando fungo e fungicidas são aplicados em mistura na mesma calda, podendo chegar a uma redução de mais de 70% na eficiência de *B. bassiana*. Assim, o sucesso na utilização dos fungos entomopatogênicos na cultura do algodoeiro está diretamente relacionado à atenção aos intervalos das aplicações de fungicidas químicos e às condições ambientais.

De maneira geral, lavouras de algodão com a linha de plantio fechada (70-80 DAE) permitem a manutenção de umidade relativa mais elevada, condição que proporciona um microclima favorável para o estabelecimento dos fungos benéficos na área. Atualmente, existem 22 produtos à base de fungos entomopatogênicos registrados no Mapa para o controle de insetos-praga e podem ser utilizados na cultura do algodão, pois estão registrados para qualquer cultura em que ocorra o alvo biológico (Tabela 3).

Tabela 3. Bioinseticidas fúngicos: alvo biológico, ingrediente ativo e tipo de formulação disponível para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|--|---|---------------------|
| Ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B) | <i>Beauveria bassiana</i> | WP, GR, EC, SC e GL |
| Ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) | <i>Hirsutella thompsonii</i> | SL |
| Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B) | ¹ <i>Cordyceps fumosorosea</i> (² <i>Isaria fumosorosea</i> / <i>P. fumosoroseus</i>) | SL |
| Lagarta-do-algodão (<i>Helicoverpa armigera</i>) | ¹ <i>Cordyceps fumosorosea</i> (² <i>I. fumosorosea</i>) | SC |
| Percevejo-marrom (<i>Euschistus heros</i>) | <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i> | SC |

¹Nomenclatura atual após reclassificação. ²Nomenclatura antiga, que ainda pode ser encontrada em rótulos e bulas. *WP = pó molhável; GR = granuloso; EC = concentrado emulsionável; SC = suspensão concentrada; GL = gel emulsionável; SL = concentrado solúvel.

1.3 Bioinseticidas virais

O controle biológico de insetos-praga usando vírus como agente biocontrolador é representado em sua totalidade pelos vírus da família Baculoviridae. Conhecidos vulgarmente como baculovírus, os vírus deste grupo são patogênicos a insetos, sendo encontrados principalmente na ordem Lepidoptera.

No geral, todo baculovírus é específico para uma ou poucas espécies de lagartas. Por exemplo, o baculovírus *Spodoptera frugiperda* controla somente a lagarta-do-cartucho; já o baculovírus *Chrysodeixis includens* controla apenas a lagarta falsa-medideira/mede-palmo. A especificidade do baculovírus a uma ou poucas espécies de insetos traz algumas vantagens importantes, pois não eliminam outros inimigos naturais e é uma ferramenta que traz um novo mecanismo de ação.

A infecção causada pelos baculovírus ocorre por ingestão, nunca por contato. Dessa forma, as partículas virais de qualquer baculovírus precisam ser ingeridas pela lagarta, durante a raspagem das folhas que foram tratadas com o bioagente.

As lagartas são mais suscetíveis à infecção viral durante os primeiros estágios larvais. Após ingestão, as partículas virais (vírions) chegam ao intestino médio do inseto, onde são expostas a um pH altamente alcalino (em torno de 11) que dissolve a poliedrina (proteína que envolve o vírion), liberando-as no lúmen digestivo. As partículas infectivas penetram

nas células epiteliais do intestino médio via fusão de membrana, e os nucleocapsídeos são transportados ao núcleo. Após a entrada no núcleo, o DNA viral é replicado e novos nucleocapsídeos são produzidos. A infecção em insetos da ordem Lepidoptera geralmente se espalha rapidamente para outros tecidos, causando a morte da praga em poucos dias.

Os sintomas mais comuns da infecção por baculovírus incluem perda de apetite, clareamento da epiderme pelo acúmulo de vírus nos núcleos das

(imagem: D. Gomez)



Figura 8. Lagarta infectada por vírus entomopatogênico

células da epiderme e adiposas, parada no desenvolvimento larval e diminuição de movimentos. Quando a infecção está em fase avançada, as lagartas tornam-se pálidas e morrem no ápice das plantas, sendo normalmente observadas

penduradas nas folhas (Figura 8), com o corpo escurecido e o tegumento flácido, ocorrendo posteriormente a ruptura do tegumento com extravasamento do conteúdo interno das lagartas (Figura 9).

(Imagem: P. Silvie)



Figura 9. Lagarta infectada por vírus entomopatogênico

Atualmente existem 22 produtos à base de baculovírus registrados no Mapa para o controle de lepidópteros-praga e podem ser utilizados na cultura do algodão, pois estão registrados para qualquer cultura onde

ocorra o alvo biológico (Tabela 4). Entre esses produtos, também podem ser encontrados mixes de baculovírus (misturas de dois e até quatro baculovírus juntos na mesma formulação) (Tabela 4).

Tabela 4. Bioinseticidas virais: alvo biológico, ingrediente ativo e tipo de formulação disponível para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|---|--|---------------------|
| Lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>) | <i>Chrysodeixis includens nucleopolyhedrovirus</i> (ChinNPV) | SC |
| Lagarta-do-algodão (<i>Helicoverpa armigera</i>) | <i>Autographa californica nucleopolyhedrovirus</i> (AcMNPV) | |
| | <i>Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus</i> (HearSNPV) | |
| | <i>Helicoverpa zea single nucleopolyhedrovirus</i> (HzSNPV) | |
| | <i>Helicoverpa zea nucleopolyhedrovirus</i> (VPN-HzSNPV) | |

Continuação -->

Tabela 4. Continuação

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|--|---|---------------------|
| Lagarta-do-cartucho/Lagarta-militar (<i>Spodoptera frugiperda</i>) | <i>Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus</i> (SfMNPV) | WP e SC |
| Lagarta-do-algodão (<i>Helicoverpa armigera</i>) Lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>) | <i>Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus</i> (HearSNPV) <i>Chrysodeixis includens nucleopolyhedrovirus</i> (ChinNPV) | SC |
| Lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>) Lagarta-do-algodão (<i>Helicoverpa armigera</i>) Lagarta-do-cartucho/Lagarta-militar (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Lagarta-das-folhas (<i>Spodoptera eridania</i>) | <i>Autographa californica nucleopolyhedrovirus</i> (AcMNPV) <i>Chrysodeixis includens nucleopolyhedrovirus</i> (ChinNPV) <i>Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus</i> (HearSNPV) <i>Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus</i> (SfMNPV) | |

* WP = pó molhável; SC = suspensão concentrada.

Produtos à base de baculovírus têm sido utilizados extensamente na agricultura. Cerca de 30% das infecções causadas por insetos nas lavouras, podem ser controlados por baculovírus. Nos anos

1990, o Brasil foi palco do maior programa de uso de baculovírus no mundo, tratando mais de 2 milhões de hectares com o baculovírus para controle da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*).

IMPORTANTE

Ao decidir pelo uso de baculovírus em sua lavoura, o produtor deve levar em consideração algumas informações relevantes para a obtenção de um bom resultado:

- Assim como os demais produtos biológicos, os produtos baculovírus são altamente sensíveis à radiação ultravioleta (UV). Dessa forma, é essencial que as aplicações sejam realizadas no final da tarde, quando os raios UV diminuem drasticamente;
- A poliedrina, proteína que encapsula as partículas virais dos baculovírus, é muito resistente. Já se constatou viabilidade de baculovírus no solo, durante meses ou mesmo um ano. Entretanto, há um ponto fraco: a poliedrina é rapidamente destruída em meio alcalino. Portanto, a calda de aplicação deve ser levemente ácida ou neutra (pH entre 4 e 7);
- As folhas do algodoeiro excretam substâncias alcalinas. Deve-se, portanto, usar produtos na calda que mantenham o pH ácido;
- É fundamental posicionar as aplicações de baculovírus no momento correto em relação ao tamanho das lagartas, pois elas conseguem chegar ao estágio de pupa e dar continuidade ao ciclo reprodutivo se forem infectadas por baculovírus tardiamente;
- Resultados de laboratório e a campo indicam que é possível obter mortalidade de mais de 95% em lagartas de 1-2 dias de vida e cerca de 75% em lagartas com 5 dias de vida (cerca de 1 cm de comprimento). Aplicações realizadas para lagartas com mais de cinco dias não terão o controle esperado.

1.4 Parasitoides

Os inimigos naturais têm papel importante como reguladores da população de insetos-praga. Os parasitoides são insetos que parasitam um

organismo, completam seu ciclo de vida neste mesmo organismo, levando-o à morte. As larvas dos parasitoides apresentam hábito parasítico, sendo essas o agente biocontrolador; os adultos são de

vida livre (alimentam-se de néctar, pólen etc.).

As larvas dos parasitoides desenvolvem-se na superfície ou no interior do corpo do hospedeiro, podendo ser classificadas como ectoparasitoides (superfície) ou endoparasitoides (interior). Por exemplo, *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) é um ectoparasitoide da larva do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). Por outro lado, muitas espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

são endoparasitoides de ovos de lepidópteros-praga como o curuquerê-do-algodoeiro *Alabama argillacea*.

No Brasil, estão registrados sete produtos comerciais à base de parasitoides que podem ser liberados na cultura do algodoeiro para o controle biológico de lagartas, pois estão registrados para qualquer cultura onde ocorra o alvo biológico (Tabela 5). Esses produtos possuem como agente de controle o parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Tabela 5. Parasitoide: alvo biológico, ingrediente ativo e tipo de formulação disponível para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | Tipo de formulação |
|---|-------------------------------|--------------------|
| Lagarta-do-cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Lagarta-das-maçãs (<i>Helicoverpa zea</i>) Lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodexi includens</i>) | <i>Trichogramma pretiosum</i> | Insetos vivos |

Insetos do gênero *Trichogramma* são vespas que parasitam os ovos dos principais lepidópteros-praga da cultura do algodão. A eficiência do parasitismo de *Trichogramma*, visando a contenção de surtos populacionais do complexo de lagartas das maçãs, está entre 70-80% para as lagartas da subfamília Heliothinae. No entanto, esse percentual pode mudar dependendo dos demais componentes do sistema de produção.

O sucesso da utilização de *Trichogramma* spp. no controle de lagartas está intimamente ligado ao monitoramento das lavouras, com intuito de detectar a chegada das mariposas e o início das posturas; com esse conhecimento é possível determinar o momento ideal para as liberações. O número de liberações

dependerá da pressão de mariposas no campo, sendo necessárias, no mínimo, duas liberações, com intervalos de quatro dias. Após serem liberadas, as fêmeas de *Trichogramma* spp. localizam os ovos das pragas e depositam neles seus ovos; as larvas do parasitoide alimentam-se do conteúdo interno dos ovos. Depois de 8-10 dias ocorre a emergência dos adultos de *Trichogramma* spp. no lugar das lagartas, resultando na diminuição da população da praga.

1.5 Predadores

Os predadores atacam, matam e alimentam-se de suas presas. Diferentemente dos parasitoides, os predadores são indivíduos de vida livre, tanto na fase larval como na adulta e apresentam como

característica a necessidade de um grande número de presas para completar o seu ciclo de vida.

Seis produtos registrados no mapa podem ser liberados na cultura do algodoeiro para o controle de tripes ou ácaro-rajado, pois estão registrados

para qualquer cultura em que ocorra o alvo biológico. Os agentes biológicos são o percevejo predador *Orius insidiosus* e duas espécies de ácaros predadores, *Neoseiulus californicus* e *Phytoseiulus macropilis* (Tabela 6).

Tabela 6. Predadores: alvo biológico, ingrediente ativo e tipo de formulação disponível para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | Tipo de formulação |
|--|--------------------------------|--------------------|
| Tripe (<i>Frankliniella occidentalis</i>) | <i>Orius insidiosus</i> | Insetos vivos |
| Ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) | <i>Neoseiulus californicus</i> | Ácaros vivos |
| | <i>Phytoseiulus macropilis</i> | |

Assim como para os parasitoides, um fator importante para a obtenção de um bom resultado dos predadores em campo é a realização de um programa de monitoramento para que a introdução dos predadores na lavoura seja realizada no início da infestação da praga-alvo.

Para o ácaro-rajado (Figura 10) a liberação deve ser feita quando forem observados cinco ou mais ácaros por folha. *Phytoseiulus macropilis* (Figura 11)

age alimentando-se de todos os estágios de desenvolvimento do ácaro-rajado (ovo, larva, ninfas e adultos) (Figura 12). Cada fêmea adulta desse predador chega a consumir quarenta ovos da praga por dia. Para tripes, são recomendadas doses de 15 mil a 20 mil predadores por hectare, com reaplicação após quinze dias. *Orius insidiosus* fica na parte aérea das plantas e se alimenta dos estágios ninfaís de tripes (Figura 13).

(Imagem: M. E. Sato)



Figura 10. Ácaro-rajado, fêmeas adultas e ovos

(Imagem: M. Z. da Silva)



Figura 11. Ácaro predador *Phytoseilus macropilis*, fêmea adulta

(Imagem: M. Z. da Silva)



Figura 12. *Phytoseilus macropilis* atacando ácaro-rajado

(Imagem: <https://promip.agr.br/manejo-integrado-de-tripess/>)



Figura 13. Percevejo *Orius insidiosus* predando ninfa de tripes (*Frankliniella occidentalis*)

Existem diversos parasitoides e predadores que ocorrem comprovadamente na cultura do algodoeiro. No entanto, neste manual foram destacados apenas aqueles que são registrados no Mapa e podem ser adquiridos no mercado nacional.

2. Controle biológico de doenças e nematoides do algodão

A utilização de um microrganismo não

patogênico para controlar um microrganismo patogênico é um exemplo simplificado do que ocorre no controle biológico de doenças de plantas. Assim, falamos em controle biológico de doenças todas as vezes que nos referimos à redução de características do patógeno, como crescimento, infectividade, agressividade, virulência etc., por meio de outro microrganismo (Figuras 14 e 15).

(Imagem: R. Galbieri)



Figura 14. Plântulas de algodoeiro inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em condições de casa de vegetação, à esquerda não tratadas e à direita tratadas com *Trichoderma asperellum*

(Imagem: T. Régio)

Sclerotinia sclerotiorum

Macrophomina phaseolina

Rhizoctonia solani

Fusarium sp.

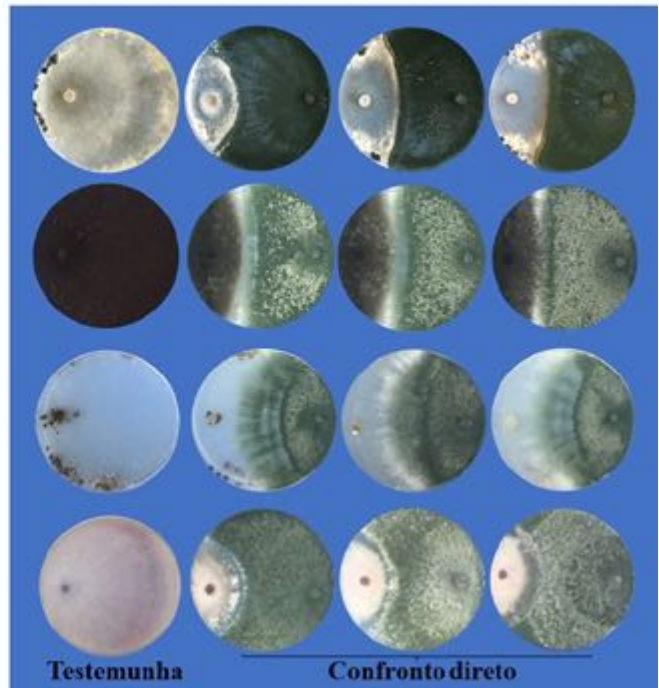


Figura 15. Confronto direto entre fitopatógenos (esquerda) e *Trichoderma* (direita)

O gênero *Trichoderma* é reconhecido como o principal grupo de agentes de controle biológico de doenças de planta. São microrganismos de vida livre, frequentemente encontrados em solos de regiões de clima temperado e tropical. Fungos desse gênero são considerados altamente versáteis, pois além de desempenharem atividade como agentes de controle biológico de doenças de plantas, podem também atuar como

indutores de resistência e promotores de crescimento vegetal (Tabela 7).

Os mecanismos de ação diretos utilizados por *Trichoderma spp.* contra fitopatógenos são: antibiose, competição e parasitismo (Tabela 7). Essa diversidade de estratégias de sobrevivência torna as espécies de *Trichoderma* altamente competitivas no ambiente e com boa capacidade de multiplicação na rizosfera.

Tabela 7. Mecanismos de ação dos agentes de controle biológico e conceitos

| Mecanismo | Conceito |
|-------------------------|--|
| Antibiose | Interação na qual um ou mais metabólitos produzidos por um organismo têm efeito nocivo sobre o outro. |
| Competição | Processo referente à interação entre dois ou mais organismos empenhados na mesma ação. Podem competir entre si para obter nutrientes, água, luz, espaço, fatores de crescimento, oxigênio, entre outros. |
| Parasitismo | Relação nutricional entre dois organismos em que um deles, o parasita, obtém todo ou parte de seu alimento à custa do outro organismo, o hospedeiro. |
| Indução de resistência | Ativação de rotas de percepção da presença de fitopatógenos em potencial e de rotas de sinalização bioquímica envolvidas na síntese de componentes de resistência da planta. |
| Promoção de crescimento | Produção de hormônios ou fatores de crescimento, maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta. |

O controle biológico de doenças de plantas também pode ser realizado por bactérias. As espécies antagônicas *B. subtilis* e *B. amyloliquefasciens* são um bom exemplo desse grupo. Habitantes natural do solo, essas bactérias agem principalmente pela produção de antibióticos (ex.: iturina A, surfactina e fengicina), que interferem no crescimento micelial de fungos. Ocasionalmente, elas podem também agir por parasitismo e competição.

IMPORTANTE: o uso de agentes biológicos no manejo de doenças no campo não deve ser considerado isoladamente, mas como um método dentro do manejo integrado de doenças, pois esses bioagentes não impedem, completamente, o surgimento das doenças na lavoura, sendo neces-

sária a integração com outras medidas fitossanitárias (ex.: fungicidas químicos).

2.1 Fungicida microbiológico (biofungicida)

Atualmente, 23 biofungicidas são registrados no Mapa e podem ser utilizados na cultura, pois estão registrados para qualquer cultura onde ocorra o alvo biológico. Destes, 70% (dezesseis produtos) possuem ingrediente ativo fúngico, 26% (seis produtos) ingrediente ativo à base de bactéria e 4% (um produto) ingrediente ativo fungo + bactéria. O ativo fúngico é representado por duas espécies do gênero *Trichoderma* (*T. asperellum* e *T. harzianum*), o ativo bacteriano é composto pela bactéria *Bacillus subtilis* e o ativo fungo + bactéria composto pelas espécies *T. harzianum* e *Bacillus amyloliquefaciens* (Tabela 8).

Tabela 8. Biofungicidas: alvo biológico, ingrediente ativo e tipos de formulações disponíveis para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|--|--|---------------------|
| Mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Podridão radicular, rizoctoniose, tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | <i>Trichoderma asperellum</i> | WG, WP e EC |
| Mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Murcha-de-fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>) Podridão aquosa (mela), podridão radicular, tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) Podridão-cinzenta-do-caule (<i>Macrophomina phaseolina</i>) | <i>Trichoderma harzianum</i> | WG, WP, SC e GL |
| Mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Podridão radicular (<i>Rhizoctonia solani</i>) | <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | WP |
| Mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Rizoctoniose, tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | <i>Bacillus subtilis</i> | SC |
| Mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Rizoctoniose, tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | WG e WP |

*WG = granulado dispersível; WP = pó molhável; EC = concentrado emulsionável; SC = suspensão concentrada; GL = gel emulsionável.

A aplicação desses produtos deve ser realizada sempre de forma preventiva, ou seja, antes que a doença apareça ou se alastre no campo; o momento e a forma de aplicação dos produtos biológicos variam de acordo com o alvo biológico. Para patógenos de solo, como *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* spp., recomenda-se que seja feito o tratamento de sementes ou a aplicação durante a

semeadura. Já para *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco), por conta da produção de escleródios, estrutura de resistência desse fungo, o ideal é que as aplicações sejam feitas após a emergência das plantas e antes do fechamento das entrelinhas, pois nesse período há maior probabilidade de atingir os escleródios presentes no solo.

É importante lembrar que esses produtos terão

melhor eficiência se aplicados sob condições climáticas favoráveis ao agente de controle biológico. Dessa forma, recomenda-se que as aplicações sejam realizadas em dias nublados, com alta umidade relativa, ao fim da tarde, com solo úmido e/ou com possibilidade de ocorrência de chuva posterior.

2.2 Nematicida microbiológico (bionematicida)

O controle de populações de fitonematoides é bastante complexo, sendo necessária a combinação de diferentes medidas para um manejo eficiente deste fitopatógeno. Uma vez introduzido na área, a eliminação desse organismo é muito difícil, devendo o produtor aprender a conviver com ele. Dentre os diversos inimigos naturais comumente encontrados nos solos, os que apresentam maior potencial como agentes de controle biológico de nematoides são as bactérias e os fungos.

Os nematoides são orientados quimicamente por exsudatos produzidos pelas raízes das plantas. Assim, quando um produto bionematicida é inoculado na semente ou aplicado via sulco

de plantio como, por exemplo, *Bacillus amyloliquefaciens*, o bioagente coloniza o sistema radicular da planta, alimentando-se dos exsudatos radiculares. Após a colonização do tecido, *B. amyloliquefaciens* sintetiza várias toxinas e antibióticos que serão liberados no solo, formando uma “capa” protetora em volta do sistema radicular da planta. Uma vez modificadas as características químicas na região da rizosfera pela bactéria, os nematoides não reconhecem os exsudatos radiculares e, conseqüentemente, não conseguem penetrar nas raízes.

Atualmente, o uso de bionematicidas já pode ser visto como um método de manejo de nematoides na cultura do algodoeiro, tendo grande potencial quando associado a outros métodos de controle como o genético e/ou cultural. Existem no mercado nacional 22 bionematicidas registrados no Mapa e podem ser utilizados na cultura, pois estão registrados para qualquer cultura onde ocorra o alvo biológico. Esses nematicidas microbiológicos possuem como ingrediente ativo fungo, bactéria ou fungo + bactérias (Tabela 9).

Tabela 9. Bionematicidas: alvo biológico, ingrediente ativo e tipos de formulações disponíveis para a cultura do algodão (MAPA, 2019)

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|---|--|---------------------|
| Nematoide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | ¹ <i>Purpureocillium lilacinum</i> (² <i>Paecilomyces lilacinus</i>) | WP, SC e GL |
| | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | SC |
| Nematoide-das-lesões-radiculares (<i>Pratylenchus brachyurus</i>) | <i>Bacillus methylotrophicus</i> | SC |
| | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | SC |
| | <i>Trichoderma harzianum</i> | WG |

Continuação -->

Tabela 9. Continuação

| Alvo biológico - nome comum (<i>nome científico</i>) | Ingrediente ativo | *Tipo de formulação |
|--|---|---------------------|
| Nematoide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) Nematoide-das-lesões-radicares (<i>Pratylenchus brachyurus</i>) | <i>Bacillus licheniformis</i> + <i>Bacillus subtilis</i> | WS |
| | <i>B. licheniformis</i> + <i>B. subtilis</i> + ¹ <i>Purpureocillium lilacinum</i> (² <i>P. lilacinus</i>) | WP |
| | <i>Bacillus firmus</i> | SC |
| | ¹ <i>Purpureocillium lilacinum</i> (² <i>P. lilacinus</i>) | WP |
| | <i>Trichoderma koningiopsis</i> | WG |

¹Nomenclatura atual após reclassificação. ²Nomenclatura antiga, que ainda pode ser encontrada em rótulos e bulas. *WP = pó molhável; GR = granulado; EC = concentrado emulsionável; SC = suspensão concentrada; GL = gel emulsionável; SL = concentrado solúvel.

IMPORTANTE

O elevado número de produtos comerciais à base de agentes de controle biológico que vêm sendo registrados recentemente tem contribuído para a difusão da técnica no setor produtivo. O uso desses produtos tem sido cada vez mais frequente nas lavouras de algodão e um grande número de propriedades rurais tem investido até mesmo na criação de biofábricas próprias, visando à produção dos próprios agentes de controle biológico – sistema conhecido como produção *on farm*. Entretanto, é importante chamar atenção para a necessidade do controle de qualidade do processo de produção de agentes de controle biológico para garantir a eficiência do método, especialmente nos sistemas de produção *on farm*. Lana *et al.* (2019), em levantamento realizado recentemente para avaliar a qualidade de biopesticidas a base de Bt produzidos *on farm*, observaram que 97,5% das colônias avaliadas não se tratavam de Bt. Em razão do baixo controle de qualidade das biofábricas “caseiras”, as amostras apresentaram elevados índices de contaminação por outras espécies patogênicas, sendo ineficientes como biopesticidas e oferecendo riscos à saúde humana.

MICROORGANISMOS ENDOFÍTICOS

Os microrganismos endofíticos são seres que vivem no interior de tecidos vegetais e não causam danos aparentes a seu hospedeiro. Atualmente, atenção considerável tem sido dada a esses agentes, com a realização de um grande número de estudos envolvendo questões relacionadas à simbiose entre endofíticos e plantas hospedeiras, bem como às funções destes microrganismos que favorecem o hospedeiro, como proteção contra patógenos, promoção do crescimento das plantas (solubilização de fosfato, fixação de nitrogênio, produção de reguladores vegetais), proteção contra o estresse hídrico e proteção contra insetos herbívoros. Como isso acontece? A partir de uma relação coevolutiva endofítico-planta, o microrganismo endofítico recebe nutriente e proteção da planta e, em contrapartida, esse agente adquiriu a capacidade de auxiliar na proteção e no desenvolvimento da planta hospedeira.

Considerações finais

O algodoeiro é atacado por uma ampla gama de artrópodes-praga; por outro lado, também é grande a quantidade de agentes de controle biológico presente naturalmente nesse agroecossistema. Mesmo com o número elevado de aplicações de defensivos na cultura, a comunidade de inimigos naturais desempenha papel importante na redução populacional das pragas. Sendo assim, estratégias que permitam a manutenção desses organismos benéficos nos sistemas agrícolas devem ser preconizadas. No entanto, o controle químico para a cultura do algodoeiro ainda apresenta papel fundamental no manejo de pragas e doenças, sendo a

não utilização de inseticidas e fungicidas uma realidade ainda distante. Mesmo assim, os esforços devem continuar concentrados na busca de alternativas que permitam a integração dos diferentes métodos de controle que compõem o manejo integrado de doenças e pragas. O emprego e o desenvolvimento de novos produtos seletivos, os estudos sobre o comportamento das pragas e inimigos naturais (de modo a evitar aplicações em horários de forrageamento dos inimigos naturais.) etc., são fundamentais para possibilitar o emprego das diversas estratégias de controle de forma harmônica, permitindo maior eficiência no controle de doenças e pragas na cultura do algodoeiro.

Referências bibliográficas: encontram-se no final do manual. Mais informações, entrar em contato com os autores





Referências bibliográficas

A seguir as referências bibliográficas de diversos capítulos do Manual de Boas Práticas

Parte A

Contexto edafo-climático e econômico para o cultivo algodoeiro

1 O cultivo algodoeiro em Mato Grosso

CONAB. AlgodãoSérieHist-12Setembro2019. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra-serie-historica-das-safra>; Acesso em 12/09/2019.

2 Produtividade do cultivo algodoeiro em Mato Grosso - chuva, solo e época de plantio 3 Gestão operacional e custo de produção de algodão em Mato Grosso

BARROS, G.; ALVES, L.; OSAK, M.; ADAMI, A. **Gestão de negócios agropecuários com foco no patrimônio**. Grupo Atamo & Alínea (Edt.), 2019.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Gestão de Propriedades Rurais**. Tradução de Théo Amon; revisão técnica: Paulo Dabdab Waquil. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

LIMA, F. F. DE. Gestão de risco em propriedades com sistemas de produção de algodão, soja e milho em Mato Grosso, Brasil. Piracicaba: **Dissertação** (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2019.

OLSON, K. D. **Economics of farm management in a global setting**. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2011.

Parte B

Solos e sistemas de produção para o algodoeiro

4 Sistemas de cultivo do algodoeiro

5 Sistemas alternativos em plantio direto de alta performance

6 Manejo de solo para o cultivo do algodoeiro

7 Agricultura de precisão: tecnologias para o algodoeiro

BARBIERI, D. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos a taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 645-653, 2008.

BRANDÃO, Z. N.; ZONTA, J. H.; SHIRATSUCHI, L. S. Sensoriamento remoto na cultura do algodão. In: Túlio, L. (Org.), **Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto**. Ed. Atena, Ponta Grossa, PR. p.209-224, 2018. 248p. Disponível em: <http://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2018/10/E-book-Aplicações-e-Princípios-do-Sensoriamento-Remoto-1.pdf>

BRANDÃO, Z. N.; INAMASU, R. Y.; RESENDE, A. V. Agricultura de precisão e cultivo algodoeiro. In: BÉLOT, J. L. (Ed.), **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. 3ª ed. Cuiabá, MT: IMAmt Ed. p-66-79. 2017. 335p.

BRANDÃO, Z. N.; ZONTA, J. H.; FERREIRA, G. B. Agricultura de precisão na cultura do algodão. In: Inamasu, R. Y.; Naime, J. M.; Resende, A. V.; Bassoi, L. H.; Bernardi, A. C. C. (Edts.) **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 295-305.

CHERUBIN, M. R. ; SANTI, A. L. ; EITELWEIN, M. T. ; MENEGOL, D. R.; DA ROS, C. O.; PIAZ, O. H.; BERGHETTI, J. Eficiência de malhas amostrais utilizadas na caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, v. 44, p. 425-432, 2014.

CORA, J. E.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 374-387, 2006.

GIMENEZ, L. M.; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade de solo com a técnica de amostragem em grade. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 138, p. 19-25, 2012.

GREGO, C. R., OLIVEIRA, R. P., VIEIRA, S. R. Geoestatística aplicada à Agricultura de Precisão. In: INAMASU, R., BERNARDI, A. C. C. (Editores técnicos). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 596 p.

INAMASU, R. Y., BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. Alberto Carlos de Campos. Bernardi, [et al.], (Editores técnicos). – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 596 p.

ISAAKS, E. H., SRIVASTAVA, R. M. **An Introduction to applied geostatistics**, New York: Oxford University Press, 1989. 561p.

JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. de; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Eds.). **Agricultura de Precisão: Resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, p. 109-134, 2014.

LOUHAICHI, M.; YOUNG, W. C.; JOHNSON, D. E. Reliability of Yield Mapping System for Estimating Perennial Ryegrass Seed Yield. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, p. 133-138. 2013.

MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; BERNARDI, A. C. C. Variabilidade de atributos de fertilidade e espacialização da recomendação de adubação e calagem para a soja. In: MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A.; BERNARDI, A. C. C. (Edts.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p. 115-129.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. (Eds). 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2015. 225p.

MONTANARI, R.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JUNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PAZETO, R. J.; CAMARGO, L. A. Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1266-1272, 2008.

OLIVEIRA, R. P., GREGO, C. R.; BRANDÃO, Z. N. **Geoestatística aplicada na agricultura de precisão utilizando o Vesper**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 159 p.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; SENA, M. C.; KRAHL, L. L.; OLIVEIRA, J. V. F.; CORREA, R. F.; ORO, T. Grades amostrais para fins de mapeamento da fertilidade do solo em área de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2, 2006, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 2006. 1 CD-ROM.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M. Amostragem para mapeamento e manejo da fertilidade do solo na abordagem de agricultura de precisão. International Plant Nutrition Institute Brazil, **Informações Agronômicas**, Piracicaba: IPNI, n. 159, p. 1-8, 2017. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/FF27D05E93476482852581BB000A91F0/\\$FILE/Page1-8-159.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/FF27D05E93476482852581BB000A91F0/$FILE/Page1-8-159.pdf). Acesso em: 02/08/2019.

RESENDE, A. V.; BRANDÃO, Z. N.; GREGO, C. R.; BORGHI, E.; WILDA, L. R. M. Manejo do solo sob o enfoque da agricultura de precisão. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. S. (Eds.). **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. Cap.: XXXVIII, pp. 1219-1270.

SANA, R. S. Variabilidade espacial de atributos de solo e de planta e produtividade do algodoeiro utilizando ferramentas de agricultura de precisão. 173f. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2013.

SANTOS, T. T.; KOENIGKAN, L. V. Produção de ortomapas com VANTs e OpenDroneMap. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2018. 21 p. (Embrapa Informática Agropecuária. **Circular técnica**, 05).

SOARES, A. **Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006. 214 p.

SOUZA, Z. M.; CERRI, D. G. P.; COLET, M. J.; RODRIGUES, L. H. A.; MAGALHÃES, P. S. G.; MANDONI, R. J. A. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p.840-847. 2010. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000048>.

SPEKKEN, M. A. R. K.; ANSELM, A. A.; MOLIN, J. P. A simple method for filtering spatial data. In: **Precision agriculture '13**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2013. p. 259-266.

SUDDUTH, K. A.; S. T. DRUMMOND. Yield editor: Software for removing errors from crop yield maps. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 6, p. 1471-1482, 2007.

TAYLOR, R.K.; FULTON, J.P. **Sensor-based variable rate application for cotton**. Oklahoma Cooperative Extension Service. Missouri, USA. 2010. Disponível em: <http://www.agmachinery.okstate.edu/PrecisionAgTech/CottonApplicationOctober2010Share.pdf>. Acesso em: 10/06/2019.

VELLIDIS, G.; BRANNEN H. S. Cotton Yield Maps: tools for increasing efficiency & profitability. In: **Map Yield Report**. University of Georgia and Cotton Incorporated. 2012. Disponível em: <http://www.cottoninc.com/fiber/AgriculturalDisciplines/Engineering/Precision-Crop-Management-for-Cotton/Cotton-Yield-Maps/Cotton-Yield-Maps-PDF.pdf>. Acesso em: 05-07-2019.

VERIS TECHNOLOGIES, USA. Disponível em: <<http://www.veristech.com>>. Acesso em: 02 de agosto de 2019.

VIEIRA, S. R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2000. v. 1, p. 1-54.

WILDA, L. R. M. Amostragem georreferenciada e aplicação à taxa variável de corretivos e fertilizantes: dinâmica da fertilidade do solo em lavouras de grãos no cerrado. Lavras: UFLA, 2013. 85p. (**Dissertação**, Mestrado em Ciência do Solo).

8 Levantamento da área, amostragem de solo e de folhas

Parte C

A planta de algodão

9 Crescimento do algodoeiro

10 Distribuição da produção no algodoeiro: conceitos, fatores ecofisiológicos e implicações sobre a produtividade e sobre a qualidade de fibra

BYRD, S. Cotton Growth Stages – Cutout. **Texas Row Crops Newsletter**. 2017. Disponível em: <<https://agrilife.org/texasrowcrops/2017/08/18/cotton-growth-stages-cutout/>>. Acesso em: 20 abril 2019.

CHIAVEGATO, E. J.; SALVATIERRA, D. K.; GOTTARDO, L. C. B. Algodão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed.) **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília-DF: INMET, 2009. p. 33-49.

DETERLING, D.; EL-ZIK, K. M. **How a cotton plant grows**. Progressive Farmer Inc. Birmingham, AL: 1982. 14p. (Technical Bulletin).

ECHER, F. R.; BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A. Considerações técnicas sobre o manejo de regulador de crescimento no algodoeiro. Cuiabá: ImaMT, 2014. **Circular Técnica**, n. 7.

KERBY, T. A.; BOURLAND, F. M.; HAKE, K. D. Physiological rationales in plant monitoring and mapping. In: STEWART, J. McD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (Ed.). **Physiology of cotton**. New York: Springer, 2010. chap. 27, p. 304-317.

McCLELLAND, C. K. On the regularity of blooming in the cotton plant. **Science**, v. 44, n. 1.138, p. 578-581, 1916.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 35-55.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of the cotton plant. In: MILEY, W. N.; OOSTERHUIS, D. M. (Ed.). **Nitrogen Nutrition in Cotton: Practical Issues**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1990. p. 1-24.

OOSTERHUIS, D. M.; BOURLAND, F. M. (Ed.). **COTMAN™: Crop management system**. 1. ed. Fayetteville: University of Arkansas, Agricultural Experiment Station Fayetteville, 2008. 107p.

RAPHAEL, J. P. A. **Fundamentos do monitoramento e mapeamento de plantas na cultura do algodoeiro**. Edição do autor: Botucatu, 2018. 66p.

RAPHAEL, J. P. A.; ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A. Shading and nitrogen effects on cotton earliness assessed by boll yield distribution. **Crop Science**, Madison, v. 59, p. 697-707, 2019.

ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Abrapa, 2007. cap. 17, p. 649-703.

Parte D

Implantação da lavoura de algodão

11 A qualidade das sementes

12 Escolha da variedade

13 Implantação da cultura

BOLETIM TÉCNICO DE RESULTADOS. [Montevídiu] : Instituto Goiano de Agricultura, Ano 1, nº1, novembro 2018.

Parte E

Condução da lavoura

14 Correção de solo e adubação da cultura

15 Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão

16 Sistemas avançados de tecnologia de aplicação na defesa fitossanitária

CENTRO BRASILEIRO DE BIOAERONÁUTICA. **Compendio de Aviação Agrícola**; Edt. CBB, 4a Edição. 2017.

CENTRO BRASILEIRO DE BIOAERONÁUTICA. **Manual de Operação e Manutenção do Turboaero modelo TA88D-8**

MONTEIRO, Marcos Vilela de. Tecnologia de Aplicação – Sistemas UBV-BVO e SAM. **Monografia** sobre os Sistemas Avançados de Tecnologia de Aplicação. 2019, 28 pp.

17 Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão

18 Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso

19 Manejo integrado de pragas em algodoeiro

AGROFIT. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

IRAC Brasil & IRAC Internacional. Recomendações de Manejo de Resistência a Inseticidas e Manejo de Pragas para Soja, Algodão e Milho no Brasil. http://media.wix.com/ugd/2bed6c_52f993a9b3ed4c548138d3fbf81c283c.pdf. Acesso em 13/01/2020

IRAC Brasil. ALGODÃO Orientações para o Manejo da Resistência a Inseticidas. https://docs.wixstatic.com/ugd/2bed6c_a9fb9f257a1a405aa258e30db80ee9cf.pdf. Acesso em 13/01/2020

20 Manejo de nematoides na cultura do algodão em Mato Grosso

21 Manejo de reguladores de crescimento

22 Manejo de desfolha

23 Destruição dos restos culturais do algodoeiro

Parte F

Produção de uma fibra de qualidade

24 Maximizar a rentabilidade do cultivo algodoeiro, produzindo uma fibra de qualidade e valorizando os coprodutos

25 Uso adequado das colheitadeiras

26 Preservar a qualidade da fibra no beneficiamento

27 A fibra de algodão: qualidade e classificação

28 Valorização dos coprodutos do algodão

Parte G

Manejo sustentável do cultivo algodoeiro

29 Como limitar o impacto do cultivo do algodoeiro sobre o meio ambiente

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. *Weed Technol.*, v. 6, n. 3, p.701-706, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 8, p. 339-357, 1989.

30 Controle biológico como ferramenta do manejo integrado de doenças e pragas do algodoeiro

ABCBio. Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico. Disponível em: <<http://www.abcbio.org.br/conteudo/publicacoes/associacao-brasileira-das-empresas-de-controle-biologico-projeta-expansao-de-mercado/>>. Acesso em 17 outubro 2019.

AGROFIT. Sistema de agroquímicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em 21 de outubro de 2019.

ARAÚJO, W. L.; QUECINE, M. C.; LACAVA, P. T.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; MARCON, J.; LIMA, A. O. S.; SOBRAL, J. K.; PIZZIRANI-KLEINER, A. A.; AZEVEDO, J. L. **Micro-organismos endofíticos: aspectos teóricos e práticos de isolamento e caracterização**. Santarém: UFOPA, 2014, 257 p.

AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JUNIOR, W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, Chile, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000.

BARROS, E. M., SILVA-TORRES, C. S. A., TORRES, J. B., ROLIM, G. G. Short-term toxicity of insecticides residues to key predators and parasitoids for pest management in cotton. *Phytoparasitica*, v. 46, 391-404, 2018.

- BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 63 p. (Embrapa Algodão. **Circular Técnica**, 72).
- BRAVO, A.; GILL S. S.; SOBERON, M. *Bacillus thuringiensis* mechanism and use. In: GILBERT L. I.; LATROU, K.; GILL, S. S. (EDS.), **Comprehensive Molecular Insects Science**, Vol. 6, Elsevier, New York USA, p.175-206, 2005.
- BRAVO, A.; SARABIA, S.; LOPEZ, L.; ONTIVEROS, H.; ABARCA, C.; ORTIZ, A.; LINA, L.; VILLALOBOS, F.J.; GUADALUPE, P.; NUNEZ-VALDEZ, M. E.; SOBERÓN, M.; QUINTERO, R. Characterization of cry genes in Mexican *Bacillus thuringiensis* strain collection. **Applied Environmental Microbiology**, 4965-4978, 1998.
- CONAB. 6º levantamento de grãos – safra 2018/2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em 24 de maio de 2019.
- CROSARIOL NETTO, J.; BARROS, E. M. 2016. Efeito de inseticidas sobre o controle de mosca branca na cultura do algodoeiro. Instituto Mato-Grossense do Algodão, Cuiabá, **Circular Técnica** 25, MT, Brasil.
- CROSARIOL NETTO, J.; DEGRANDE, P. E.; MELO, E. P. 2014. Seletividade de inseticidas e acaricidas aos inimigos naturais na cultura do algodão. Instituto Mato-Grossense do Algodão, Cuiabá, **Circular Técnica** 14, MT, Brasil.
- EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; ZANUNCIO JÚNIOR, J. S.; ZANUNCIO, J. C. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitoides. **Rev. Bras. Ol. Fibrós.**, Campina Grande, v.10, n.3, p.1147-1165, set./dez. 2006.
- FERRAZ, S.; SANTOS, M. A. Controle biológico de fitonematoides pelo uso de fungos. **Revisão Anual de Proteção de Plantas**, v.3, p.283-314, 1995.
- FREGONESI, A. F.; MOCHI, D. A.; MONTEIRO, A. C. Compatibilidade de isolados de *Beauveria bassiana* a inseticidas, herbicidas e maturadores em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, n. 19, pag. 1-8, 2016.
- LANA, U. G. P.; TAVARES, A. N. G.; AGUIAR, F. M.; GOMES, E. A.; VALICENTE, F. H. Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos em sistema "on farm". **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 191, p. 1-23, 2019.
- LOUREIRO, E. S.; MOINO JUNIOR, A.; ARNOSTI, A.; SOUZA, G. C. Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. **Neotropical Entomology**, 3, 263-269, 2002.
- MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 2, p. 261-274.
- MIRANDA, J. E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. Campina Grande: Embrapa, 37p. **Circular Técnica**, 131. 2010.
- MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. In: Melo, I. S.; Azevedo, J. L. (Eds.) **Controle Biológico**. Jaguariúna, SP, Embrapa meio-ambiente, v.3, p.162-200, 2000.
- RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VON PINHO, R.G.; VIERA, A.R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência Agrotec.**, v. 28, n. 4, p. 793-798, 2004.
- SATO, M. E. **Tecnologia sustentável: uso de ácaros predadores para o controle biológico de ácaro-rajado**. Instituto Biológico, 24p.
- SILVA, C. A. D. Microrganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro. Campina Grande: EMBRAPA, 43p. **Documentos**, 77. 2000.
- TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; FAION, M.; PADULLA, L. F. L. Toxicidade de produtos fitossanitários para *Beauveria bassiana*. **Arquivos Instituto Biológico**. 69: 89-96; 2002.
- VALICENTE, F.H.; TUELHER, E. S. Controle Biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*, com Baculovirus. Sete Lagoas: Embrapa, 14p. **Circular técnica**, 114. 2009.

Informações sobre os autores do “Manual de Boas Práticas”

Introdução

Jean-Louis René Bélot

Engenheiro agrônomo, mestre e doutor-engenheiro em agronomia pela ENSA Montpellier, França. Melhorista algodão no Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) de 1984 a 2008, com experiência na África e na América Latina. Foi coordenador da equipe de pesquisa algodão do Cirad no Cone Sul Americano, do Programa Algodão da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec) e da unidade de pesquisa UR10 do Cirad. Atualmente, é pesquisador/melhorista do IMAmt em Primavera do Leste/MT e coordenou os aspectos técnicos do Programa de Qualidade da Fibra da Ampa entre 2014 e 2019 (jeanbelot@imamt.org.br).

Patricia Maria Coury de Andrade Vilela

Engenheira agrônoma pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e mestre em Agricultura Tropical pela mesma universidade, com linha de pesquisa em Microbiologia do Solo. Trabalhou no programa de melhoramento de algodão da Coodetec até 2007 e, depois, no Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), como coordenadora do projeto de supressão do bicudo-do-algodoeiro. Atualmente, é coordenadora do programa de melhoramento algodão no IMAmt em Primavera do Leste/MT e do projeto de publicações, vídeos informativos e encarregada dos orçamentos dos projetos de pesquisa do IMAmt (patriciavilela@imamt.org.br).

Parte A. Contexto edafoclimático e econômico para o cultivo algodoeiro

1. O cultivo algodoeiro em Mato Grosso

Renato Tachinardi

Engenheiro agrônomo e zootecnista formado em 1989, pela Faculdade de Agronomia e Zootecnia “Manoel Carlos Gonçalves”, Espírito Santo do Pinhal/SP, com especialização em Gestão e Manejo Cultural do Algodão - IFMT, 2008. Trabalhou em diversas fazendas de Mato Grosso e, desde 2006, é assessor técnico regional do Instituto Mato-grossense do Algodão em Campo Verde e coordenador da equipe dos ATRs (renato.tachinardi@ampa.com.br).

2. Produtividade do cultivo algodoeiro em Mato Grosso - chuva, solo e época de plantio

José Holanda Campelo Júnior

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Ceará, mestre em Agrometeorologia e doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), em 1985. Tem experiência e atuação na área de Agronomia, com ênfase em Agrometeorologia. Atualmente, é professor titular do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) (campelo@ufmt.br).

Ricardo Santos Silva Amorim

Engenheiro agrícola pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestre e doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, em 2003. Tem experiência e atuação na área de Agronomia, com ênfase em Engenharia Agrícola, conservação do solo e da água, atuando principalmente em manejo e conservação de bacias e modelos de erosão hídrica. Atualmente, é professor adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) (rsamorim@cpd.ufmt.br).

3. Gestão operacional e custo de produção de algodão em Mato Grosso

Lucilio Rogerio Aparecido Alves

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2000), mestrado (2002) e doutorado (2006) em Ciências (Economia Aplicada) pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP). Tem experiência na área de Economia, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão do negócio agropecuário, comercialização agrícola, economia agrícola e métodos quantitativos. Atualmente, é professor doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP e pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq/USP) para fibras (algodão), grãos (soja, milho e trigo) e raízes (mandioca, fécula e farinha) (lralves@usp.br).

Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros

É graduado em Engenharia Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), em 1970, mestre em Economia Agrária pela mesma universidade (1973) doutor em Economia pela North Carolina State University at Raleigh (1976) e pós-doutorado na University of Minnesota (1989). Tem experiência nas áreas de Macroeconomia, Agronegócio-Agroenergia, Comercialização, Política Agrícola e Economia Internacional. É ex-presidente da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (Sober) e consultor frequente do World Bank, Food and Agriculture Organization (FAO) e da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F). Atualmente, é professor titular da Universidade de São Paulo e coordenador científico do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) (gscbarro@usp.br).

Mauro Osaki

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mestre em Ciência Econômica Aplicada pela Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente, é técnico especialista superior do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP e pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq), concentrando os estudos na área de pesquisa de gestão de propriedade rural e análise do panorama de mercado do setor de grãos e fertilizantes. Membro do Agribenchmark Cash Crop, apoiado pelo instituto Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) da Alemanha (mosaki@usp.br).

Fabio Francisco de Lima

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2010), especialização em MBA em Agronegócio pela Universidade de São Paulo (2012) e mestrado em Administração pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) da USP (2018). Atualmente é pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq). Tem experiência na área de Economia agrícola, com ênfase em grãos e algodão.

Parte B. Solos e sistemas de produção para o algodoeiro

4. Sistemas de cultivo do algodoeiro

Leandro Zancanaro

Engenheiro agrônomo, mestre em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente, é pesquisador e gestor do Programa de Monitoramento de Adubação (PMA) da Fundação MT & Manejo de Sistemas de Produção, Rondonópolis/MT (leandrozancanaro@fundacaomt.com.br).

Claudinei Kappes

Engenheiro agrônomo, mestre e doutor em Agronomia, com especialidade em Sistemas de Produção, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp, Câmpus de Ilha Solteira). Atualmente, é pesquisador do Programa de Monitoramento de Adubação (PMA) da Fundação MT & Manejo de Sistema de Produção, Rondonópolis/MT (claudineikappes@fundacaomt.com.br).

5. Sistemas alternativos em plantio direto de alta performance

Lucien Seguy

Engenheiro agrônomo formado na Escola Nacional Superior de Agronomia de Toulouse (Ensat), França, especializado em pedologia no Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer (Orstom), em 1967. Fez carreira de engenheiro de pesquisa no Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) de 1968 a 2009, trabalhando na área de sistemas agrícolas e de melhoramento de arroz na África (Senegal e República dos Camarões), entre 1968 e 1977, e no Brasil, entre 1977 e 2009. Trabalhou com Emapa, Embrapa, Rhodia, Agronorte, USP, UEPG, IMAmT e com entidades privadas e cooperativas na montagem do plantio direto na palha nos Cerrados e no melhoramento de cultivares de arroz. Difundiu essas tecnologias no mundo tropical (Ásia, África). Atualmente, é consultor independente (seguy@wanadoo.fr).

Serge Bouzinac

Engenheiro agrônomo formado na Escola Nacional Superior de Agronomia de Toulouse (Ensat), França, em 1976. Trabalha no Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) desde 1978, no Brasil, com a equipe de L. Séguy, na área de sistemas agrícolas e de melhoramento de arroz de sequeiro. Atualmente, está sediado em Goiânia/GO, em marco do projeto Garp com a Embrapa (influência do manejo do solo sobre a brusone do arroz), conduzindo trabalhos sobre melhoramento do arroz com o IMAmT (sbouzinac@bol.com.br).

6. Manejo de solo para o cultivo do algodoeiro

Leandro Zancanaro (confere capítulo 4)

Claudinei Kappes (confere capítulo 4)

7. Agricultura de precisão: tecnologias para o algodoeiro

Ziany Neiva Brandão

Engenheira eletrônica e de telecomunicações. Possui mestrados em Automação Elétrica pela Universidade de Campinas (Unicamp) e em Comunicações Ópticas pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutora em Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura pela UFCG. Atualmente, é responsável pela área de sensoriamento remoto da Embrapa Algodão e membro das Redes de Agricultura de Precisão e Monitoramento do estoque de Carbono em Florestas por meio de Sensoriamento Remoto (ziany.brandao@embrapa.br).

Álvaro Vilela Resende

Engenheiro agrônomo. Possui mestrado e doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente, é docente na pós-graduação em Ciência do Solo da UFLA e na pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Sete Lagoas. Exerce a função de gestor do núcleo de pesquisa de Água, Solo e Sustentabilidade Ambiental da Embrapa Milho e Sorgo. Coordenador das equipes de culturas anuais dentro da Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa (alvaro.resende@embrapa.br).

Célia Regina Grego

Possui graduação em Engenharia Agrônoma (1996) pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp). Concluiu Mestrado (1999) e doutorado (2002) em Agronomia, área de Energia na Agricultura, Departamento de Engenharia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu da Unesp. Realizou pós-doutorado no Instituto Agrônomo de Campinas (2006), na área de Geoestatística aplicada ao Manejo e Conservação do Solo. Atualmente, é pesquisadora na Embrapa Informática Agropecuária na área de Métodos Quantitativos Avançados, subárea Geoestatística, atuando principalmente nos seguintes temas: agricultura de precisão, variabilidade espacial do solo e espacialização de dados agropecuários (celia.grego@embrapa.br).

Eduardo Antônio Speranza

Bacharel em Ciências de Computação pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC/USP). Mestre em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Ciência da Computação pelo Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos (DC/UFSCar). Atuação na Coordenação Geral de Tecnologia da Informação do Ministério da Agricultura (Mapa), na gestão de sistemas corporativos. Atualmente, é analista de sistemas da Embrapa Informática Agropecuária, atuando no desenvolvimento de sistemas de informações geográficas, bancos de dados espaciais e mineração de dados espaciais para agricultura de precisão (eduardo.speranza@embrapa.br).

8. Levantamento da área, amostragem de solo e de folhas

Leandro Zancanaro (confere capítulo 4)

Claudinei Kappes (confere capítulo 4)

Parte C. A planta de algodão**9. Crescimento do algodoeiro***Ciro Antonio Rosolem*

Graduado em Agronomia em 1973, mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) em 1978 e doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) em 1979, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (Esalq/USP). Cientista visitante da Universidade da Califórnia, Davis, em 1984/85. Foi fundador, diretor e diretor-presidente da Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Foi diretor do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp). Foi coordenador da área de agrárias da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) de 1995 a 2007. É professor titular de Agricultura na Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp. Foi vice-presidente da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e é membro do International Plant Nutrition Council. Vice-Presidente do Conselho Científico Agro Sustentável (CCAS). Tem experiência na área de Agricultura, com ênfase em fertilidade do solo, adubação, fisiologia aplicada, crescimento radicular, sistemas de produção agrícola, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente nas culturas do algodão, soja, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal - Faculdade de Ciências Agrônomicas/Unesp-Botucatu/SP (rosolem@fca.unesp.br).

10. Distribuição da produção no algodoeiro: conceitos, fatores ecofisiológicos e implicações sobre a produtividade e sobre a qualidade de fibra

Juan Piero Antonio Raphael

Engenheiro agrônomo pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Piracicaba/SP. Mestre e Doutor em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu/SP, conduzindo estudos fitotécnicos relacionados à cultura do algodoeiro. Integrante do Grupo de Estudos do Algodão da Esalq/USP (2008–2010) e da Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) (2016–atual). Atuou em atividades de pesquisa em ecofisiologia e melhoramento genético de algodão, nutrição mineral de plantas e manejo do solo em sistemas de produção (juanpiero1@gmail.com).

Fábio R. Echer

Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Tangará da Serra, 2006; Mestre em Agronomia pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), 2008; Doutor em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Botucatu/SP, 2012, com período “sanduíche” na Universidade do Arkansas (2011-2012). Foi pesquisador do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), onde coordenou o Laboratório de Fisiologia. Pós-Doutor com bolsa do CNPq (FCA/Unesp, 2017). Especialista em Fisiologia do Algodão. Atualmente é Professor na Unoeste, Presidente Prudente/SP, nos cursos de graduação, mestrado e doutorado em Agronomia e vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Líder do Grupo de Estudos do Algodão (GEA-Unoeste). Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), Presidente Prudente/SP (fabioecher@unoeste.br).

Ciro Antonio Rosolem (confere capítulo 9)

Parte D. Implantação da lavoura de algodão

11. A qualidade das sementes

Priscila Fratin Medina

Concluiu a graduação em Engenharia Agrônômica (1982), o mestrado (1988) e o doutorado (1994) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), especializando-se em Fitotecnia, com ênfase em Sementes. Realizou curso em Produção e Tecnologia de Sementes no Centro Internacional de Agricultura em Wageningen, Holanda, em 1996. Atua como pesquisadora científica no Instituto Agrônomo (IAC) da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) do Governo do Estado de São Paulo desde 1989, onde também assumiu os cargos administrativos de Diretor do Centro de Produção de Material Propagativo de 1998 a 2001, do Núcleo de Negócios Tecnológicos de 2005 a 2006 e da Unidade Laboratorial de Referência do Centro de Grãos e Fibras de 2014 a 2017, além da responsabilidade técnica pelo Laboratório de Análise de Sementes do IAC de 2009 a 2017 (priscilafmedina@gmail.com).

Sheila Fanan

Graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), 2004. Tem mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 2008, com ênfase em Tecnologia de Sementes. Trabalhou no laboratório de sementes do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) (sheilafanan@yahoo.com.br).

Leonardo Bitencourt Scoz

Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biotecnologia pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali), Santa Catarina, 2007. Mestre em Fitotecnia com ênfase em Melhoramento e Biotecnologia Vegetal, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Atualmente, é pesquisador do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMamt), onde coordena o Laboratório de Biologia Molecular. Atua majoritariamente no uso em rotina de marcadores moleculares dentro do programa de melhoramento de algodoeiro (leonardoscoz@imamt.org.br).

12. Escolha da variedade

Jean-Louis René Bélot (confere introdução)

Patricia Maria Coury de Andrade Vilela (confere introdução)

13. Implantação da cultura

Fernando Mendes Lamas

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (1978), mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela mesma universidade (1988) e doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp, 1997). Atualmente, é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Manejo e Tratos Culturais, atuando principalmente nos seguintes temas: cultivo e manejo do algodoeiro, sistema plantio direto, rotação de cultura, plantas de cobertura e reguladores de crescimento (fernando.lamas@embrapa.br).

Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com mestrado e doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) também pela UFV. É pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Algodão desde julho de 2004, trabalhando nas seguintes linhas temáticas: técnicas de cultivo, manejo e tratos culturais do algodoeiro; matologia; manejo e conservação do solo; diversificação dos sistemas de produção de algodão com rotação ou sucessão de culturas, integradas ao cultivo de plantas de cobertura, para a melhoria do ambiente produtivo (alexandre-cunha.ferreira@embrapa.br).

Ruy Seiji Yamaoka

Graduado em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq/USP) em 1975, com Mestrado em Fitotecnia pela mesma universidade em 1980. Pesquisador na Área Técnica de Fitotecnia e Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo do Paraná até 2010. Até agora, pesquisador voluntário tutor do Instituto Agrônomo do Paraná. Desde 2015, consultor do Projeto Viabilidade Técnica e Econômica de um novo modelo para retomada de algodão no Paraná, da Associação de Cotonicultores do Paraná (Acopar) (yamaoka@iapar.br).

Parte E. Condução da lavoura

14. Correção de solo e adubação da cultura

Leandro Zancanaro (confere capítulo 4)

Claudinei Kappes (confere capítulo 4)

15. Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão

Ulisses Rocha Antuniassi

Engenheiro agrônomo formado pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), em 1986. Mestre e doutor em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCA/Unesp), Botucatu/SP. Pós-doutorado no Silsoe Research Institute (Reino Unido); Atualmente, é professor titular do Departamento de Engenharia Rural da FCA/Unesp e especialista em tecnologias de aplicação (ulisses@fca.unesp.br).

16. Sistemas avançados de tecnologia de aplicação na defesa fitossanitária

Marcos Vilela de Magalhães Monteiro

Engenheiro e doutor em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP) (1959-1969); piloto agrícola (1967). Nos sessenta anos de atividades profissionais, desenvolveu ou introduziu equipamentos e tecnologias importantes para a Defesa fitossanitária, em particular na Aviação Agrícola brasileira entre elas: Ultra Baixo Volume – UBV; Atomizador Rotativo Micronair AU-3000; Balizamento por Satélite – GPS; Ponta de asa Quebra-Vórtices; Atomizadores Rotativos de Discos Turboaero e Turbotrator; Pulverização Eletrostática Aérea; Sistema Baixo Volume Oleoso – BVO; Sistema Atrai e Mata, Aplicadora Precisa para o Sistema Atrai e Mata, Torre de Inversão Térmica, Kit - Medição de Gotas Finas, Gaiola para Insetos e Descontaminador de Agroquímicos. Por delegação do Ministério da Agricultura, desde 1967, formou mais de 4 mil técnicos executores e quinhentos agrônomos coordenadores em Aviação Agrícola. Atualmente, é diretor da empresa MV Defesa Vegetal Ltda., em Sorocaba/SP, que realiza pesquisas em desenvolvimento de sistemas e equipamentos de Tratamento Fitossanitário. Medalha da Ordem do Mérito “Santos Dumont” outorgada pelo Ministro da Aeronáutica por serviços prestados à Aviação Agrícola Brasileira (marcosvilela@bioaeronautica.com.br).

17. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão

Edson R. de Andrade Junior

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) em 2006, Mestre (2009) e Doutor (2018) em Agricultura Tropical pela mesma instituição. Desde 2008, pesquisador do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAMt), responsável pelo Departamento de Proteção de Plantas, trabalhando com manejo de plantas daninhas nas culturas do algodão e soja, plantas daninhas resistentes no Estado de Mato Grosso e na destruição química dos restos culturais do algodoeiro (edsonjunior@imamt.org.br).

Anderson L. Cavenaghi

Agrônomo formado pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Botucatu, Mestrado e Doutorado em Proteção de Plantas pela mesma instituição, com enfoque em herbicidas e plantas daninhas. Desenvolve pesquisas em controle de plantas daninhas em grandes culturas (algodão, soja e milho) e resistências a herbicidas. Atualmente, é diretor da área de conhecimento de Ciências Agrárias, Biológicas e Engenharias no Centro Universitário de Várzea Grande (Univag), Mato Grosso (alcavenaghi@uol.com.br).

Sebastião Carneiro Guimarães

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em 1977, Mestre em Fitotecnia pela mesma instituição em 1981, Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em 2000, atualmente Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) das disciplinas de Matologia e Experimentação Agrícola (sheepufmt@gmail.com).

18. Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso

Luiz Gonzaga Chitarra

Iniciou a graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Católica de Petrópolis (1980), bacharel em Ciências Agrárias (especialização em Agronomia) pela University of Arizona (1984), mestrado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em 1996, e doutorado em Food Science and Microbiology pela Wageningen University and Research Centre (2001). Experiência em Fitopatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: *Gossypium hirsutum* L., algodão, manejo de doenças, epidemiologia e fungicidas. Atualmente, é pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão - Núcleo do Cerrado) (luiz.chitarra@embrapa.br).

Rafael Galbieri

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), com mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com linha de pesquisa em doenças de plantas (algodoeiro). Doutor em Agricultura Tropical pela UFMT em 2018. Desenvolve pesquisas em resistência genética do algodoeiro a doenças e nematoides. Atualmente, é pesquisador (fitopatologista) do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) e coordenador da Unidade de pesquisa do IMAmt em Primavera do Leste/MT (rafaelgalbieri@imamt.org.br).

19. Manejo integrado de pragas no algodoeiro em Mato Grosso

Jacob Crosariol Netto

Possui Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Catanduva. Mestre e Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV/Unesp) em Jaboticabal. Atualmente, é pesquisador Entomologista do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) e atua na área de Manejo Integrado de Pragas, Controle químico e Controle Biológico de Pragas. Possui experiência na área de Entomologia Fitotecnia e Fitossanidade (jacobnetto@imamt.org.br).

Guilherme Gomes Rolim

Tecnólogo em Agroecologia pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Mestrado e doutorado em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Tem experiência na área de Entomologia Agrícola, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia, biologia e resistência a inseticidas de pragas do algodoeiro com ênfase em bicudo-do-algodoeiro (guilhermerolim@imamt.org.br).

Geraldo Papa

Possui graduação em Agronomia pela Universidade de São Paulo (1986), mestrado (1991) e doutorado (1998) em Entomologia pela mesma universidade. Atualmente, é Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Câmpus de Ilha Solteira. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Entomologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Manejo Integrado de pragas em culturas agrícolas, desenvolvimento de agroquímicos, seletividade de agroquímicos, agentes de controle de pragas (biológico, químico, comportamento e outros) (gpapa@bio.feis.unesp.br).

20. Manejo de nematoides na cultura do algodão em Mato Grosso

Rafael Galbieri (confere capítulo 18)

Mário Massayuki Inomoto

Graduado em Engenharia Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), em 1985, mestrado em Fitopatologia pela USP (1988) e doutorado em Entomologia pela mesma universidade (1995). Tem experiência na área de Nematologia Agrícola, com participação em trabalhos experimentais com os seguintes objetivos: avaliação da resistência de plantas a nematoides-das-galhas e das lesões; avaliação da eficiência do tratamento de sementes para controle de fitonematoides; controle de fitonematoides em sistemas de produção consorciados e integrados. Atualmente, é professor associado da USP, onde ministra disciplinas nos cursos de graduação em Engenharia Agrônoma, Engenharia Florestal, Ciências Biológicas e Gestão Ambiental e no curso de pós-graduação em Fitopatologia (inomoto@usp.br).

Rosângela Aparecida da Silva

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT, 1998), mestrado (2001) e doutorado (2008) em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP, 2001). Foi professor titular do Centro Universitário de Várzea Grande no período de julho de 2001 a janeiro de 2013. Atualmente, é pesquisadora da Fundação Mato Grosso em Rondonópolis/MT; tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nematologia, atuando principalmente nos seguintes temas: manejo de nematoides em soja, milho e algodoeiro (rosangelasilva@fundacaomt.com.br).

Guilherme Lafoucarde Asmus

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em 1978, com mestrado em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1981, e doutorado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), em 2001. Dedicar-se à pesquisa em manejo de nematoides fitoparasitas em sistemas integrados de produção. Pesquisador em Nematologia da Embrapa Agropecuária Oeste desde 1994 (guilherme.asmus@embrapa.br).

21. Manejo de reguladores de crescimento

Fábio R. Echer (confere capítulo 10)

Ciro Antonio Rosolem (confere capítulo 9)

Patrícia Rafaella de Mello

Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (Uenp), Bandeirantes/PR, 2016. Mestre em Agronomia pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), Presidente Prudente/SP, 2019. Atualmente é professora na Faculdade de Balsas (Unibalsas), Balsas/MA, no curso de Agronegócio (patriciarf.mello@gmail.com).

22. Manejo de desfolha

Gustavo Pazzetti

Engenheiro agrônomo e mestre em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Tem ampla experiência em fisiologia do algodoeiro. Atualmente, é professor titular e pesquisador na Faculdade de Agronomia da Universidade de Rio Verde (UNIRV), Goiás (pazzetti@unirv.edu.br).

Jerley Fernando Alves Lima

Técnico em Agropecuária e Tecnólogo em Agronegócio. Amplo conhecimento sobre o manejo do algodoeiro, soja e milho. Sócio-proprietário da JF Consultoria em Sorriso/MT (jerley.lima@uol.com.br).

23. Destruição dos restos culturais do algodoeiro

Edson R. de Andrade Junior (confere capítulo 17)

Odilon Reny Ribeiro Ferreira Silva

Engenheiro agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em 1977, mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1983, doutorado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Politécnica de Madrid, em 1993. Tem ampla experiência em mecanização do cultivo algodoeiro. Atualmente, é pesquisador da Embrapa Algodão em Campina Grande/PB (odilon.silva@embrapa.br).

Valdinei Sofiatti

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em 2002, mestrado em Ciências pela UFPel, em 2004, doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 2006. Foi chefe adjunto de Transferência de Tecnologia da Embrapa Algodão. Atualmente, é pesquisador da Embrapa Algodão em Campina Grande/PB (valdinei.sofiatti@embrapa.br).

Parte F. Produção de uma fibra de qualidade

24. Maximizar a rentabilidade do cultivo algodoeiro, produzindo uma fibra de qualidade e valorizando os coprodutos

Sérgio Gonçalves Dutra

Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de Brasília (1990), mestrado em Produção Vegetal, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP, 2001) e doutorado em Agronomia pelo Programa de Energia na Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCA/Unesp) de Botucatu (2013). Atua como consultor técnico na área de gerenciamento e execução de projetos no segmento agropecuário. Tem experiência na área de Produção Vegetal, Políticas Públicas em Agricultura e Meio Ambiente e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Sistemas de Produção no Bioma Cerrado. Atua junto ao Programa de Qualidade de Fibra de Algodão da Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão. Instituto Mato-Grossense do Algodão (Ampa/IMAmt) desde 2012 (sgdutra.sc@gmail.com).

Jean-Louis René Bélot (confere introdução)

25. Uso adequado das colheitadeiras

Renildo Luiz Mion

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em 1998, mestrado em Engenharia Agrícola (Máquinas Agrícolas) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em 1999, e Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCA/Unesp, Câmpus de Botucatu), em 2002. Atualmente, é professor associado no Câmpus de Rondonópolis da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Coordenador do Grupo de Pesquisa da Qualidade de Fibra de Algodão da UFMT. Atua na área de colheita, beneficiamento, processamento e armazenamento de algodão, agricultura de precisão e máquinas e mecanização agrícola (renildomion@gmail.com).

Jean-Louis René Bélot (confere introdução)

26. Preservar a qualidade da fibra no beneficiamento

Jean-Luc Chanselme

Mestre pela Universidade de Paris XI. Especialista em Manejo e Tecnologia do Beneficiamento do Algodão da Mississippi State University (EUA). Administrador e diretor técnico da empresa de consultoria em tecnologia do algodão Cotimes do Brasil (jean@cotimesdobrasil.com.br).

27. A fibra de algodão: qualidade e classificação

Jorge José de Lima

Pós-graduação em Gestão pela Qualidade Total, Licenciado em Matemática, Técnico Têxtil e Instrutor de classificação de algodão em pluma, credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Tem doze anos de experiência nas áreas de produção e controle da qualidade em indústrias têxteis. Foi professor do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (Senai-CETIQT) nos cursos técnicos e engenharia têxtil (1988 – 2016). Atuou na função de classificador de algodão em pluma na parceria Senai-CETIQT/ Master Inspect no período de 1999 a 2002. Tem trinta anos de experiência nas áreas de classificação de algodão e controle da qualidade em indústrias têxteis e da cadeia do algodão. Atua na função de instrutor e classificador de algodão em pluma, auditor e assistente técnico para empresas do setor têxtil e da cadeia do algodão. Atuou como auditor técnico para credenciamento e renovação de credenciamento de alguns laboratórios junto ao Mapa. Formou treze turmas de classificadores de algodão em pluma entre 2005 e 2014 nas seguintes instituições: FBET, Amipa/Minas Cotton e Unicotton, em parceria com o Senai-CETIQT e o Mapa. Conselheiro do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio de Janeiro (Crea-RJ) no triênio 2010-2012. Professor contratado pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) na disciplina de Controle de Materiais Têxteis V do curso de Engenharia de Produção (1998/2000). E autor de publicações de instituições como Senai-CETIQT, Abrapa e IMAmt sobre a cadeia do algodão e indústria têxtil. É professor de matemática do Município do Rio de Janeiro e sócio minoritário da J. G. Cursos de Classificação de Algodão em Pluma e Têxtil Ltda. (jorgealgodão@gmail.com).

Jean-Louis René Bélot (confere introdução)

28. Valorização dos coprodutos do algodão

João Paulo Saraiva Morais

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), em 2002, e mestrado em Bioquímica (2006) pela mesma instituição. Atualmente, é pesquisador B na Embrapa Algodão e PhD em Plant and Soil Science pela TTU - USA. Atua nas áreas de Agronomia, Agroindústria e Nanotecnologia voltada ao agronegócio, com ênfase em fibras naturais e tortas de oleaginosas. Também trabalha com coprodutos das cadeias agroindustriais, como algodão, mamona, sisal, gergelim e amendoim, dentre outras, e desenvolve atividades com Química Verde e nanopartículas (joao.morais@embrapa.br).

Everaldo Medeiros

Bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em 1999, e doutor em Química pela mesma universidade (2004). Foi professor adjunto da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e atualmente é pesquisador A da Embrapa Algodão. Atua como orientador de mestrado e doutorado do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (UFCG) e orienta alunos de mestrado e doutorado do programa pós-graduação em Química (UFPB). Em sua produção consta a publicação regular de artigos em periódicos especializados e de trabalhos em anais de eventos científicos. Atua na área de Química Analítica, com ênfase em Processos Agroenergéticos, Métodos Analíticos, Instrumentação e Processos de Automação em Química Analítica (everaldo.medeiros@embrapa.br).

Jean-Louis René Bélot (confere introdução)

Parte G. Manejo sustentável do cultivo algodoeiro

29. Como limitar o impacto do cultivo algodoeiro sobre o meio ambiente

Eliana Freire Gaspar de Carvalho Soares

Engenheira química, obteve mestrado em Química Analítica em 1992, pela Salford University, no Reino Unido, e doutorado em Química em 2004, pela Universidade Estadual de São Paulo, Câmpus de Araraquara. Atualmente, é professora e pesquisadora do Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), líder do grupo de pesquisas denominado Grupo de Estudos em Poluentes Ambientais e professora dos Programas de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e em Química (elidores@uol.com.br).

Antonio Brandt Vecchiato

Geólogo, obteve mestrado em Solos e Nutrição de Plantas em 1987 pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e doutorado em Engenharia Civil, em 1993, pela Universidade de São Paulo, Câmpus de São Carlos. Atualmente, é professor e pesquisador do Departamento de Geologia Geral da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), vice-líder do Grupo de Estudos em Poluentes Ambientais e professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (brandt@ufmt.br).

30. Controle biológico como ferramenta do manejo integrado de doenças e pragas do algodoeiro

Tamiris Joana dos Santos Rêgo

Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Piauí (2012), Mestrado (2014) e Doutorado (2018) em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2018), com período de Doutorado Sanduíche na Universitat Politècnica de València (2017). Atualmente, é pesquisadora do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), atuando na área de Controle Biológico de Pragas e Doenças, com ênfase em Prospecção de Microrganismos Endofíticos e Fungos Entomopatogênicos, e Desenvolvimento de Produtos Biológicos à Base de Fungos (tamirisrego@imamt.org.br).

Eduardo Barros

Possui Graduação em Tecnologia em Produção de Grãos pelo Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde (2007), Mestrado (2009) e Doutorado (2015) em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foi pesquisador na área de Entomologia do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) (2014 a 2017) e desenvolvedor técnico de mercado na Syngenta Proteção de Cultivos (2017 a 2018). Atualmente, é pesquisador na área de Proteção de Plantas no Instituto Goiano de Agricultura (IGA), atuando com grandes culturas nas áreas de Entomologia Agrícola, Fitopatologia, Nematologia e Herbologia (eduardo.barros@iga-go.com.br).

Guilherme Gomes Rolim (confere capítulo 19)

Jacob Crosariol Netto (confere capítulo 19)

Maria Luíza Zardo

Possui graduação em Biotecnologia pela Pontifícia Universidade do Paraná (2014) e Mestrado em Biotecnologia pelo Instituto Carlos Chagas (Fiocruz), Paraná (2016). Atualmente, é pesquisadora do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), atuando na área de Controle Biológico, com ênfase em Prospecção de Cepas e Genes de Bacilos Esporogênicos, Bioensaios Entomológicos *in vitro* e Melhoramento de Moléculas Entomopatogênicas (mariazardo@imamt.org.br).

Paulo César Manara Bittar

Farmacêutico Industrial pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É Especialista em Homeopatia pela APH (Associação Paulista de Homeopatia). Teve alguns anos de vivência em grupos de pesquisa da UFMG, em química orgânica, e na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), na área de parasitologia. É empresário desde 1999. Tem formação empresarial através do APL de Biotecnologia do Triângulo Mineiro, Sebrae, Senai, Unitecne, a incubadora da Uniube e cursos isolados. Possui experiência na organização de equipes de pesquisadores para projetos em atividades empresariais inovadoras. Tem experiência na relação com grandes empresas e institutos de tecnologia. Promove a ponte entre a academia e o mercado. Atualmente, é proprietário e diretor do Grupo Vitae Ltda. (Ruralvit Pecuária e Ruralvit Biotech).

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE MANEJO DO ALGODOEIRO EM MATO GROSSO

