

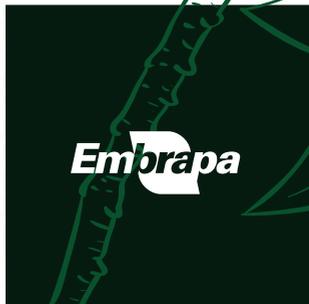


Cultura da Mandioca

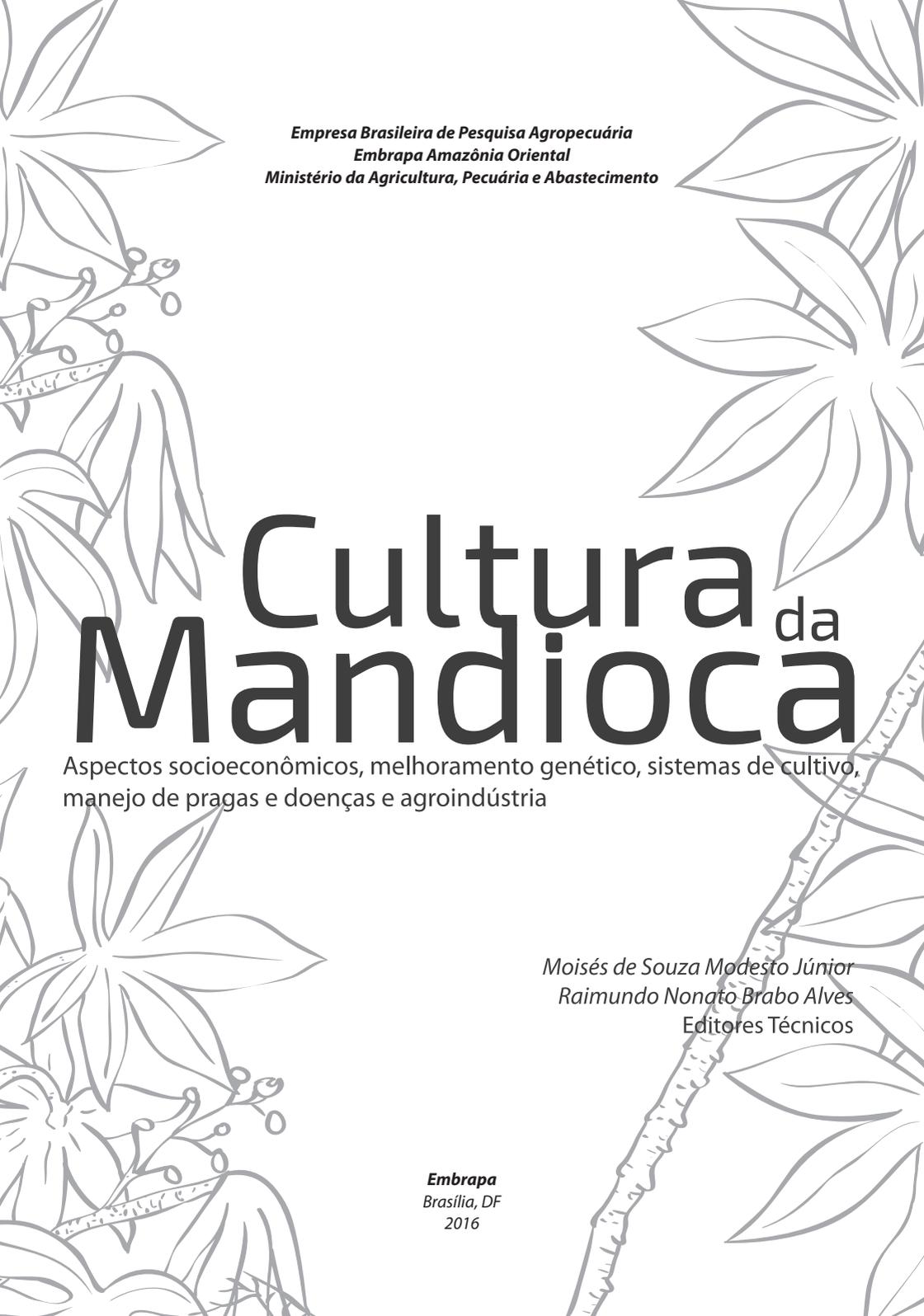
Aspectos socioeconômicos,
melhoramento genético,
sistemas de cultivo, manejo de
pragas e doenças e agroindústria



Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves
Editores Técnicos



Embrapa



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Cultura ^{da} Mandioca

Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo,
manejo de pragas e doenças e agroindústria

*Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves*
Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2016

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Amazônia Oriental

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*

Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*

Membros: *Orlando dos Santos Watrin*

Eniel David Cruz

Sheila de Souza Correa de Melo

Regina Alves Rodrigues

Luciane Chedid Melo Borges

Supervisão editorial e revisão de texto
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica
Andrea Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico, ilustrações, capa, tratamento de imagens e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Publicação digitalizada (2016)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria / Moisés de Souza Modesto Júnior, Raimundo Nonato Brabo Alves, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2016.
PDF 257 p. ; il. color. : 15 cm x 21 cm.

Disponível em : <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>>

ISBN 978-85-7035-621-5

1. Mandioca. 2. Produção vegetal. 3. Manejo. 4. Praga de planta. 5. Doença de planta. 6. Melhoramento genético vegetal. 7. Indústria agrícola. I. Modesto Júnior, Moisés de Souza. II. Alves, Raimundo Nonato Brabo Alves. III. Embrapa Amazônia Oriental.

CDD (21. ed.) 633.682

© Embrapa 2016



Autores

Alfredo Kingo Oyama Homma

Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Aloyséia Cristina da Silva Noronha

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ana Vânia Carvalho

Engenheira-agrônoma, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Arystides Resende Silva

Engenheiro florestal, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Benedito Dutra Luz de Souza

Engenheiro-agrônomo, diretor-presidente da Agropecuária Milênio, Tracuateua, PA

Célia Regina Tremacoldi

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Elisa Ferreira Moura Cunha

Bióloga, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Gisalda Carvalho Filgueiras

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Agrárias, professora-adjunta do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal do Pará, Belém, PA

João Tomé de Farias Neto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Laura Figueiredo Abreu

Química-industrial, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Manoel da Silva Cravo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Moisés de Souza Modesto Júnior

Engenheiro-agrônomo, Especialista em Marketing e Agronegócio, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Rafaella de Andrade Mattietto

Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Raimundo Nonato Brabo Alves

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Rosival Possidônio do Nascimento

Pedagogo, especialista em Gestão Agroindustrial, supervisor da Emater Pará, Regional de Castanhal, PA

Thomas Jot Smyth

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas, professor do Departamento de Solos da Universidade Estadual de Carolina do Norte, EUA

Apresentação

Há mais de 20 anos, o Pará se destaca no cenário nacional como maior produtor de mandioca, com produção, em 2014, superior a 4,8 milhões de toneladas de raízes, respondendo por 60% da produção da região Norte e 21% da produção brasileira, mas com produtividade média de 14,7 t/ha, muito baixa considerando o excelente potencial da cultura.

Diversos fatores contribuem para a determinação dessa baixa produtividade que vem sendo constatada no estado, tais como: baixa fertilidade natural e elevada acidez dos solos, uso do fogo no preparo de área, baixo potencial produtivo e baixa tolerância às doenças do material genético utilizado pelos agricultores, baixo ou nenhum emprego de tecnologias no sistema de produção e elevado índice de incidência de podridão radicular. Também há necessidade de melhorias nas infraestruturas de casas de farinha e adoção de tecnologias agroindustriais para obtenção de produtos de melhor qualidade, com aumento da escala de produção, redução de custo e agregação de valor a novos produtos.

Acredita-se na possibilidade de “produzir sem devastar”, por se considerar que a disponibilidade de áreas já alteradas no Pará (aproximadamente 261 mil quilômetros quadrados) é suficiente para produzir os alimentos e fibras que necessitamos, sem ter que derrubar uma só árvore da floresta nativa remanescente. Além disso, os fatores determinantes da baixa produtividade nessas áreas, enumerados anteriormente, podem ser eliminados parcial ou totalmente, uma vez que existem tecnologias geradas pela pesquisa capazes de triplicar a produtividade de raízes de 14,7 t/ha para mais de 45 t/ha, com consequente aumento na produção de farinha e dos demais subprodutos da mandioca.

As tecnologias geradas constantes neste livro (novas cultivares, manejo e conservação de solo, sistemas de cultivo sem uso do fogo e mecanizado, manejo de pragas e de doenças, recomendação de calagem e adubação química e orgânica, consorciação e/ou rotação de culturas, procedimentos para fabricação de farinha e outros derivados e desenvolvimento de novos

produtos) necessitam chegar até o produtor rural para que o esforço despendido pela equipe de pesquisa, formada por 15 pesquisadores, sendo 12 da Embrapa Amazônia Oriental, transforme-se realmente em benefício para a sociedade.

Este livro contém tecnologias que visam o aumento da produtividade da mandioca e tecnologias agroindustriais para melhoria da qualidade de produtos no âmbito da agricultura familiar e deverá contribuir para o aumento da renda e da melhoria da qualidade de vida do meio rural paraense e da Amazônia.

Adriano Venturieri

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Prefácio

A Coletânea Cultura da Mandioca: Aspectos socioeconômicos, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria, organizada por Moisés de Souza Modesto Junior e Raimundo Nonato Brabo Alves, apresenta um conjunto de informações relevantes sobre uma cultura presente de norte a sul do País, principalmente entre os agricultores familiares.

O cultivo de mandioca assume papel preponderante na agricultura familiar ao contribuir para a segurança alimentar das famílias que vivem no meio rural, sendo consumida in natura ou na forma de farinha e de seus derivados, bem como ao possibilitar a geração de trabalho e renda por meio da venda do produto ou de seus derivados. O consumo da mandioca e seus derivados não se faz somente pelas famílias do meio rural, ele se estende aos lares das famílias urbanas brasileiras.

A importância dessa cultura no território nacional justifica o conjunto de textos que se propõe a abordar temas relevantes que vão desde a escolha da área para o plantio até a agroindustrialização do produto, distribuídos em 14 artigos. A cultura da mandioca, apesar de presente em todo o território nacional, não nos permite concluir que exista homogeneidade em suas práticas de produção e agroindustrialização. As regiões apresentam especificidades e, na presente obra, a região em destaque é o Norte do País.

O primeiro artigo, denominado *Aspectos Socioeconômicos da Cultura da Mandioca na Região Norte*, de Gisalda Carvalho Filgueiras e Alfredo Kingo Oyama Homma, propõe-se a apresentar um panorama da produção de mandioca no mundo, no Brasil e principalmente na região Norte, recebendo especial atenção o Estado do Pará. Indicadores da área cultivada, da produção, do preço da mandioca e da farinha, entre outros são contemplados no trabalho. Algumas das informações surpreendem o leitor, promovendo questionamentos sobre o futuro dessa cultura no Brasil. Entre os resultados, destaca-se a informação que o Brasil, em 2012, era o quarto maior produtor de mandioca do mundo e que, no período de 1990 a 2012, a área plantada no Brasil apresentou uma redução de 11,03%. O

estudo ainda revela que, entre as regiões brasileiras, Nordeste e Norte, no ano de 2013, foram responsáveis por 37,91% e 32,49% da área plantada, respectivamente, tendo a região Norte elevado a área cultivada nos últimos anos e apresentado desempenho em toneladas superior à região Nordeste.

Na sequência, o leitor encontra um conjunto de textos relacionados ao cultivo e aos aspectos técnicos e financeiros da cultura da mandioca. Textos que abordam a escolha e o preparo do solo, a calagem e a adubação, o manejo e a conservação do solo, o melhoramento genético, a produção em sistemas mecanizados e semimecanizados, as alternativas de consórcios e o manejo de pragas e doenças. O texto *Manejo e Conservação do Solo*, de Arystides Resende Silva, contempla uma discussão sobre a importância da conservação do solo, recurso natural renovável que precisa ser adequadamente manejado e conservado, apresentando métodos/práticas de prevenção relacionadas ao combate à erosão, utilizando práticas vegetativas, edáficas ou mecânicas, bem como um conjunto de práticas conservacionistas, como plantio em nível, cultivo de acordo com a capacidade do solo, roça sem fogo, controle do fogo, entre outros. Aborda também temas relacionados à escolha, preparo da área e conservação do solo para o plantio.

Na sequência, o texto *Melhoramento Genético da Mandioca para o Estado do Pará*, de Elisa Ferreira Moura Cunha e João Tomé de Farias Neto, trata de um conjunto de práticas de manejo do material genético que permitem garantir maior produtividade nos plantios de mandioca. Os autores classificam as variedades de mandioca em brava (que origina a farinha, o tucupi, a goma, entre outros) e mansa, macaxeira ou aipim (que é utilizada para consumo in natura). Evidenciam duas cultivares recomendadas para o Pará, pela Embrapa, BRS Poti e BRS Mari, cultivares que têm como diferencial a resistência à podridão-mole-da-raiz, doença que causa perda total nos plantios.

O texto *Produção de Mandioca em Roça sem Fogo e Trio da Produtividade*, de Moisés de Souza Modesto Júnior e Raimundo Nonato Brabo Alves, organizadores da presente coletânea, apresenta duas tecnologias de processos: uma relacionada à prática de preparo de área para o plantio sem o uso do fogo, denominada “Roça sem Fogo” e outra associada ao plantio e manejo, denominada “Trio da Produtividade da Mandioca”. Essas práticas, segundo os autores, podem aportar vantagens econômicas e ambientais e ser utilizadas por mais de 600 mil agricultores na Amazônia.

Os autores apresentam o passo-a-passo para a implementação das práticas mencionadas, bem como o custo para implantar 1 ha de lavoura utilizando a Roça sem Fogo e o Trio de Produtividade.

O texto *Calagem e Adubação para a Cultura da Mandioca*, de Manoel da Silva Cravo, Thomas Jot Smyth e Benedito Dutra Luz de Souza, a exemplo do segundo texto, menciona os cuidados necessários para a seleção de áreas para o plantio da mandioca. Além disso, descreve os principais tipos de solos utilizados para o cultivo no Estado do Pará e suas características físico-químicas. Descrevem a resposta, em termos de produtividade, do uso de calagem e adubação, evidenciando a importância da análise do solo para identificar as quantidades adequadas de nutrientes para atender às demandas da cultura.

O texto *Produção de Mandioca em um Sistema Semimecanizado no Município de Castanhal*, de Raimundo Nonato Brabo Alves, Moisés de Souza Modesto Júnior e Rosival Possidônio do Nascimento, tem por objetivo caracterizar o sistema de produção semimecanizado de mandioca no Município de Castanhal e apresentar os indicadores de rentabilidade. Os autores destacam que o preparo do solo e a adubação de base representam 28,62% dos custos de produção, o plantio e os tratamentos culturais representam 12,24% e 26,33%, respectivamente, e a colheita, 19,04%. A análise financeira da produção com o uso de um sistema semimecanizado permite concluir que este é viável.

O artigo *Parcagem*, de Raimundo Nonato Brabo Alves e Moisés de Souza Modesto Júnior, apresenta uma prática que contribui para a melhoria das características físico-químicas do solo, que consiste na aplicação localizada de esterco (bovino, bubalino, ovino, aves e outros) para fertilização do solo. Os autores realizam uma análise financeira dessa prática, para o ano de 2013, em dois sistemas de produção: o sistema "Parcagem e preparo de área com tração animal" e o sistema "Parcagem e preparo da área com a formação de leiras". Como resultado, ambos os sistemas apresentaram-se viáveis.

No texto *Produção Mecanizada de Mandioca e Alternativas de Consórcios*, de Manoel da Silva Cravo e Benedito Dutra Luz de Souza, os autores descrevem a sequência de atividades para o preparo e plantio da área totalmente mecanizada e seu respectivo manejo, sendo: uso da grade pesada, grade niveladora, seleção de manivas, plantio, controle de plantas daninhas,

calagem e adubação. Apresentam também alternativas de consórcio para a cultura da mandioca, dando especial atenção ao “Sistema Bragantino” utilizado no Estado do Pará, um sistema de produção alternativo ao derruba-e-queima, proposto por pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental e de outras instituições, que busca viabilizar soluções para o uso racional das áreas cultiváveis com a produção de mandioca, feijão-caupi, milho e arroz. Os autores mencionam que os impactos socioeconômicos e ambientais do sistema, avaliados em experimentos, apresentaram alta viabilidade agrônômica e econômica.

Os dois textos que dão sequência abordam as doenças e as pragas que afetam a cultura da mandioca. O texto *Manejo das Principais Doenças da Cultura da Mandioca no Estado do Pará*, de Célia Regina Tremacoldi, apresenta as principais doenças observadas na cultura da mandioca, com ênfase às detectadas no Estado do Pará, apresentando opções de manejo para seu controle e prevenção. Entre as doenças estão: a podridão radicular (podridão-mole e podridão-seca) – que segundo a autora é um dos fatores limitantes à produção de mandioca nas principais áreas produtoras da região Norte, em especial nos estados do Pará, Amazonas e Amapá –, a antracnose, o superalongamento, a ferrugem e a bacteriose. As medidas de controle às doenças também são contempladas no texto. Entre as sugestões de controle, a autora destaca a adoção de práticas culturais adequadas com o uso de cultivares e material propagativo resistentes. O segundo texto, *Manejo das Principais Pragas na Cultura da Mandioca*, de Aloyséia Cristina da Silva Noronha, complementa a proposta anterior ao apresentar informações sobre o manejo de insetos e ácaros que afetam a cultura da mandioca e menciona que os métodos de controle de pragas exigem um manejo integrado.

Os quatro textos que encerram a coletânea versam sobre a agroindustrialização da mandioca em farinha e em outros derivados. Abordam temas relacionados à rentabilidade das farinheiras, às questões sanitárias, que se apresentam como um dos grandes gargalos inerentes aos procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca nas agroindústrias artesanais, e, por fim, à necessidade de inovações de produtos produzidos à base de derivados da mandioca. O artigo *Rentabilidade de Farinheiras no Estado do Pará*, de Moisés de Souza Modesto Júnior e Raimundo Nonato Brabo Alves, apresenta resultados de pesquisa em três empreendimentos, dois de produção de farinha de mesa

e um de farinha de tapioca, sendo classificados em três tecnologias. Os empreendimentos de produção de farinha de mesa são representativos do processo de fabricação semiartesanal e semimecanizado na região Nordeste Paraense e a agroindústria de produção de farinha de tapioca, localizada na mesorregião metropolitana de Belém, destaca-se no arranjo produtivo pelas inovações apresentadas a partir da mudança do processamento manual para semimecanizado. Para os três casos, foram apresentadas as receitas operacionais, o ponto de equilíbrio, a margem de contribuição, a lucratividade e a taxa de retorno dos empreendimentos.

O texto *Boas Práticas de Fabricação de Farinha de Mandioca*, de Rosival Possidônio do Nascimento, evidencia a necessidade dos procedimentos higiênicos e sanitários em todo o fluxo de produção da farinha de mandioca. Inicialmente enfatiza a necessidade dos cuidados com a higiene pessoal dos trabalhadores e os cuidados com o destino final dos dejetos. Na sequência, descreve as etapas de fabricação da farinha, mencionando, em cada uma delas, os cuidados necessários para garantir um produto com qualidade destinado à alimentação humana.

O texto *Procedimentos de Fabricação dos Derivados de Mandioca: Recomendações para a Obtenção de Produtos Seguros e de Qualidade*, de Laura Figueiredo Abreu e Rafaella de Andrade Mattietto, a exemplo do texto anterior, aborda questões sanitárias relacionadas à agroindustrialização, tema relevante e que se apresenta como um dos grandes gargalos inerentes aos procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca, em especial nas unidades familiares, em todo o território nacional.

Finalizando a coletânea, o texto *Desenvolvimento de Produtos e Agregação de Valor à Mandioca*, de Ana Vânia Carvalho, apresenta um conjunto de novos produtos obtidos a partir da mandioca e uso de tecnologias de extrusão. Entre os produtos estão um cereal matinal à base de farinha de mandioca, enriquecido com concentrado proteico de soro do leite e um *snack*, produzido à base de farinha de pupunha e mandioca. A inovação de produtos não fica apenas na denominação, o texto contempla os procedimentos para a elaboração destes e de outros produtos à base de mandioca.

Por fim, parablenizo os organizadores e autores pela concretização desta coletânea e que me concederam o prazer de realizar a leitura, para elaboração deste, antes de sua publicação. A sociedade ganha

com os esforços dessa grande equipe, que produziu um conjunto de informações de extrema relevância para gestores públicos, pesquisadores, extensionistas e agricultores, pessoas que trabalham com e para a produção e agroindustrialização da mandioca.

Boa leitura!

Valdir Frigo Denardin

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento
Territorial Sustentável da Universidade Federal do Paraná

Sumário

CAPÍTULO 1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CULTURA DA MANDIOCA NA REGIÃO NORTE, **15**

Gisalda Carvalho Filgueiras

Alfredo Kingo Oyama Homma

CAPÍTULO 2. MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, **49**

Arystides Resende Silva

CAPÍTULO 3. MELHORAMENTO GENÉTICO DA MANDIOCA PARA O ESTADO DO PARÁ, **67**

Elisa Ferreira Moura Cunha

João Tomé de Farias Neto

CAPÍTULO 4. PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ROÇA SEM FOGO E TRIO DA PRODUTIVIDADE, **79**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

CAPÍTULO 5. CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA A CULTURA DA MANDIOCA, **97**

Manoel da Silva Cravo

Thomas Jot Smyth

Benedito Dutra Luz de Souza

CAPÍTULO 6. PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM UM SISTEMA SEMIMECANIZADO NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, **111**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

Rosival Possidônio do Nascimento

CAPÍTULO 7. PARCAGEM COMO MÉTODO DE FERTILIZAÇÃO DO SOLO PARA CULTIVO DA MANDIOCA, **123**

Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior

CAPÍTULO 8. PRODUÇÃO MECANIZADA DE MANDIOCA E ALTERNATIVAS DE CONSÓRCIOS, **139**

Manoel da Silva Cravo
Benedito Dutra Luz de Souza

CAPÍTULO 9. MANEJO DAS PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ, **161**

Célia Regina Tremacoldi

CAPÍTULO 10. MANEJO DAS PRINCIPAIS PRAGAS DA CULTURA DA MANDIOCA, **171**

Aloyséia Cristina da Silva Noronha

CAPÍTULO 11. RENTABILIDADE DE FARINHEIRAS NO ESTADO DO PARÁ, **187**

Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves

CAPÍTULO 12. BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA, **207**

Rosival Possidônio do Nascimento

CAPÍTULO 13. PROCEDIMENTOS DE FABRICAÇÃO DOS DERIVADOS DE MANDIOCA: Recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade, **223**

Laura Figueiredo Abreu
Rafaella de Andrade Mattietto

CAPÍTULO 14. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E AGREGAÇÃO DE VALOR À MANDIOCA, **243**

Ana Vânia Carvalho

CAPÍTULO 1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CULTURA DA MANDIOCA NA REGIÃO NORTE

Gisalda Carvalho Filgueiras

Alfredo Kingo Oyama Homma

INTRODUÇÃO

Uma das maiores heranças da civilização indígena foi o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), iniciado há 3.500 anos, possivelmente domesticada pelos tupis na Bacia Amazônica (ROOSEVELT et al., 1996). Como os indígenas descobriram que, a partir do tubérculo dessa planta, poderiam fabricar a farinha, além de outros subprodutos, constitui-se um mistério de inventos anônimos, traduzido em diversas lendas indígenas.

É interessante ressaltar que indígenas demonstravam que não conheciam a técnica do preparo de farinhas. Frikel (1959) cita que índios mundurucus fabricavam somente beiju, que segundo depoimento dos próprios índios, em tempos mais remotos, eram torrados em chapas de pedra. Com isso, pressupõe-se que o forno de preparo de farinhas feito de metal ou outro material é influência do homem civilizado (ALVES, 2001).

Cultura rústica, sem muitas exigências com tratos culturais, os tubérculos podem permanecer no solo e ser retirados à medida de suas necessidades. A farinha de mandioca constitui um produto pronto para ser consumido, transportado e armazenado, que influenciou poderosamente os destinos da civilização.

Essas razões levaram os portugueses a disseminá-la nos continentes africano e asiático, após o Descobrimento do Brasil, tornando-se, também, principal alimento nesses novos locais. Como consequência dessa primeira transferência de material genético do Novo Mundo, vários países como Nigéria, Tailândia, Indonésia, República Democrática do Congo, Gana e Angola são grandes produtores mundiais de mandioca, incorporando-a ao seu processo produtivo e de alimentação humana e animal.

A importância da cultura da mandioca pode ser dimensionada pelo fato de que, em 1824, quando o Imperador Dom Pedro I outorgou a Primeira Constituição do Brasil, estabeleceu-se que só podiam votar os indivíduos possuidores de renda superior ou igual a 150 alqueires de mandioca, daí o apelido de Constituição da Mandioca. Os deputados e senadores deveriam contar, também, com renda superior ou igual a 500 e 1.000 alqueires de farinha, respectivamente. Trata-se de uma grande área, o que indicaria a disponibilidade de muitos escravos.

O Pará é atualmente o maior produtor nacional dessa cultura, rivalizando com Paraná, Bahia, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, entre os maiores produtores. Tornou-se elemento comum da paisagem local, o deslocamento de dezenas de caminhões em direção a Belém e outros



centros urbanos, nas tardes de sexta-feira, trazendo colonos do Nordeste Paraense, para comercializar farinha nas manhãs de sábado em diversas feiras livres da cidade, e o seu retorno no sábado. Nas áreas produtoras do Nordeste Paraense, para a concretização da venda da farinha, as atividades iniciam a partir da metade da semana, envolvendo o arranquio da mandioca, o transporte, o descascamento, a ralação, a prensagem para a retirada do tucupi, a busca da lenha, a torrefação, a tintura, o ensacamento e a espera do caminhão que atende as comunidades. Dependendo do tipo de farinha a ser produzido (seca, d'água, mista, tapioca), da goma, do tucupi ou da folha para maniçoba, os caminhos podem ser diferentes. Muitas comunidades se orgulham pela qualidade e pela tradição de diversos produtos e subprodutos da mandioca.

Altamente intensiva em mão de obra, estima-se que, para cada 3 ha, empregam-se duas pessoas durante o ano, indicando que o cultivo da mandioca está gerando mais de 200 mil empregos, sendo talvez a maior fonte geradora de emprego no Estado do Pará (CONTO et al., 1997; HOMMA, 2000). A produção de farinha de mandioca varia entre 80 e 90 sacos de 60 kg.ha⁻¹, que são adquiridos pelos feirantes e revendidos na forma de litro. A comercialização em litros nas feiras transforma o saco de 60 kg em 100 L de farinha, apoderando-se de 400 g/kg. Isso indica que, se os produtores tivessem condições de revender a sua farinha diretamente para os consumidores, poderiam ampliar bastante sua lucratividade.

Apesar de ser um produto básico da alimentação na Amazônia, sobretudo das populações de baixa renda, sua importância não é correspondida em termos de apoio para esse segmento da pequena produção. Se remunerarmos os gastos de mão de obra, grande parte familiar ou em mutirão, utilizados na produção de farinha, com o valor do salário mínimo, verificar-se-á que mal cobre os custos de produção, não raras vezes apresentando lucro negativo. Esta é a razão pela qual determinados produtos agrícolas, como a fabricação de farinha, são de exclusividade da pequena produção, pela baixa lucratividade e por serem altamente intensivos em mão de obra. A alta de preços da farinha de mandioca, ocorrida em 2013, sinaliza o início de plantio em grande escala, seguindo o modelo do Estado do Paraná.

As pesquisas sobre orçamentos familiares no Brasil mostram que as famílias pobres chegam a gastar entre 70% e 80% de sua renda na aquisição de alimentos, enquanto para as famílias de classe média esse gasto está entre 30% e 40%. Isto mostra a importância da redução dos preços de alimentos no processo de redistribuição de renda para o País, no qual a farinha não



deixa de ser um componente importante. Para muitas famílias pobres, é o café da manhã, o almoço e o jantar.

Há várias políticas que precisam ser desencadeadas para auxiliar esses produtores que anonimamente vêm garantindo o abastecimento desse importante produto, tais como casas de farinha comunitárias, mecanização parcial no processo de fabricação da farinha, tratores e implementos agrícolas para atendimento coletivo e fertilizantes químicos para aumentar a produtividade, melhoria da qualidade e, sobretudo, infraestrutura social. Chama a atenção, contudo, a baixa produtividade no Pará (15,54 t/ha) e o cultivo em bases mais tecnificada no Paraná, atingindo 23,39 t/ha, indicando que seria possível aumentar a produção de farinha de 50% até 100%, com a atual área plantada, considerando a média do triênio 2010–2012.

Uma das grandes limitações dos atuais produtores de farinha no Nordeste Paraense refere-se à busca de lenha, que chega a participar entre 10% e 15% do custo de produção de farinha. As capoeiras do Nordeste Paraense, depois de dezenas de anos de queimadas e derrubadas sucessivas, já não conseguem produzir lenha suficiente para aquecer os fornos das casas de farinha. Isto obriga a busca de lenha ou de resíduos de serrarias em locais distantes. Os produtores de mandioca necessitam urgentemente ser estimulados a plantar árvores de rápido crescimento para assegurar estoque de lenha para produzir farinha.

A entrada de grandes supermercados, a partir da década de 1990, no circuito de comercialização de farinha em Belém eliminou parcialmente a questão de falta de higiene nas vendas em feiras livres. Um dos graves problemas, que foi alertado em 1993 pelo químico Dr. José Guilherme Soares Maia, então diretor do Museu Paraense Emílio Goeldi (1991–1995), refere-se ao uso de corantes industriais na fabricação de farinha, para dar tonalidade amarela e torná-la mais atrativa. A natureza desses corantes, muitas vezes de qualidade duvidosa, não tem recebido a devida atenção por parte dos consumidores.

A contribuição dos produtores de farinha paraense extrapola a dimensão estadual, uma vez que a farinha é exportada para outros estados da região Norte, como Amazonas e Amapá, e para a região Nordeste nas épocas críticas. Trata-se de uma secular agroindústria que, a despeito da pouca atenção dispensada, vem cumprindo com a sua função social com grandes potencialidades, se uma efetiva ação for dispensada no aproveitamento integral de seus subprodutos. Sem dúvida, a farinha é a maior invenção do indígena brasileiro.



A MANDIOCA NO MUNDO

Atualmente, a mandioca é a quarta cultura de produção de alimentos mais importante do mundo, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), principalmente na região tropical, pois sua raiz e demais subprodutos são consumidos por mais de 800 milhões de pessoas. Além disso, dos 242 países listados pela FAO (2013), 102 produziram a mandioca, correspondendo a 42,15% do total. Houve expansão da área colhida nos últimos 14 anos, em termos mundiais, já que a área colhida passou de 16.957.621 ha, em 2000, para 20.732.192 ha, em 2013. Isto importou numa variação positiva de 22,26% e uma taxa geométrica de crescimento de 1,64% ao ano, com 1% de significância estatística.

Ainda com relação à área colhida, em 2013, em ordem decrescente, tem-se os dez principais países, em mil hectares: Nigéria (3.850); República Democrática do Congo (2.200); Brasil (1.525); Tailândia (1.385); Angola (1.167); Indonésia (1.065); Tanzânia (950); Gana (870); Vietnã (544); Serra Leoa (510,00). Esses países responderam, em 2013, por 69,16% de toda a área colhida. Considerando outras variáveis, tais como área, produção e valor, em 2012, tem-se a Tabela 1.

Tabela 1. Produção (em toneladas) e valor (US\$ 1.000,00) dos 20 principais países produtores de mandioca, em 2012.

Ordem	País	Produção (t)	Valor (US\$ 1.000)	Participação (%)
1	Nigéria	54.000.000	5.641.002	22,0
2	Indonésia	24.177.372	2.448.829	9,8
3	Tailândia	29.848.000	2.212.526	12,2
4	República Democrática do Congo	16.000.000	1.654.693	6,5
5	Gana	14.547.279	1.519.652	5,9
6	Brasil	23.044.557	1.203.651	9,4
7	Angola	10.636.400	1.111.110	4,3
8	Moçambique	10.051.364	1.049.995	4,1
9	Vietnã	9.745.545	1.018.048	4,0
10	Índia	8.746.500	848.24	3,6
	Subtotal	200.797.017	18.707.745	81,8
	Resto dos 10 maiores	44.693.605	4.555.535	18,2
	Total dos 20 maiores produtores	245.490.622	23.263.280	100,0

Fonte: FAO (2014).

Com uma área colhida de mais de 3 milhões de hectares, a Nigéria destaca-se como principal produtora, em termos de quantidade (54 milhões de toneladas) e valor (US\$ 5,6 bilhões). O Brasil destaca-se como o quarto maior produtor, em 2012, com 23,04 milhões de toneladas, embora seja o terceiro no ranking de área colhida, em 2013. Percebe-se que os dez países que mais produzem, em toneladas, respondem por 81,8% da produção e os dez outros maiores produzem juntos 18,2%, totalizando portanto os 100%. No que se refere a valor, o Brasil ficou na sexta posição. Com relação à produtividade, a média entre 2000 e 2013 encontra-se na Figura 1.

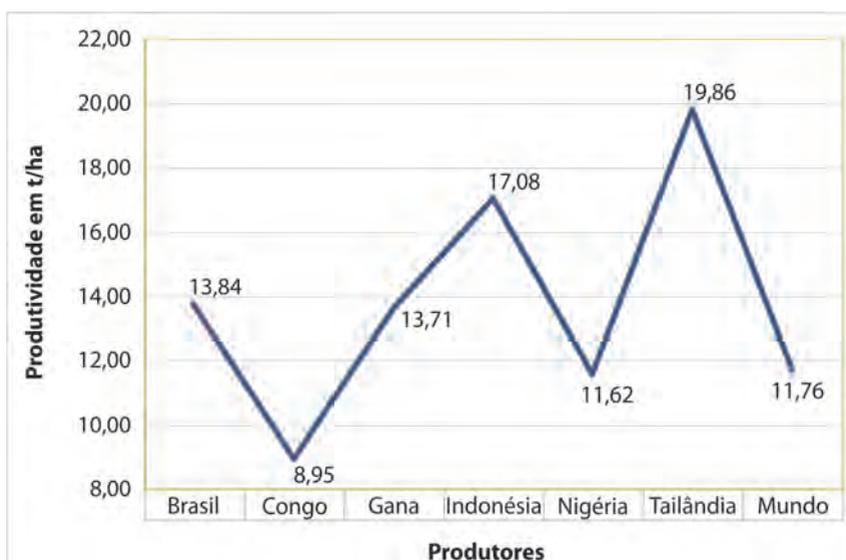


Figura 1. Média da produtividade dos seis maiores produtores, comparada com a média mundial, entre 2000 e 2013, em toneladas por hectare.

Fonte: FAO (2014).

A produtividade da mandioca é um dos grandes problemas para se avançar na produção dessa raiz. A média da produtividade do mundo foi de aproximadamente 12 t/ha, e a maior foi registrada para a Tailândia (19,86 t/ha), seguida da Indonésia (17,08 t/ha). A menor produtividade é de Congo (8,95 t/ha), que, assim como a Nigéria (11,62 t/ha), possui média inferior à registrada pelo mundo no período de 2000 a 2013. Pode-se dizer que o Brasil está estagnado no patamar de 13 a 14 t/ha. Para melhor entendimento da produtividade (toneladas/hectare), calculou-se as taxas geométricas de crescimento, conforme demonstrado na Tabela 2.



Tabela 2. Taxa geométrica de crescimento (TGC) da produtividade dos principais países produtores de mandioca, no período de 2000 a 2013.

Descrição	Brasil	Congo	Gana	Indonésia	Nigéria	Tailândia	Mundo
TGC (%)	0,31	-1,97	2,65	4,60	3,06	1,78	1,94
Teste t ⁽¹⁾	(2,419)	(-1,939)	(7,096)	(30,446)	(12,002)	(3,161)	(21,650)
Significância	5%	10%	1%	1%	1%	1%	1%

⁽¹⁾ Teste t é um teste paramétrico para uma amostra baseado no modelo de distribuição de Student e geralmente efetuado para amostra de pequeno tamanho ($n \leq 30$) (HOFFMANN, 2006).

De fato, o Brasil, em 14 anos, permaneceu com uma produtividade média próximo de 14 t/ha. Sua TGC foi de menos de 1%, com significância estatística de 5%, portanto, menor que a taxa para a produtividade mundial de 1,94% ao ano. A República Democrática do Congo decresceu com sua produtividade (-1,97% ao ano). Por sua vez, a maior taxa de produtividade foi da Indonésia, com 4,60% ao ano e 1% de significância estatística. Essa produtividade justifica a média em mais de 17 t/ha, visualizada na Figura 1.

A MANDIOCA NO BRASIL

A cultura da mandioca é largamente cultivada em todo o território brasileiro, de norte a sul. Entretanto, isto se deve ao fato de ser uma cultura explorada, em sua maioria, pelo segmento de pequenos produtores. Na Tabela 3, tem-se as principais variáveis que mostram a dinâmica dessa cultura no período de 1990 a 2012.

Em termos de área plantada, houve decréscimo, pois esta teve uma variação negativa de 11,03%, entre os anos final (2012) e inicial (1990). Tanto assim, a taxa geométrica de crescimento anual (TGC) foi decrescente em 14,09%, mas não teve significância estatística (Tabela 3). De tal modo, seguiu o mesmo comportamento a área colhida (ha), que decresceu de 1.938 mil hectares (1990) para 1.692 mil hectares (2012), embora a TGC tenha sido menor (-5,87 % ao ano) quando comparada à área plantada.

Com relação à produtividade, no período de 1990 a 2012, a média foi de 13.281 kg/ha. Além disso, esta cresceu no período 0,71% ao ano, com significância estatística de 1%. Do mesmo modo, a produção evoluiu, com TGC bem próxima (0,64% ao ano) e significância estatística de 1%.

Ainda vale destacar que, apesar da importância alimentar da mandioca, a importância relativa da área plantada vem decrescendo, pois, apesar de o total de todas as lavouras temporárias em 1990 ser de 45.980.738 ha, a participação da mandioca era de 4,30% do total, ou seja, 1.975.643 ha.

Em 2013, essa participação caiu para 2,35%, ou seja, 1.560.263 ha de um total de lavouras temporárias plantadas de 66.406.024 ha.

Tabela 3. Principais variáveis da cultura de mandioca no Brasil, no período de 1990 a 2012.

Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento (kg/ha)	VBP (R\$ 1.000) ⁽¹⁾
1990	1.975.643	1.937.567	24.322.133	12.552,92	-
1995	2.010.471	1.946.163	25.422.959	13.063,12	10.202.236
2000	1.736.680	1.709.315	23.044.190	13.481,54	6.775.062
2005	1.929.672	1.901.535	25.872.015	13.605,86	5.998.949
2010	1.817.055	1.789.769	24.967.052	13.949,87	8.055.096
2012	1.757.734	1.692.986	23.044.557	13.611,78	7.885.089
Estatística descritiva (1990 a 2012)					
Média	1.823.274	1.762.567	23.422.105	13.281	7.185.567
Desvio-padrão	137.952,15	132.481,81	2.338.821,48	743,36	942,85
Coef. variação (%)	7,57	7,52	9,99	5,6	13,62
TGC	-14,09	-5,87	0,64	0,71	-0,22
Teste t	(-0,704)	(-0,289)	(2,040)	(6,799)	(-0,377)
Nível de significância	n.s	n.s	10%	1%	n.s

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014).

Mas, o bom dessa produção diz respeito ao Valor Bruto da Produção (VBP), com média de R\$ 7.186 milhões, embora o preço por tonelada tenha se mostrado decrescente, pois, em 1995, a tonelada registrou o maior valor (R\$ 401,30/tonelada). Em 2012, esse preço ficou em R\$ 342,17/tonelada (Figura 2).

Ainda relativo à Figura 2, visualiza-se que o menor preço da série foi em 2005, quando o preço da tonelada foi de apenas R\$ 231,87. Com relação à participação das regiões brasileiras que entram na composição da exploração da cultura de mandioca, tem-se a Figura 3, que demonstra a área plantada destas em relação ao total do País.

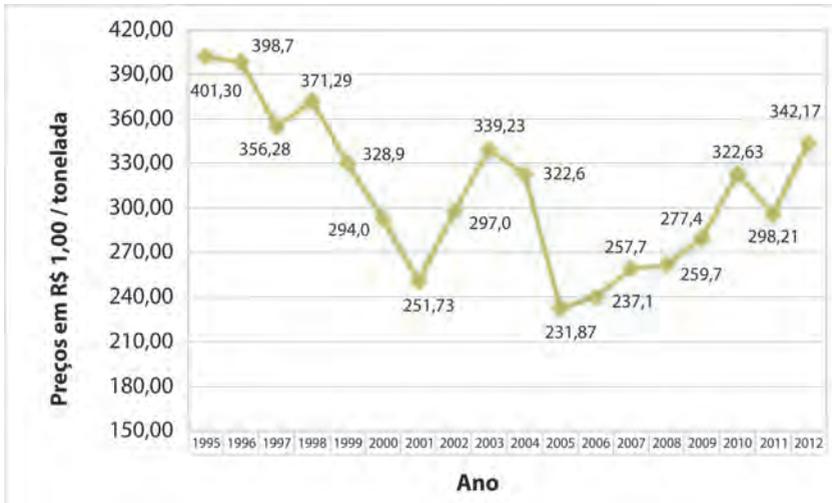


Figura 2. Comportamento do preço da mandioca, entre 1995 e 2012, em R\$1,00/tonelada.
Fonte: adaptado de IBGE (2014).

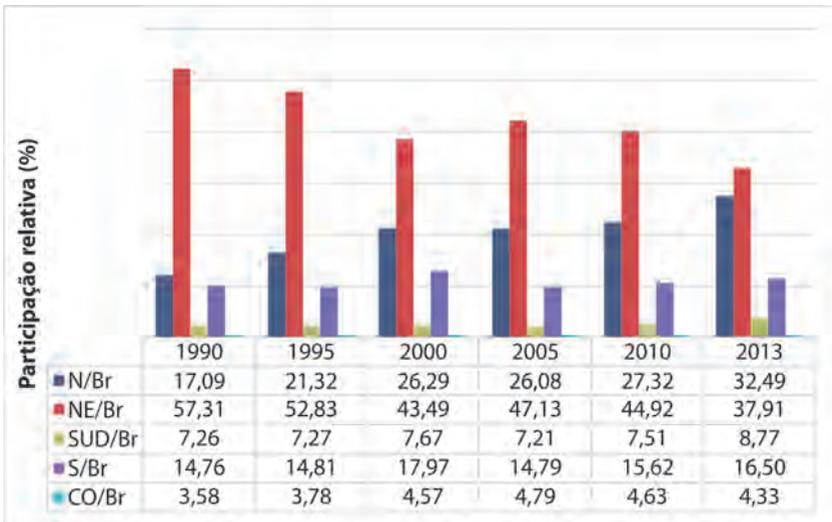


Figura 3. Participação das regiões brasileiras na área plantada de mandioca, em 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2013 (Valores atualizados pelo IGP-DI, 2012=100).
Fonte: adaptado de IBGE (2014b).

A região Nordeste é a que registra maior área plantada desde os anos 1990, embora venha reduzindo com o passar dos anos. A região Norte, por sua vez, vem aumentando, ao longo dos tempos, sua área plantada, tanto que de 17,09% nos anos 1990 chegou em 32,49% em 2013. A região Centro-Oeste mostra-se praticamente estagnada na expansão de área plantada, pois não chega a 5% sua área de plantio da mandioca em relação ao Brasil, sendo, portanto, a menor área. As regiões Sudeste e Sul somadas possuem uma área plantada em relação ao Brasil de mais de 20%. No aspecto de produtividade (Figura 4), medida expressa em kg/ha, a situação difere entre as regiões. Tem-se que a maior produtividade é da região Sul, cuja média no período em análise (1990 a 2012) foi de 18.852 kg/ha. Na sequência, tem-se a região Sudeste, com média de 16.629 kg/ha. Percebe-se que o Pará, nessa variável, ficou com média inferior à da região Centro-Oeste, tendo o primeiro 14.090 kg/ha e o segundo 16.026 kg/ha, entre os anos de 1990 e 2012. Finalmente, apesar de maior área plantada, a região Nordeste teve o registro de menor produtividade, apenas 10.188 kg/ha, no período em análise.

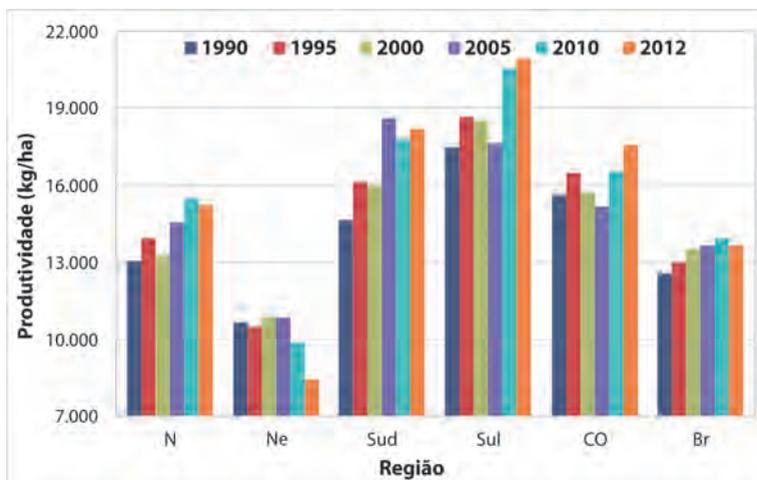


Figura 4. Produtividade da cultura da mandioca nas regiões brasileiras, no período de 1990 a 2012. Fonte: adaptado de IBGE (2014).

Atende-se, ainda, que a produtividade da região Norte chega a superar a do Brasil e somente a região Nordeste registra produtividade média inferior à do País. Na Tabela 4, visualiza-se a evolução do Valor Bruto da Produção (VBP) da raiz da mandioca, por regiões.



Tabela 4. Valor Bruto da Produção (VBP) da raiz da mandioca, nas regiões brasileiras, nos anos de 1995, 2000, 2005 e 2012 (R\$ 1.000,00)⁽¹⁾.

Ano	VBP NO ⁽²⁾	VBP NE ⁽³⁾	VBP SUD ⁽⁴⁾	VBP SUL	VBP CO ⁽⁵⁾
1995	2.837.113	2.997.711	1.698.503	2.036.950	631.959
2000	1.399.913	2.105.319	793.789	1.950.742	525.301
2005	1.413.053	1.506.437	910.191	1.621.201	548.067
2010	2.426.459	1.731.832	903.003	2.406.777	587.023
2012	2.461.910	1.945.575	902.585	2.000.697	574.322
Média	1.743.484	2.082.450	924.084	1.888.196	547.353
Desvio-padrão	461.790,54	410.408,07	207.943,43	241.260,10	84.647,47
Coeficiente de variação (%)	26,49	19,71	22,50	12,78	15,46
TGC	0,97	-2,2	-0,77	0,5	1,81
Teste t	0,844	-3,005	-0,897	0,808	2,761
Nível significância	n.s	1%	n.s	n.s	5%

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, 2012-100.

⁽²⁾ Norte.

⁽³⁾ Nordeste.

⁽⁴⁾ Sudeste.

⁽⁵⁾ Centro-oeste.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

No que se refere ao VBP, a média da região Nordeste foi superior às demais, embora tenha decrescido a uma taxa anual de 2,2% ao ano, com significância estatística a 1%. O Sudeste também gerou um VBP médio considerável, R\$ 1,89 milhão. A região Norte registrou um valor também superior a R\$ 1,74 milhão, entretanto, não chegou ao patamar registrado em 2005. Excetuando-se o Nordeste e o Centro-Oeste, que tiveram taxas com significância estatística, as regiões Norte, Sudeste e Sul mostraram que decresceram seus valores, comparativamente a 1995.

Na Figura 5, tem-se a quantidade produzida (em toneladas) de mandioca pelas regiões brasileiras. A região Nordeste possuía maior área e produção de mandioca, mas, nos dois últimos anos, a região Norte supera, em termos de quantidade produzida, aquela região.

Portanto, a supremacia da região Nordeste na produção da raiz da mandioca está relacionada à sua área plantada, mas sua produção, em milhões de toneladas, perde para a região Norte, a maior produtora de mandioca nos anos de 2012 e 2013, conforme a Figura 5.

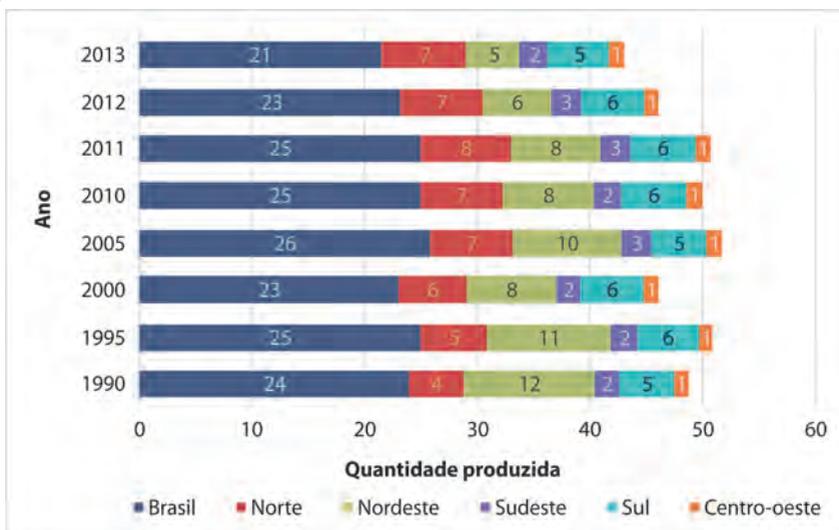


Figura 5. Quantidade produzida, em um milhão de toneladas, da mandioca pelas regiões brasileiras, em diversos anos.

Fonte: adaptado de IBGE (2014b).

A MANDIOCA NA REGIÃO NORTE

A região Norte é composta de sete estados (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), com área de 3.853.577 km², uma população estimada, em 2013, conforme o IBGE (2014), de 16.983.484 habitantes e densidade demográfica de 31 hab./km². Além disso, a participação do PIB dessa região em relação ao Brasil cresceu 20,17%, passando de R\$ 135.501.355 mil, em 2000, para R\$ 231.383.089 mil, em 2012, em valores reais, atualizados pelo IGP-DI, base 2012 igual a cem.

Ao contrário do que vem acontecendo no País, a área de plantio da mandioca na região Norte tem uma participação quase constante e bem representativa (mais de 20%), conforme a Tabela 5.

Assim, a cultura específica de mandioca de 337.553 ha plantados, em 1990, atinge 556.927 ha, em 2013, uma variação positiva de 50,18% nesse período. Percebe-se que a totalidade de lavoura temporária também se expandiu, com variação de 65,92%, tudo isto decorrente também do crédito do FNO, que tem impulsionando a dinâmica agropecuária como um todo.



Tabela 5. Área plantada na região Norte com lavouras temporárias e com mandioca, em diferentes períodos.

Ano	Norte		Participação (%)
	Total	Mandioca	
1990	1.505.923	337.553	22.42
1995	1.974.329	428.557	21.71
2000	2.053.739	456.546	22.23
2005	2.490.352	503.222	20.21
2010	2.220.921	496.352	22.35
2013	2.498.636	506.927	20.29

Fonte: adaptado de IBGE (2014b).

Em 2013, em valores correntes, o VBP da região Norte gerou R\$ 8.988.223 mil, dos quais a mandioca contribuiu com R\$ 3.768.194 mil, ou seja, 41,92% do total do VBP. Isto revela a importância dessa cultura na dieta alimentar dos nortistas, principalmente relativa a produtos como farinha de tapioca, goma, farinha de mesa, tucupi, fécula (polvilho), etc. Suas folhas também são usadas na culinária, além de servir para ração e ser insumo de indústria. Destaca-se que, na região Norte, essa cultura é largamente produzida pelos pequenos produtores, por isso é plantada nos municípios dos sete estados da região Norte, que possui a maior produção brasileira.

Ademais, vale ressaltar que um dos fatores importantes para a manutenção da exploração da cultura da mandioca na região Norte tem sido o crédito destinado a essa atividade, via Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) (Tabela 6), que ao longo dos anos tem concedido financiamento para os mini e pequenos produtores de alimentos como a raiz da mandioca.

Durante 14 anos, o Banco da Amazônia fomentou, via crédito do FNO, a dinâmica da produção da cultura de mandioca e, para tanto, investiu nos sete estados nortistas o valor aproximado de R\$ 283 milhões, o que correspondeu a 2.131 contratos/operações, com média de R\$ 132,70 mil/operação. Esse financiamento teve uma TGC de 13,15% e 10,97% ao ano de valores e operações, respectivamente, todos dois com significância estatística de 1%. Além disso, verifica-se que o ano mais financiado foi 2012, com R\$ 41 milhões, compatibilizando com o maior número de contratações (224).

Tabela 6. Créditos do FNO concedidos na região Norte para a atividade de mandiocultura, base: 2000 a 2013.

Ano	Valores (R\$ 1.000) ⁽¹⁾	Operações	Média
2000	14.179,61	76	186,57
2001	3.819,78	46	83,04
2002	3.729,52	75	49,73
2003	9.275,50	89	104,22
2004	30.033,73	143	210,03
2005	13.660,93	135	101,19
2006	15.476,78	159	97,34
2007	28.268,99	183	154,48
2008	24.189,16	201	120,34
2009	34.018,45	206	165,14
2010	23.527,25	203	115,90
2011	16.704,13	189	88,38
2012	41.687,44	224	186,10
2013	24.217,37	202	119,89
Total	282.788,64	2.131	132,70
Média	20.199,19	152,21	-
TGC (%)	13,15	10,97	-
Teste t	(3,343)	(6,539)	-
Nível significância	1%	1%	-

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de Banco da Amazônia (2014).

Ademais, as produções dos estados da região Norte são descritas na sequência, exceto o Pará, que será discriminado isoladamente, dado ser o maior produtor de mandioca no País.

O Estado do Acre tem como capital Rio Branco, possui 22 municípios, área de 164.123,06 km² e densidade populacional de 4,47 hab./km². Sua população, em 2010, era 733.559 habitantes e o PIB foi de R\$ 11.074.454,28. Os dados relativos à produção de mandioca no Acre estão na Tabela 7.

A produção de mandioca no Estado do Acre teve variação positiva em todas as variáveis (área plantada, colhida, produção, rendimento e valor bruto da produção), com maior destaque para a quantidade produzida, pois de 395 mil toneladas, em 1995, atingiu 939 mil toneladas, em 2013. Sua produtividade é muito boa, aproximando-se do Paraná, em torno de 20 mil toneladas.



Tabela 7. Dados da produção da mandioca no Acre, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 - 1995
Área plantada (ha)	21.621	21.107	31.259	41.108	44.409	105,40
Área colhida (ha)	21.477	21.107	29.079	40.698	43.865	104,24
Produção (t)	395.380	355.779	563.919	849.667	939.178	137,54
Rendimento (kg/ha)	18.409	16.856	19.393	20.877	21.411	16,30
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	274.190,73	223.701,59	161.499,48	326.873,95	352.726,74	28,64

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

Ademais, em 2013, a área plantada com lavoura temporária no Acre foi de 118.489 ha e a área da mandioca para o mesmo ano foi de 44.409 ha, portanto, uma participação relativa de 37,49%.

Quanto ao crédito do FNO para esse estado, importou em R\$12.644,42 mil, no período de 2000 a 2013, com 133 operações contratas, e a participação desse crédito no total em relação à região Norte foi de apenas 4,47%.

Macapá é a capital do Estado do Amapá, cujo território contém 15 municípios, com área de 142.828,54 km². A população, em 2010, era de 669.526 habitantes, com densidade demográfica de 4,69 hab./km². O PIB nesse ano foi de R\$ 11.983.368,50. A Tabela 8 revela a produção de mandioca nesse estado.

Assim como o Acre, o Amapá teve uma variação positiva na produção da mandioca entre 1995 e 2013, sendo a maior para a produção (348,47%), seguida da área colhida (298,99%). O rendimento é bem baixo e teve menor variação no período (12,40%). Do total de área plantada com lavoura temporária, em 2013, cerca de 24.280 ha, 11.902 ha foram plantados com a mandioca, isto correspondeu a uma participação relativa de 49,02%. Além disso, o crédito para mandiocultura no período de 2000 a 2013, para o Amapá, foi de R\$ 3.697,03 mil, via FNO, com 72 operações e esse estado teve a menor participação desse crédito com o total da região Norte, ínfimos 1,31%.

Tabela 8. Dados da produção da mandioca no Amapá, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 - 1995
Área plantada (ha)	3.020	5.210	8.160	11.500	11.902	294,11
Área colhida (ha)	2.970	5.000	7.535	11.152	11.850	298,99
Produção (t)	30.040	47.500	80.060	138.254	134.720	348,47
Rendimento (kg/ha)	10.114	9.500	10.625	12.397	11.369	12,40
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	53.904,73	49.865,21	64.173,89	93.164,67	64.587,96	19,82

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

O Estado do Amazonas, cuja capital é Manaus, contou, em 2010, 3.483.985 habitantes. O estado possui 62 municípios e extensão territorial de 1.559.159 km², com densidade demográfica de 2,23 hab./km² e PIB de 2010 de R\$ 104.668.216, 22. A produção de lavoura temporária no Estado do Amazonas é demonstrada na Tabela 9.

Tabela 9. Dados da produção da mandioca no Amazonas, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 - 1995
Área plantada (ha)	35.930	95.256	91.280	89.368	95.991	167,16
Área colhida (ha)	35.029	94.942	91.190	68.369	80.894	130,93
Produção (t)	446.497	957.434	876.875	778.217	940.975	110,75
Rendimento (kg/ha)	12.746	10.084	9.616	11.383	11.632	-8,74
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	246.142,91	380.197,32	245.870,36	425.263,57	631.085,17	156,39

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

A variação da produção de mandioca no Amazonas foi positiva, exceto para o rendimento que de 12.746 kg/ha, em 1995, caiu para 11.632 kg/ha, em 2013. Portanto, uma variação negativa de 8,74%. Apesar disso, o VBP variou 156,39% nos anos analisados. Visualiza-se, também, que o maior incremento foi na área plantada, com variação de 167,16%. Do total de 135.550 ha de lavoura temporária em 2013, 95.991 ha foram com plantio de mandioca, ou seja, participação de 70,82%.



O Amazonas, em termos de valor, teve a segunda maior participação de crédito para a mandiocultura em relação à região Norte (21,20%), via FNO, R\$ 59.963,60 mil, com 263 contratos no período de 2000 a 2013.

Rondônia, cuja capital é Porto Velho, ostenta uma área de 237.590,56 km². Atualmente possui 52 municípios e, em 2010, sua população era de 1.562.409 habitantes, com densidade demográfica de 6,58 hab./km². O PIB foi de R\$ 33.768.757,91. Verificam-se na Tabela 10 os dados de produção de mandioca em Rondônia.

Rondônia, comparativamente aos demais estados da região Norte, decresceu em todos os sentidos sua produção de mandioca, de forma considerável, sendo a maior queda na produção (toneladas), pois de 708.605 t, em 1995, registrou apenas 446.724 t, em 2013, uma variação negativa de 36,96%. Por isso, seu VBP reduziu em 23,31%, conforme se vê na Tabela 10. Do total de área plantada em lavoura temporária (447.793 ha), em 2013, apenas 28.403 ha foram plantados com mandioca, ou seja, 6,34% do total. Logo, houve considerável perda de importância dessa cultura no Estado de Rondônia.

Tabela 10. Dados da produção da mandioca no Rondônia, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 - 1995
Área plantada (ha)	41.755	15.973	28.287	29.774	28.403	-31,98
Área colhida (ha)	41.755	15.973	28.287	29.192	28.288	-32,25
Produção (t)	708.605	247.401	488.493	505.004	446.724	-36,96
Rendimento (kg/ha)	16.971	15.489	17.269	17.299	15.792	-6,94
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	380.135,85	50.038,17	132.049,76	279.111,02	291.515,47	-23,31

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

A participação do crédito do FNO de Rondônia em relação à região Norte foi de 2,02%, com 95 contratações no período de 14 anos (2000 a 2013), no valor de R\$ 5.700,36 mil.

Roraima tem como capital Boa Vista e apenas 15 municípios, com população de 450.479 habitantes, base 2010, a densidade demográfica foi de 2,01 hab./km². A área total desse estado é de 224.300,51 km² e registrou um PIB de R\$8.411.543,42, base 2010. As demais informações da produção de mandioca em Roraima constam na Tabela 11.

A evolução da produção de mandioca em Roraima foi positiva ao longo do período em análise, sendo a menor variação do VBP, pois registrou variação positiva de apenas 1,07%. O rendimento (kg/ha) teve variação positiva de 26,46%, tendo havido, em 2013, um salto de uma média de um pouco mais de 13 mil toneladas para mais de 17 mil toneladas (Tabela 11).

Tabela 11. Dados da produção da mandioca no Roraima, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Varição (%) 2013 – 1995
Área plantada (ha)	4.000	4.700	6.210	6.251	8.225	105,63
Área colhida (ha)	4.000	4.500	5.800	5.797	8.032	100,80
Produção (t)	55.268	58.500	77.190	77.119	140.342	153,93
Rendimento (kg/ha)	13.817	13.000	13.309	13.303	17.473	26,46
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	91.385,89	45.991,93	39.704,72	39.912,27	92.367,91	1,07

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

O financiamento via FNO para a mandiocultura em 14 anos para Roraima foi de R\$ 5.700,36 mil, com 54 contratações. Em relação ao financiamento total da região Norte, a segunda menor participação foi desse estado, com 1,96%, acima apenas do Amapá, que teve a menor participação (1,31%).

Palmas é a capital de Tocantins, registra uma área de 277.720,54 km² e possui 139 municípios, com uma população de 1.383.445 habitantes e densidade demográfica de 4,98 hab./km², em 2010 e PIB de 22.460.825,76. As demais informações sobre a produção de mandioca estão na Tabela 12.

As áreas plantadas e colhidas com mandioca cresceram em Tocantins, com variações positivas de 21,81% e 33,18%, respectivamente. A quantidade (em toneladas) foi de 24,06% e de 22,17% para o VBP. O rendimento teve decréscimo de 6,85%, passando de 16.709 kg/ha, em 1995, para 15.564 kg/ha. A área com lavoura temporária plantada, em 2013, foi de 834.257 ha e foram



Tabela 12. Dados da produção da mandioca no Tocantins, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 – 1995
Área plantada (ha)	12.886	12.043	21.500	20.869	15.697	21,81
Área colhida (ha)	11.786	12.023	17.694	18.612	15.697	33,18
Produção (t)	196.934	178.482	335.027	337.026	244.312	24,06
Rendimento (kg/ha)	16.709	14.845	18.934	18.108	15.564	-6,85
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	31.478,88	26.332,02	43.217,11	46.373,59	38.458,66	22,17

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

plantados com mandioca apenas 15.697 ha, ou seja, uma participação relativa de apenas 1,88%, revelando pouca importância dessa cultura em Tocantins, que é o maior produtor de soja da região Norte.

Grande percentagem do desmatamento no Pará, maior produtor de mandioca na região norte, é compensada pela cobertura florestal dos estados do Amapá e Amazonas, maiores importadores de farinha de mandioca do Estado do Pará.

Quanto ao crédito do FNO para a expansão da mandiocultura, Tocantins teve a terceira maior participação em termos de valor (17,53%), comparativamente ao total concedido à região Norte, com R\$ 49.566,64 mil e 620 operações, entre 2000 e 2013.

A MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ

A região Norte é a maior produtora de mandioca do Brasil, em termos quantitativos (produção em toneladas), superando a produção da região Nordeste, que desde 1990 era a maior produtora, tanto em área plantada quanto em quantidade produzida, conforme demonstrado anteriormente na Figura 5. Nos anos de 2012 e 2013, a produção da região Norte girou em torno de 7 milhões de toneladas, contra 6 e 5 milhões de toneladas da região Nordeste. Esse resultado da região Norte se deve ao Estado do Pará, o maior produtor dessa região, uma vez que sua participação na composição da produção regional supera os 60%, conforme se confere na Tabela 13.

O Estado do Pará possui dinâmica própria na agricultura brasileira, pois se destaca como maior produtor de dendê, pimenta-do-reino e, além dessas culturas, tem grande importância na produção de coco-da-baía e cacau. O rebanho bovino, entre 2010 e 2013, variou positivamente em torno de 8,69%, pois passou de 17,6 milhões de cabeça, em 2010, para 19,2 milhões de cabeça, em 2013 (IBGE, 2014a), portanto, mais do que o Brasil (1,06%) e a região Norte (6,19%) nessa categoria e no mesmo período. O mais recente destaque foi justamente para a produção da raiz da mandioca, que, como foi destacado, em 2012 e 2013, teve como maior produtor o Pará (Tabela 13).

Tabela 13. Produção, em toneladas, da raiz da mandioca nos estados da região Norte, nos anos de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2013.

Estado	1995	2000	2005	2010	2013
Rondônia	708.605	247.401	488.493	505.004	446.724
Acre	395.380	355.779	563.919	849.667	939.178
Amazônia	446.497	957.434	876.875	778.217	940.975
Roraima	55.268	58.500	77.190	77.119	140.342
Pará	3.592.740	4.079.152	4.797.757	4.596.083	4.621.692
Amapá	30.040	47.500	80.060	138.254	134.720
Tocantins	196.934	178.482	335.027	337.026	244.312
Total região Norte	5.425.464	5.924.248	7.219.321	7.281.370	7.467.943
Participação (%) PA/Norte	66,22	68,86	66,46	63,12	61,89

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

Em termos de perfil socioeconômico, o Pará possui como capital a cidade de Belém. Atualmente conta com 144 municípios distribuídos numa área de 1.247.954,71 km², divididos em seis mesorregiões e 22 microrregiões. Sua população, em 2010, era de 7.581.051 habitantes, o que correspondeu a uma densidade demográfica de 6,58 hab./km². Em 2012, o PIB do Pará foi de 91,01 bilhões¹ em valores reais, relativos aos 143 municípios, pois o mais novo (Mojuí dos Campos) ainda não entrou nessa estatística (IBGE, 2014b). Nesse contexto, as variáveis da cultura da mandioca estão na Tabela 14, correspondente ao Estado do Pará como um todo.

¹ Valores corrigidos pelo IGP-DI, base 2012=100.



Tabela 14. Dados da produção da mandioca no Pará, em diferentes anos.

Descrição	1995	2000	2005	2010	2013	Variação (%) 2013 - 1995
Área plantada (ha)	309.345	302.257	316.526	297.482	302.300	-2,28
Área colhida (ha)	272.931	293.187	316.426	296.732	302.300	10,76
Produção (t)	3.592.740	4.079.152	4.797.757	4.596.083	4.621.692	28,64
Rendimento (kg/ha)	13.164	13.913	15.162	15.489	15.288	16,14
VBP (mil reais) ⁽¹⁾	1.759.874	623.787	726.537	1.215.755	2.081.473	18,27

⁽¹⁾ Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100.

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

Pela Tabela 14, observa-se que houve variação negativa de 2,28% na área plantada, entre os anos em análise (2013 e 1995). A variação maior foi para produção, em toneladas, que passou de 3,6 milhões para 4,6 milhões, no último ano. Isto correspondeu a 28,64% a mais em quantidade produzida. Na sequência, tem-se que o VBP também variou positivamente em 18,27%. Em 2013, o VBP da raiz da mandioca entrou na composição do VBP total da lavoura temporária em mais de R\$ 2,01 bilhões em 2013.

Do total da área plantada com lavoura temporária em 2013 (888.383 ha), 302.300 ha foram destinados ao plantio com a cultura da mandioca, ou seja, 34,03% ou um terço da área.

O Estado do Pará foi o mais financiado com crédito do FNO para a atividade da mandiocultura, entre 2000 e 2013, em relação aos demais estados da região Norte, com 51,51%. Só o Banco da Amazônia concedeu R\$ 145.669,45 mil relativos a 894 operações. Tudo isso justifica que, em 2012 e 2013, o Pará ostente a maior produção (em toneladas), entre os maiores produtores, até mesmo em nível nacional.

Com relação às mesorregiões, tem-se a Tabela 15, na qual observa-se que a maior área colhida encontra-se no Nordeste Paraense, cuja média no período de 1990 a 2013 foi de 125.092 ha, seguida pela mesorregião do Baixo Amazonas, com 59.836 ha de média de área colhida. Visualiza-se que essa mesorregião teve evolução crescente na sua área colhida de 1990 até 2013. O Sudeste Paraense vem diminuindo sua área colhida ao longo dos anos, saindo de um patamar de 92.670 ha (1990) para 38.920 ha em 2013.

As mesorregiões do Marajó, Metropolitana de Belém e Sudoeste Paraense ficaram praticamente num mesmo patamar ao longo dos anos, com relação à área colhida. Esta foi mais inconstante no período analisado para o Nordeste Paraense, por isso o seu desvio-padrão é o maior de todas as demais mesorregiões (18.729 ha), mostrando que essa variável flutua muito ao longo do tempo.

Tabela 15. Área colhida da mandioca, em hectares, nas seis mesorregiões paraenses, em vários anos.

Ano	Baixo Amazonas	Marajó	Metropolitana de Belém	Nordeste Paraense	Sudoeste Paraense	Sudeste Paraense
1990	23.145	1.826	4.431	88.950	21.710	92.670
1995	52.290	3.550	6.216	125.875	24.730	60.270
2000	55.596	3.427	8.413	112.709	28.710	84.332
2005	60.710	2.566	18.200	155.281	25.275	54.394
2010	78.370	2.625	10.050	140.225	21.517	43.945
2013	94.640	5.695	7.900	132.795	22.350	38.920
Média	59.836	3.261	9.758	125.092	26.412	57.825
Desvio-padrão	16.631	1.000	4.364	18.729,81	4.799	13.534
Coefficiente de variação (%)	27,79	30,66	44,72	14,97	18,17	23,40

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

Quanto à quantidade produzida (em toneladas), segue a Tabela 16, que indica a mesorregião que mais produziu no Pará, no período de 1990 a 2013.

Como a área colhida foi maior no Nordeste Paraense, a maior produção média (de 1990 a 2013, numa série temporal) foi dessa mesorregião, com 1,8 milhão de toneladas. Segue-se a maior produção pelo Sudeste Paraense, cuja média foi de 947 mil toneladas, e a menor, do Marajó, com produção de 36 mil toneladas. Essa região registrou o menor desvio-padrão da série, mantendo-se numa produção que foi duplicada no último ano, pois saltou de 30.100 t, em 2010, para 67.469 t, em 2013.

Os dados de produção mais homogênea são do Sudoeste Paraense, denotado pelo coeficiente de variação que foi o menor (15,82%) entre as mesorregiões.



Tabela 16. Produção da mandioca, em toneladas, nas mesorregiões paraenses, em diversos anos.

Ano	Baixo Amazonas	Marajó	Metropolitana de Belém	Nordeste Paraense	Sudoeste Paraense	Sudeste Paraense
1990	281.840	19.973	40.696	1.009.966	338.800	1.203.360
1995	673.580	39.075	61.740	1.394.425	408.740	1.015.180
2000	683.720	36.196	88.650	1.439.369	508.530	1.322.687
2005	783.610	29.125	269.345	2.377.912	441.000	896.765
2010	1.057.270	30.100	184.150	2.228.013	404.600	691.950
2013	1.395.630	67.469	134.440	2.004.695	411.100	608.358
Média	783.808	36.040	127.829	1.752.550	456.912	946.624
Desvio-padrão	261.393	11.891	83.014	493.202	72.269	192.230
Coefic. var (%)	33,35	32,99	64,94	28,14	15,82	20,31

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

O rendimento (expresso em kg/ha) pode ser conferido na Tabela 17, que trata dessa variável para as mesorregiões.

Tabela 17. Rendimento da mandioca, em kg/ha, nas mesorregiões paraenses, em diversos anos.

Ano	Baixo Amazonas	Marajó	Metropolitana de Belém	Nordeste Paraense	Sudoeste Paraense	Sudeste Paraense
1990	12.177	10.938	9.184	11.354	15.606	12.985
1995	12.882	11.007	9.932	11.078	16.528	16.844
2000	12.298	10.562	10.537	12.771	17.713	15.684
2005	12.907	11.350	14.799	15.314	17.448	16.486
2010	13.491	11.467	18.323	15.889	18.804	15.746
2013	14.747	11.847	17.018	15.096	18.394	15.631
Média	12.915,65	11.018,07	12.310,03	13.764,63	17.378,03	16.491,60
Desvio-padrão	1.001,14	413,07	3.207,35	2.129,70	1.044,04	1.194,98
Coefic. var (%)	7,75	3,75	26,05	15,47	6,01	7,25

Fonte: adaptado de IBGE (2014a).

Percebe-se, pela Tabela 17, que o maior rendimento veio do Sudoeste, com média de 17.378,03 kg/ha, logo seguido pela mesorregião do Sudeste, com média de 16.491,60 kg/ha. A mesorregião Nordeste Paraense, com maior produção (t) e maior área colhida (ha), ficou na terceira posição no ranking de rendimento, com 13.764,63 kg/ha.



Então, com menor produtividade está a mesorregião do Marajó, com apenas 11.018,07 kg/ha. Diversos fatores estão relacionados com a baixa produtividade na produção de mandioca, sendo talvez a principal a ausência de mais pesquisa para descobrir variedades resistentes à doença da podridão das raízes e até mesmo variedades com maior produtividade, ou seja, avançar no sistema de produção como um todo. A podridão das raízes é uma das doenças que mais afeta essa cultura em termos econômicos.

Como a cultura da mandioca no Estado do Pará é predominantemente praticada na agricultura de derruba e queima, é justificável que as maiores produtividades sejam obtidas em mesorregiões que ainda disponham de maior biomassa em capoeiras ou florestas, em regiões de expansão da fronteira agrícola, daí porque as maiores produtividades estão localizadas no sudoeste e sudeste paraense.

Em termos de área colhida e produção, tem-se na Tabela 18 as microrregiões que são especializadas na produção da lavoura de mandioca, pois seus valores relativos às variáveis estão acima da média do estado.

Visualiza-se na Tabela 18 que foram consideradas microrregiões especializadas (em negrito) na produção de mandioca aquelas que tiveram média superior ao Estado do Pará, nas duas categorias especificadas (área colhida e produção), em todos os anos selecionados. Nesse contexto, Óbidos, Santarém, Bragantina e Guamá são especializadas na produção dessa cultura. Tomé-Açu, por ainda não ter atingido valores superiores à média do estado em 1995, não entrou no ranking das especializadas, embora em 2005 tenha sido a microrregião que produziu a maior quantidade (965 mil toneladas). A média do Estado do Pará tem sido crescente desde 1995 (Tabela 17), com produções de 163, 185, 218 e 210 mil toneladas, respectivamente para os anos de 1995, 2000, 2005 e 2013.

Na Figura 6, temos a evolução dos preços do produto farinha de mandioca praticados na Região Metropolitana de Belém. Sabe-se que esse produto é um dos itens principais na cesta básica de alimentação do paraense, em razão da própria cultura de consumir esse ingrediente em conjunto com a maioria das refeições locais.



Tabela 18. Microrregiões paraenses especializadas na produção de mandioca, em área colhida (ha) e produção (t), em diferentes anos.

Microrregião	1995		2000		2005		2013	
	Área colhida	Produção						
Óbidos	27.700	337.000	36.700	407.000	24.520	280.200	38.040	492.480
Santarém	23.800	326.600	18.250	265.300	35.750	497.650	55.830	892.410
Almeirim	790	9.980	646	11.420	440	5.760	770	10.740
Portel	1.650	19.080	2.040	22.160	1.020	12.550	4.585	55.750
Furos de Breves	947	9.726	1.085	10.650	1.300	13.800	800	8.400
Arari	953	10.269	302	3.386	246	2.775	310	3.319
Belém	1.021	11.290	913	10.450	650	8.645	1.320	19.740
Castanhal	5.195	50.450	7.500	78.200	17.550	260.700	6.580	114.700
Salgado	11.730	120.090	13.320	126.280	14.196	137.785	7.880	103.040
Bragantina	44.635	460.685	23.660	244.287	24.610	312.830	36.550	578.325
Cametá	9.530	88.880	5.064	48.452	7.275	87.225	9.775	127.515
Tomé-Açu	7.800	95.640	26.865	381.850	58.900	965.422	36.060	544.080
Guamá	52.180	629.130	43.800	638.500	50.300	874.650	42.530	651.735
Itaituba	11.350	156.600	13.730	220.430	15.400	249.700	11.500	194.700
Altamira	13.380	252.140	14.980	288.100	9.875	191.300	10.850	216.400
Tucuruí	6.100	89.400	6.565	86.975	12.900	179.100	12.065	152.695
Paragominas	20.750	279.720	16.860	307.880	13.800	257.200	8.361	136.372
São Félix do Xingu	9.050	228.500	23.988	325.207	3.952	79.690	1.843	40.025
Parauapebas	2.820	65.360	5.735	111.900	5.200	91.050	3.850	73.460
Marabá	3.920	58.800	5.450	65.500	6.390	92.260	7.332	110.816
Redenção	10.730	179.900	15.414	261.945	7.937	127.795	3.049	59.890
Conceição do Araguaia	6.600	113.500	10.320	163.280	4.215	69.670	2.420	35.100
Pará	272.631	3.592.740	293.187	4.079.152	316.426	4.797.757	302.300	4.621.692
Média	12.392	163.306	13.327	185.416	14.383	218.080	13.741	210.077

Fonte: adaptado de IBGE (2014).

O preço da farinha de mandioca mostra-se em evolução desde fevereiro de 2000, iniciando com o preço de R\$ 3,14 e fluuando muito pouco para cima, até maio de 2012. Em julho de 2013, há um pico que chega a R\$ 8,19, mas não se sustenta ao longo dos meses seguinte. Atualmente, no final da série de preços, chega a R\$ 4,11/kg, superior em 30,89% comparativamente ao preço inicial da série (R\$ 3,14). Algumas hipóteses foram levantadas acerca de um aumento tão grande quando o preço da

farinha chegou a R\$ 8,19/kg e a mais enfatizada foi que a área para plantio de mandioca estava se destinando ao plantio de dendê. Contudo, nada foi confirmado e muitas especulações ainda persistem, apesar de que tanto a área colhida como a produção da mandioca variaram positivamente em 10,76% e 28,64%, respectivamente (Tabela 14), entre 1995 e 2013. Vale ressaltar que essa cultura é de fundamental importância para o segmento da pequena produção, todavia falta avançar quanto a novas pesquisas e novas variedades, com carga genética de maior produtividade e resistência a doenças, como a podridão da raiz.

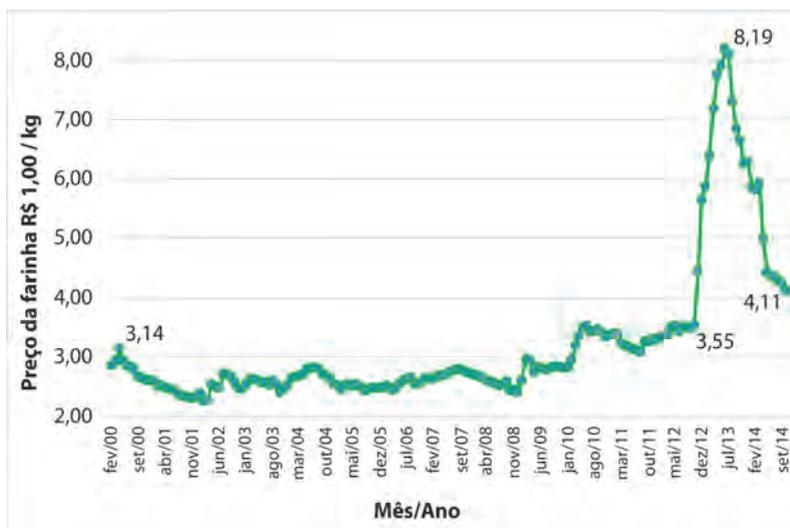


Figura 6. Comportamento da série de preço da farinha de mandioca na Região Metropolitana de Belém, de fevereiro de 2000 a setembro de 2014 (Valores atualizados pelo IGP-DI, base 2012=100).

Fonte: adaptado de Série... (2014).

Outro destaque que ora se faz é quanto à aquisição da cesta básica de alimentos na região de Belém, em que o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese) destaca o quanto se precisa trabalhar (horas trabalhadas) para adquiri-la com 12 produtos.

Pela Tabela 19, verifica-se uma variação de R\$ 2,10 entre os preços em um ano e, no caso da farinha, faz-se necessário um assalariado trabalhar 3 horas e 39 minutos para adquirir 3 kg desse produto. O produto que contém a proteína animal (carne) é o que demanda mais horas trabalhadas de um assalariado (23 horas e 35 minutos). Em novembro



de 2014, o salário mínimo nominal era de R\$ 724,00, indicando que essa cesta básica representava 41,75% deste. Outra constatação importante é que, nessa cesta, a maioria dos produtos vem de segmentos de outros produtores que não da pequena produção. Apenas a banana e a farinha vêm da pequena produção, os demais, em sua maioria, vêm de fazendas altamente tecnificadas e alinhadas à produção de base industrial de alimentos (agroindústrias de alimentos), pelo menos no Pará, ou mesmo importados de outros estados brasileiros. Aqui não se produz leite, nem óleo, nem manteiga, nem açúcar, etc., embora as políticas públicas possam avançar com relação a aumentar a participação de produtos oriundos da pequena produção no Estado do Pará, fortalecendo-os em termos de formação de cooperativas agroindustriais.

Tabela 19. Cesta básica de alimentos de Belém e horas trabalhadas, em novembro de 2014.

Produto	Quantidade	Gasto mensal		Variação anual (%)	Tempo de trabalho ⁽¹⁾	
		Nov/2013 (R\$)	Nov/2014 (R\$)		Nov/2013	Nov/2014
Carne	4,5 kg	64,08	77,63	21,15	20h48m	23h35m
Leite	6 L	20,22	19,50	-3,56	6h34m	5h56m
Feijão	4,5 kg	22,64	15,03	-33,61	7h21m	4h34m
Arroz	3,6 kg	7,78	7,45	-4,24	2h31m	2h16m
Farinha	3 kg	18,72	12,54	-33,01	6h04m	3h49m
Tomate	12 kg	39,12	44,28	13,19	12h42m	13h27m
Pão	6 kg	47,22	48,36	2,41	15h19m	14h42m
Café	300 g	4,83	5,01	3,73	1h34m	1h31m
Banana	7,5 dz	46,43	47,93	3,23	15h04m	14h34m
Açúcar	3 kg	7,71	7,38	-4,28	2h30m	2h15m
Óleo	900 mL	3,15	3,17	0,63	1h01m	0h58m
Manteiga	750 g	14,15	14,00	-1,06	4h35m	4h15m
Total da Cesta		296,05	302,28	2,10	96h04m	91h51m

⁽¹⁾ Tempo que o trabalhador de salário mínimo precisa para comprar a Ração Essencial (Decreto-Lei nº 399 de 30 de abril de 1938).

Fonte: Cesta... (2014).

PRODUÇÃO DE FARINHA, FÉCULA, TUCUPI, MANIÇOBA, ETC.

Os empresários Benedito Pantoja e Pedro Calil obtiveram recursos do Banco Estadual do Pará (Banpará) e do Banco da Amazônia S.A. e implantaram a Fécula da Amazônia S.A., no Município de Moju. Iniciada em 2002, entrou em funcionamento somente em 2008. Começou processando 80 t de mandioca por dia, obtendo cerca de 30 t de fécula/dia, mas foi projetada para moer 200 t (PRIMEIRA..., 2014). Para manter a fábrica em pleno funcionamento, seriam necessários mais de 4 mil hectares, o que poderia gerar empregos para 2 mil famílias dos municípios de Abaetetuba, Acará, Concórdia, Igarapé-Miri, Tailândia, Mocajuba, Baião, Cameté e Moju. A fecularia foi instalada em Moju com uma capacidade de processamento superestimada para a logística de captação de matéria-prima, oriunda de pequenos roçados (média de 3 tarefas), predominantes na região do Baixo Tocantins. Além disso, a empresa não cuidou de instalar sua área estratégica de 2 mil hectares de mandioca. A fecularia no seu curto período de funcionamento nunca superou 30% de sua capacidade de processamento.

Com o lançamento do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil, pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, no Município de Tomé-Açu, em 6 de maio de 2010, ocorreu a competição com o plantio do dendezeiro, inviabilizando essa iniciativa.

Considerando os índices do *chef-de-cuisine* Paulo Martins (1946–2010), no seu magnífico vídeo “Cozinha Paraense”, da relação 1 pato para 3 L de tucupi e 3 maços de jambu, e considerando que um pato médio pesa 3 kg, teríamos a estimativa da quantidade equivalente de patos, de tucupi e de jambu consumidos por ocasião das festividades do Círio de Nazaré. Seria algo em torno de 2 milhões de patos, 6 milhões de maços de jambu e mais de 250 caminhões-tanque com capacidade de 25 mil litros de tucupi. Dimensão compatível com a estimativa de 1,5 milhão de romeiros que participam do Círio, conforme disseminado pela mídia. Para atender essa produção, seriam necessários mil hectares de jambu e 1,6 mil hectares de mandioca para a extração de tucupi. Significa geração de renda e emprego para pequenos produtores localizados na Zona Bragantina e, principalmente, nos municípios da Região Metropolitana de Belém, com destaque na produção de jambu (HOMMA, 1999).



TENDÊNCIAS FUTURAS

Em 2001, a Câmara dos Deputados instalou a Comissão Especial de Adição de Farinha de Mandioca, que tem como principal objetivo discutir o Projeto de Lei 4.679/01, de autoria do deputado federal Aldo Rebelo (PC do B/SP) e presidente da Câmara dos Deputados. A proposta dispõe sobre a obrigatoriedade de adição de 10% de farinha de mandioca refinada, de farinha de raspa de mandioca ou de fécula de mandioca à farinha de trigo. A justificativa seria diminuir os gastos com a importação de trigo e incentivar os pequenos produtores de mandioca, mas não teria segurança de garantir amido de mandioca suficiente para acrescentar à farinha de trigo. Esse projeto, a despeito de sua aprovação na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, foi vetado pelo ex-presidente Luís Inácio Lula da Silva, em 2008.

Nas duas últimas décadas, ocorreram diversas mudanças na cadeia produtiva da mandioca. A entrada dos supermercados no circuito de comercialização de farinha, tapioca e tucupi, antes restrita às feiras, foi o primeiro sinal dessa mudança no início da década de 1990. Os consumidores ganharam em higiene e em acessibilidade na aquisição do produto. O consumo da farinha de tapioca sofreu acréscimo com o crescimento da polpa de açaí. Restrito antes à época da safra, passou a ser consumido durante o ano, beneficiado pelo processo de beneficiamento e congelamento. A invenção da farinha de tapioca é atribuída ao agricultor potiguar João Ferreira da Costa (1895–1986), conhecido como João Miguel, que nasceu em Ceará Mirim, Rio Grande do Norte. Chegou com seus pais como migrantes para a Vila de Americano em 1900 e, em 1945, descobriu casualmente que pedaços de goma levados ao forno de cobre davam origem à farinha de tapioca.

A entrada do governo Itamar Franco (1992–1995) teve como saldo a difusão do pão de queijo e, na sua esteira, diversas modalidades do beiju, que ganhou dimensão nacional com a venda desde barzinhos de pequenas rodoviárias do interior até em luxuosos hotéis.

No início da década de 2010, a modernidade avança com a venda de maniçoba pré-cozida e maniçoba e pato tucupi já prontos para o consumo em invólucros de plástico e, mais tarde, em lata. As prateleiras de supermercado tornam-se, portanto, excelente local para teste de novos produtos.

A ampliação do uso dos derivados da mandioca veio, também, acompanhada da perda do aspecto emblemático do tacacá como hábito obrigatório, perdendo espaço com o aparecimento dos shoppings centers, engarrafamentos, riscos de assaltos, etc. O consumo ainda existe com a permanência de determinados pontos tradicionais, mas perde no contexto relativo.

Aumentar a produtividade das culturas anuais (arroz, milho, feijão e mandioca), o tempo de permanência no lote e a recuperação mais rápida das áreas que perderam a fertilidade constituem desafios que, se vencidos, poderiam reduzir bastante o desmatamento de novas áreas. Somente para se ter uma ideia da importância de aumentar o tempo de permanência e a redução dos desmatamentos, basta comparar, hipoteticamente, o exemplo a seguir. Se um pequeno produtor desmata 2 ha e os cultiva por 2 anos e deixa em pousio por 10 anos para formação da capoeira, ele necessitaria de 12 ha para voltar ao local original. Se esse pequeno produtor cultivasse 3 anos no mesmo local, mediante inovações tecnológicas, deixando 10 anos em pousio, bastariam 8 ha para retornar ao local original. Uma redução de 30% no desmatamento, apenas com aumento de 1 ano de permanência no mesmo local.

O fordismo e o taylorismo primitivo que prevalecem numa casa de farinha, com divisão de tarefas – mulheres descascando a mandioca, uma segurando a parte suja de terra e repassando para a outra segurando a parte já descascada –, ainda prevalece nos dias atuais. A divisão de trabalho, com homens, mulheres e crianças na torrefação da farinha, para consumo e para venda do excedente, como ponto de encontro e de troca de dias, faz parte do cotidiano da pequena produção. Caracterizada pela baixa produtividade da terra e da mão de obra, a rentabilidade está sujeita a perdas no trajeto da comercialização, proporcionando baixa remuneração da mão de obra.

Os sinais de mudança desse sistema de produção podem advir da introdução do plantio e da colheita mecanizada da mandioca e do seu beneficiamento. A venda de mandioca em raiz, já existente no Nordeste Paraense em pequenos roçados por farinheiras de Santa Maria do Pará e São Miguel do Guamá, deverá ser ampliada para grandes plantios. Nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, esse procedimento já está sendo utilizado.

Com a utilização da mecanização desde o preparo do solo, com aplicação de fertilizantes e corretivos, a produtividade da mandioca é acrescida em 50% em comparação com a média paraense, contorna a escassez de mão



de obra e apresenta ganhos de economia de escala. Se esse procedimento for adotado nas áreas produtoras do Estado do Pará, significará a perda de competitividade da pequena produção no cultivo da mandioca. A pequena produção, se não conseguir se modernizar, terá o seu espaço perdido pela agricultura desenvolvida por médios e grandes produtores.

Muitas atividades agrícolas no Estado do Pará desenvolvidas pelo segmento de pequenos produtores, como a cultura da mandioca, basicamente constituída de mão de obra familiar, se fossem remuneradas pelo valor do salário mínimo, teriam uma renda negativa. São atividades que não conseguem remunerar a mão de obra ao valor do salário mínimo vigente, daí a razão pela qual a produção de juta, malva, entre outros, não atrai o interesse de médios e grandes produtores

A crise da farinha no Estado do Pará, com alta de preços reclamada pelos consumidores, que atingiu mais de R\$ 10,00/kg, em Belém, acentuou-se em fevereiro de 2013. Esta decorreu, entre as várias causas, da seca da região Nordeste, da expansão do dendezeiro em alguns municípios do Estado do Pará, dos baixos preços da farinha em anos anteriores, da escassez de mão de obra rural e dos programas governamentais de transferência de rendas. A safra nordestina teve uma redução de quase 40% comparando com a máxima produção (2007), a safra paraense, uma redução de mais de 11% e a paranaense, em mais de 7% (Tabela 20). A redução de área colhida na região Nordeste foi de mais de 195 mil hectares, equivalente a dois terços da área colhida no Estado do Pará, maior produtor nacional.

Tabela 20. Produção de raiz de mandioca no Brasil, na região Nordeste e nos estados do Pará e Paraná (em toneladas).

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	23.044.190	25.872.015	26.639.013	26.541.200	26.703.039	24.403.981	24.967.052	25.349.542	23.044.557
Nordeste	8.011.573	9.645.562	9.614.526	9.742.284	9.837.819	8.178.392	8.055.084	7.919.997	6.019.471
Pará	4.079.152	4.797.757	5.078.426	5.216.955	4.799.099	4.548.748	4.596.083	4.647.552	4.617.543
Paraná	3.777.677	3.308.000	3.840.363	3.365.003	3.325.943	3.654.710	4.012.948	4.179.699	3.869.080

Fonte: IBGE (2014a).

Deve ser ressaltado que a crise da farinha no Estado do Pará era comum nas décadas de 1950 e 1960. O clássico texto de Penteadó (1967) ilustra pessoas correndo para comprar farinha, em 1961, em Outeiro, quando da chegada dos caminhões provenientes do interior. Westerbergh et al. (2012), em provocativo artigo, comentam que, no futuro, no continente africano, a



produção de milho ficará estagnada, sendo ocupada pelo avanço do cultivo da mandioca. O aquecimento global facilitará esse crescimento. O uso da mandioca para fins não alimentares terá uma importância muito maior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período de 21 a 26 de outubro de 2013, foi realizado em Salvador o 15º Congresso Brasileiro de Mandioca e, em 2011, em Maceió. Em 1999, Manaus sediou o 10º Congresso Brasileiro de Mandioca. Há necessidade de trazer à tona os problemas dessa cultura na Amazônia, no próximo Congresso Brasileiro da Mandioca, em Belém. O fato de o Estado do Pará ser o maior produtor mais que justifica essa preocupação, de modo que as entidades públicas e privadas precisam se mobilizar.

Maiores investimentos em pesquisa sobre a mandioca necessitam ser desenvolvidos em face da sua importância para a segurança alimentar, sobretudo da região amazônica. A contratação de equipes com dedicação exclusiva para essa cultura tem impacto não só local mas para todos os estados e países que dependem dessa planta como alimento básico.

Faltam políticas como casas de farinha comunitárias, mecanização parcial no processo de fabricação da farinha, tratores e implementos agrícolas, calcário e fertilizantes para aumentar a produtividade, melhoria da qualidade e, sobretudo, infraestrutura social. A maioria das associações de agricultores existentes é formada com objetivo de obter financiamentos ou se beneficiar de programas governamentais. Existe uma carência geral de organização que ajude, oriente e facilite o planejamento e a profissionalização da produção, na aquisição de insumos e implementos e na comercialização de produtos derivados da mandioca de modo coletivo, para reduzir custo e agregar valor à produção.

Mais de 90% da produção de mandioca é proveniente da pequena produção com baixo nível tecnológico, baixa produção por hectare, falta de padronização e aumento de custos decorrentes do nível tecnológico adotado e da logística de transporte. Para alguns municípios onde ocorreu a expansão do dendezeiro, promoveu-se uma competição com área e a realocação de mão de obra, atraídos com as vantagens de um emprego com carteira assinada. Ressalta-se que a redução de área ocorreu também para municípios que não tiveram nenhuma influência com o plantio de dendezeiros.



Uma das grandes limitações dos atuais produtores de farinha no Nordeste Paraense refere-se à busca de lenha, que chega a participar entre 10% e 15% do custo de produção de farinha. As capoeiras do Nordeste Paraense, depois de dezenas de anos de queimadas e derrubadas sucessivas, já não conseguem produzir lenha suficiente para aquecer os fornos das casas de farinha. Isto obriga a busca de lenha ou de resíduos de serrarias em locais distantes. Aqui ressalta-se a criatividade e a necessidade de adaptação dos mandiocultores às crises de recursos. Muitas farinheiras substituíram a lenha pela queima de caroços de açaí com combustão estimulada a ventilação elétrica, com vantagem de uniformidade na temperatura e menor produção de fumaça em relação à lenha (MODESTO JUNIOR; ALVES, 2015).

Os produtores de mandioca necessitam urgentemente ser estimulados a plantar árvores de rápido crescimento recomendadas pela pesquisa para assegurar estoque de lenha para a produção de farinha. A disponibilidade de mudas sadias e apropriadas para as diferentes regiões e finalidades constitui atividades de pesquisa-fomento-extensão que precisa ser fortalecida.

Em média, os agricultores colhem a mandioca com 14 meses de idade e esse gradiente de tempo tem desmotivado os agricultores a ampliarem suas áreas de cultivo. Isto decorre da falta de mão de obra, de obrigações trabalhistas, da concorrência com os programas sociais do governo e mudança para outras atividades mais rentáveis que provocam aumento nos custos de produção. O “forno”, encarregado de torrar a farinha, constitui mão de obra escassa e essencial no processo produtivo. Falta maior apoio para o serviço de extensão rural, que está assoberbado com a grande quantidade de produtores a serem atendidos por extensionistas e as dificuldades de locomoção para atendimentos aos produtores.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B. **Característica de agricultura indígena e sua influência na produção familiar da Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 105).

BANCO DA AMAZÔNIA. **Crédito para a mandioca nos municípios dos estados da região Norte: 2000 a 2013**. Belém, PA, 2014. Planilha de Excel emitida pelo Banco em 15/12/2014.

CESTA básica. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/>>. Acesso em: 17 out. 2014.

CONTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; HOMMA, A. K. O. **Sistemas de produção da farinha de mandioca no nordeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 50 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 97).

FAO. **Dados da produção mundial da mandioca**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

FRIKEL, P. Agricultura dos índios mundurucus. **Boletim do Museu Emílio Goeldi**, n. 4, p. 1-35, 1959.

HOFFMANN, R. **Estatística para Economistas**. 4 ed. São Paulo: Pioneira, 2006. 446 p.

HOMMA, A. Em favor da farinha de mandioca. **Gazeta Mercantil**, Belém, PA, 27 out. 2000. p. 2.

HOMMA, A. Jambu, uma hortaliça paraense. **Gazeta Mercantil Pará**, Belém, PA, 15 out. 1999. p. 2.

IBGE. **Produção agrícola municipal** - PAM. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 nov. 2014a.

IBGE. **Produto interno bruto dos municípios**: PIB. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=21&z=p&o=30&i=P>>. Acesso em: 30 dez. 2014b.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Produção de farinha de mandioca e farinha de tapioca no estado do Pará como oportunidades de negócios para empreendedores e agricultores da Amazônia. In: DENARDIN, I. F.; KOMARCHESKI, R. (Org.). **Farinheiras do Brasil**: tradição, cultura e perspectivas da produção familiar de farinha de mandioca. Matinhos: UFPR Litoral, 2015. Cap. 7, p. 147-171. Disponível em: <http://www.ppgdts.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/09/Farinheiras-do-Brasil_EBOOK.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.

PENTEADO, A. R. **Problemas de colonização e de uso da terra na Região Bragantina do Estado do Pará**. Belém, PA: UFPA, 1967. 2 v.

PRIMEIRA feccularia da região Norte vai moer 200 toneladas/dia. Disponível em <<http://www.gentedeopiniao.com/lerConteudo.php?news=47646>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

ROOSEVELT, A. C.; COSTA, M. L.; MACHADO, C. L.; MICHAB, M.; MERCIER, N.; VALLADAS, H.; FEATHERS, J.; BARNETT, W.; SILVEIRA, M. I.; HENDERSON, A.; SLIVA, J.; CHERNOFF, B.; REESE, D. S.; HOLMAN, J. A.; TOTH, N.; SCHICK, K. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. **Science**, v. 272, p. 373-384, Apr. 1996.

SÉRIE de preço da farinha de mandioca em Belém. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/>>. Acesso em: 17 out. 2014.

WESTERBERGH, A.; ZHANG, J.; SUN, C. Cassava: a multi-purpose crop for the future. In: PACE, C. M. (Ed.). **Cassava**: farming, uses, and economic impact. New York: Nova Science Publishers, 2012. p. 145-163.

CAPÍTULO 2. MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Arystides Resende Silva

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a demanda cada vez maior de alimentos tem levado o homem a utilizar as terras sem os cuidados necessários para que elas produzam bem sem os riscos de desperdício dos recursos naturais. Diante desta perspectiva tecnológica, o País se defronta, por um lado, com os benefícios da agricultura moderna e avançada e, por outro, com a mecanização intensiva dos solos, que se apresentam, por isso, vulneráveis à ação dos agentes intempéricos que atuam das mais diversas formas, proporcionando a perda de grandes quantidades de solo fértil da camada arável.

No Brasil, muitas áreas já apresentam sinais evidentes de depauperamento em seus solos, apesar da vastidão do território e de não estar sujeito à grande demanda de alimentos e ao excesso de população. Valendo-se de sua grande área territorial, a agricultura brasileira tem caminhado descuidadamente em busca de outras terras, em vez de melhorar as já desgastadas.

Os recursos naturais têm sido impiedosamente dilapidados por uma agricultura de exploração, na qual há uma tendência, pelos agricultores, de ver a fertilidade natural como inesgotável, conduzindo assim a exploração agrícola na direção do extrativismo predatório. Isto leva ao depauperamento que, muitas vezes, é causado pela erosão em consequência do mau uso do solo.

A improdutividade de muitos solos tem vindo como consequência da erosão hídrica, facilitada e acelerada pelo homem por meio de práticas agrícolas incorretas, como o plantio contínuo e inadequado de culturas esgotantes e pouco protetoras do solo, o plantio em linha a favor do declive, a queimada drástica e repetitiva, o pastoreio excessivo, etc.

Na destruição da fertilidade, a erosão hídrica não é o único agente a se fazer presente. A ela está aliada a lavagem dos nutrientes pela percolação que os coloca em profundidades inadequadas às plantas; a combustão da matéria orgânica proporcionada pela ação das condições climáticas ou das drásticas e impiedosas queimadas e, finalmente, o consumo dos elementos minerais nutritivos extraídos pelos produtos agropecuários, sem que haja reposição da fertilidade do solo.

A mandioca é considerada a mais brasileira das culturas, por ser originária do Brasil e cultivada em todo o território nacional. Vem sendo explorada, basicamente, por pequenos produtores, em áreas marginais de agricultura,



em razão da sua rusticidade e da capacidade de produzir relativamente bem em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam.

Tendo suas raízes usadas como alimento básico por largas faixas da população e consumidas como farinha, amido ou cozido (in natura), a mandioca apresenta elevada importância sociocultural para as populações que a cultivam. Contudo, por sua capacidade produtiva, pela qualidade do seu amido e da sua parte aérea, alcança novos mercados, tanto na indústria (alimentícia e química) quanto na alimentação animal (raízes e parte aérea).

Atualmente, a ciência agrônômica brasileira vem demonstrando ser possível conservar as propriedades produtivas das terras, desde que seja assegurado aos solos o emprego de medidas simples, exequíveis e econômicas de manejo.

O SOLO COMO UM RECURSO NATURAL

Dos recursos naturais renováveis, o solo é o que suporta a cobertura vegetal, sem a qual os seres vivos, de maneira geral, não poderiam existir. Ele é uma das maiores fontes de energia para a vida que vem sendo utilizado por geração após geração de homens, animais e plantas.

O solo é um recurso natural porque é fonte de todos os fatores (exceto luz) de desenvolvimento vegetal. Sob o ponto de vista de seus nutrientes, que podem ser repostos lentamente pelos processos pedogenéticos, ou mesmo mais rapidamente pela adição de fertilizantes, e de sua estrutura que pode ser modificada pelo manejo, ele é considerado um recurso natural exaurível renovável e, como tal, deve ser melhorado, isto é, deve ser utilizado de forma racional, de maneira que seja mantida indefinidamente a sua produtividade. Deve ser conservado de forma adequada para garantir às gerações futuras melhores condições de vida, porque, embora os recursos bióticos sejam renováveis, a sua produção não é ilimitada. Quando olhamos, entretanto, para a profundidade efetiva e textura, que podem ser modificadas definitivamente pela erosão, ele poderia ser considerado um recurso natural exaurível não renovável, como qualquer outro recurso mineral.

A preocupação pela conservação dos solos deve estar sempre presente nos processos de exploração das terras. Quando eles ainda se encontram cobertos por vegetação arbórea ou rasteira, não existe a preocupação de sua conservação. Hoje, entretanto, são bastante conhecidos os prejuízos causados pela erosão, principalmente a encontrada na forma laminar, que remove dos solos as suas camadas superficiais.

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DOS SOLOS

Sendo o solo resultante da intemperização física, química e biológica dos materiais pré-existentes de origem mineral (rochas) e orgânica, é necessário conhecê-lo para que haja uma utilização racional de seus recursos em proveito de uma melhor condição de vida para o homem. Não terá uso racional se os dois princípios básicos da agricultura – a mecanização e a conservação – não estiverem agindo concomitante e equilibradamente no interesse da produção, com os cuidados exigidos para a manutenção de sua fertilidade. Isto só poderá ser conseguido mediante o conhecimento das noções básicas acerca da natureza dos solos e dos fatores que condicionam a sua produtividade e o seu depauperamento.

A conservação dos solos inclui: uso adequado, manejo adequado das culturas, controle da erosão acelerada e controle da poluição agrícola. As práticas conservacionistas têm aumentado ou, pelo menos, mantido os lucros dos agricultores.

Deve-se chamar a atenção para o fato de que normalmente as práticas conservacionistas não aumentam necessariamente de imediato os lucros, porque muitas vezes os gastos iniciais são muito elevados. Entretanto, os resultados em longo prazo são compensadores, uma vez que, em último caso, a produtividade se mantém indefinidamente constante ou pode até melhorar.

Para tudo isso, condições essenciais são necessárias: o conhecimento de melhores e mais adequados métodos de uso das terras e o desejo da utilização de técnicas conservacionistas, fatores estes que, na maioria dos casos, estão ausentes.

Práticas conservacionistas evitam a diminuição da futura produção sem qualquer prejuízo atual. Uso de calagem e fertilizantes, adoção de semeadura em linhas ou rotação de cultura e pousio podem estar nesta categoria e poderão deixar a terra em uma condição muito mais produtiva.

Existem poucas perspectivas de qualquer programa conservacionista conseguir a manutenção da produtividade futura a níveis atuais sem que haja diminuição da produtividade básica. Neste caso, existem duas alternativas para o usuário: ou ele aceita uma pequena renda hoje e sempre, com uma produtividade constante, ou experimenta um declínio constante na produtividade. A alternativa de continuar utilizando o mesmo método de exploração poderá condicionar a produção a cair abaixo de um nível tal,



a partir do qual um programa conservacionista dificilmente poderá manter a produtividade a um nível constante. Nesta oportunidade, a produtividade terá diminuído e o usuário terá ainda de fazer um ajuste para baixo se quiser mantê-la constante daí para frente. Talvez haja necessidade de cultivo de gramíneas e árvores durante certo tempo, quando as áreas estiverem excessivamente exploradas.

O agricultor estará diante de um declínio moderado de produtividade durante alguns anos, seguido de uma crise em que tal produtividade passa a cair bruscamente. Essa situação ocorre quando a erosão está depauperando grandemente o solo, instante em que a produção se torna inviável.

A conservação do solo sempre envolve comparações entre regiões. O solo retirado de uma determinada área, pelas chuvas ou pelo vento, sempre se acumula em outro local, que pode ser ao sopé de encostas, no leito de um pequeno ou grande rio em seu caminho para o mar, como acontece com os sedimentos no Rio Amazonas. Existe circunstância em que o material depositado pode ser extremamente útil, como nas várzeas de rios de águas barrentas. O mais comum é o material erodido trazer danos, tanto ao local de origem, quanto ao local que recebe.

Um motivo importante para a existência da conservação do solo é o aumento de renda. Em razão da defasagem do tempo entre o investimento e a produção, que a conservação quase sempre introduz, as comparações devem ser feitas sempre em termos de valor atual e da renda futura. Tudo isso conduz à conclusão de que a conservação do solo ou a sua falta tem uma importante relação com a produtividade e, por conseguinte, com a rentabilidade das propriedades.

CONCEITO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Manejar o solo significa aplicar a ele um conjunto de técnicas com a finalidade não só de protegê-lo como também de melhorar a produção das culturas.

No manejo do solo, a melhor decisão é elevar e manter a sua produtividade, como as técnicas e os programas de manejo.

- Técnicas de manejo – são aquelas que visam aumentar e manter a potencialidade dos solos; envolvem o controle de suas propriedades e características e o controle da erosão.



- Programa de manejo – implica em executar um estudo genérico das técnicas de manejo, o estudo dos pré-requisitos e efeitos produzidos pelas diferentes modalidades de atividades agrícolas e a identificação do agrossistema, o que significa conhecer as potencialidades e características de cada um deles e a elaboração do programa de manejo.

Manejar o solo é, portanto, utilizá-lo adequadamente, tendo como base a relação dos vários fatores que afetam a produtividade agrícola, tais como: a rotação de culturas, o uso de adubos verdes, a fertilização, a irrigação correta e o cultivo adequado.

Já a conservação do solo é a designação coletiva dos programas de prevenção e controle à erosão, da excessiva perda de nutrientes e, de maneira geral, da perda de sua capacidade de sustentar a vegetação natural e/ou a agricultura.

Conservar é aplicar um conjunto de técnicas ao solo, de maneira a ser obtido um rendimento maior e constante e tem a finalidade de manter ou aumentar a produtividade sem que, contudo, haja degradação de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas.

Com o manejo adequado do solo, também está sendo feita a conservação. Por meio do manejo, é possível aumentar a capacidade produtiva, conservando não só a fertilidade natural, como também os fertilizantes empregados pelo homem e uma quantidade adequada de água pluvial, elementos esses que, em conjunto, se não forem bem protegidos, serão irremediavelmente perdidos.

Como vantagens da conservação do solo podem ser distinguidas:

1. Evita e controla a degradação do solo.
2. Aumenta a produção.
3. Mantém níveis de fertilidade natural mais elevados.
4. Reduz o consumo de fertilizantes e corretivos, logo possibilita a produção econômica com menos custos.
5. Conserva os recursos naturais (flora e fauna) em áreas impróprias à agricultura.
6. Concorre para melhorar o nível de vida rural e, conseqüentemente, a fixação do homem à terra, reduzindo o êxodo rural.
7. Contribui para melhor conservação das águas armazenadas.
8. Evita a poluição dos recursos hídricos.



9. Concorre para a melhor manutenção da umidade do solo, reduzindo os danos causados pelas secas.
10. Evita o assoreamento de represas e obras hidráulicas.
11. Proporciona às gerações futuras condições de vida mais condigna e agradável.

PRINCÍPIOS BÁSICOS

Dentre os princípios fundamentais da conservação do solo, destaca-se um maior aproveitamento das águas das chuvas. Evitando-se perdas excessivas por escoamento superficial, podem-se criar condições para que a água pluvial se infiltre no solo. Isto, além de garantir o suprimento de água para as culturas, criações e comunidades, previne a erosão, evita inundações e assoreamento dos rios, assim como abastece os lençóis freáticos que alimentam os cursos de água.

Uma cobertura vegetal adequada assume importância fundamental para a diminuição do impacto das gotas de chuva. Há redução da velocidade das águas que escorrem sobre o terreno, possibilitando maior infiltração de água no solo e diminuição do carreamento das suas partículas.

Vegetativas	Práticas utilizadas	
	Edáficas	Mecânicas
Florestamento e reforestamento	Cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra	Preparo do solo e plantio em nível
Plantas de cobertura	Controle do fogo	Distribuição adequada dos caminhos
Cobertura morta	Adubação: verde, química, orgânica	Sulcos e camalhões em pastagens
Rotação de culturas	Calagem	Enleiramento em contorno
Formação e manejo de pastagem		Terraceamento
Cultura em faixa		Subsolagem
Faixa de bordadura		Irrigação e drenagem
Quebra-vento e bosque sombreador		
Cordão vegetativo permanente		
Manejo do mato e alternância de capinas		

A escolha dos métodos/práticas de prevenção à erosão é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e região.



Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema. Para uma prevenção adequada da erosão, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas.

Apresentam-se, a seguir, comentários resumidos acerca de algumas destas práticas conservacionistas:

Plantio em nível – neste método, todas as operações de preparo do terreno, balizamento, semeadura, etc., são realizadas em curva de nível. No cultivo em nível ou contorno criam-se obstáculos à descida da enxurrada, diminuindo a velocidade de arraste e aumentando a infiltração d'água no solo. Este pode ser considerado um dos princípios básicos, constituindo-se em uma das medidas mais eficientes na conservação do solo e da água. Porém, as práticas devem ser adotadas em conjunto para a maior eficiência conservacionista.

Cultivo de acordo com a capacidade de uso – as terras devem ser utilizadas em função da sua aptidão agrícola, que pressupõe a disposição adequada de florestas/reservas, cultivos perenes, cultivos anuais, pastagens, etc., racionalizando, assim, o aproveitamento do potencial das áreas e sua conservação.

Reflorestamento – áreas muito susceptíveis à erosão e de baixa capacidade de produção devem ser mantidas recobertas com vegetação permanente. Isto permite seu uso econômico, de forma sustentável, e proporciona sua conservação. Esse cuidado deve ser adotado em locais estratégicos, que podem estar em nascentes de rios, topos de morros e/ou margem dos cursos d'água.

Plantas de cobertura – objetivam manter o solo coberto no período chuvoso, diminuindo os riscos de erosão e melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Pastagem – o manejo racional das pastagens pode representar uma grande proteção contra os efeitos da erosão. O pasto mal conduzido, pelo contrário, torna-se uma das maiores causas de degradação de terras agrícolas.

Cordões de vegetação permanente – são fileiras de plantas perenes de crescimento denso, dispostas em contorno. Algumas espécies recomendadas: cana-de-açúcar, capim-vetiver, erva-cidreira, capim-gordura, etc.

Controle do fogo – o fogo, apesar de ser uma das maneiras mais fáceis e econômicas de limpar o terreno, quando aplicado indiscriminadamente é um dos principais fatores de degradação do solo e do ambiente.



Correção e adubação do solo – como parte de uma agricultura racional, essas práticas proporcionam melhoramento do sistema solo, no intuito de se dispor de uma plantação mais produtiva e protetora das áreas agrícolas.

Roça sem fogo – consiste no preparo de área sem uso do fogo, com corte da vegetação de capoeira de até 10 anos de idade rente ao solo, com ferramentas manuais, seguido do inventário das espécies de valor econômico, como fruteiras e essências florestais, para preservação no roçado e posterior retirada do material lenhoso, picotamento da copa das árvores na superfície do solo e aceiro, finalizando com o plantio de mandioca ou espécies perenes. As vantagens desse sistema estão relacionadas com a redução da erosão pela preservação da matéria orgânica com a liberação gradual de macro e micronutrientes, melhora a estrutura física do solo, promove maior retenção de umidade, aumenta a atividade microbiana, entre outros.

ESCOLHA DA ÁREA

Na escolha da área para o plantio da cultura da mandioca, é importante levar em consideração não só as condições climáticas da região e os mercados dos produtos finais, mas também outros fatores de produção, como as características topográficas, físicas e químicas do solo.

A mandioca é cultivada em regiões de clima tropical e subtropical, com precipitação pluviométrica variável de 600 mm a 1.200 mm de chuvas bem distribuídas e temperatura média de aproximadamente 25 °C. Temperaturas inferiores a 15 °C prejudicam o desenvolvimento vegetativo da planta. Pode ser cultivada em altitudes que variam de próximo ao nível do mar até mil metros. É bem tolerante à seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. Os solos mais recomendados são os profundos com textura média de boa drenagem.

Outros fatores do solo, como as características físicas, topográficas e químicas, devem ser considerados na escolha das áreas para o plantio do mandiocal. De modo geral, a mandioca se adapta melhor em solos arenosos ou de textura média, onde se tem melhor condição para produção de raízes uniformes e com boa estrutura, o que facilita a colheita. Já os solos argilosos devem ser usados com restrições, pois podem prejudicar o crescimento, causar o apodrecimento em consequência do encharcamento e ainda dificultar a colheita das raízes.

Ainda sobre as características físicas, é importante observar o solo em profundidade, pois a presença de uma camada argilosa ou compactada imediatamente abaixo da camada arável pode limitar o crescimento das raízes, além de prejudicar a drenagem e a aeração do solo, portanto evitar sucessivas operações de preparo do solo com grade aradora.

Outro fator são as condições topográficas da área. A mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial da cultura, o que acarreta pouca proteção ao solo e, conseqüentemente, deixa os mandiocais sujeitos a acentuadas perdas de solo e água por erosão. Dessa forma, deve-se buscar os terrenos planos ou levemente inclinados, com no máximo 10% de inclinação, e evitar áreas de baixada com pouca drenagem ou sujeitas a alagamentos periódicos, que prejudicam o desenvolvimento das plantas e causam o apodrecimento das raízes por anoxia.

De modo geral, as características químicas do solo são as menos problemáticas para a escolha da área, já que podem ser corrigidas para atender às necessidades da cultura, por meio do uso de corretivos e fertilizantes e adição de matéria orgânica. Além disso, a cultura da mandioca é mais tolerante aos solos ácidos e de baixa fertilidade. Assim, uma das formas de reduzir os custos de plantio é o aproveitamento residual da cultura anterior, escolhendo áreas onde foram feitas correções e adubações.

PREPARO DA ÁREA PARA O PLANTIO DA MANDIOCA

O preparo da área consiste basicamente em sua limpeza, para fornecer condições favoráveis ao plantio, brotação das manivas-semente, crescimento das raízes e tratos culturais no mandiocal. Em face das condições do terreno, poderá ser feito manualmente, com tração animal ou mecanicamente.

O preparo manual normalmente é usado em pequenas áreas ou em áreas semipreparadas, onde serão necessárias apenas algumas atividades, como capinas, catação de raízes, coivaras ou enleiramentos dos restos vegetais e o coveamento ou sulcamento para o plantio das manivas-semente.

Da mesma forma, o preparo com tração animal se dá em pequenas áreas, onde, associadas ao preparo manual, são feitas as atividades de enleiramento, aração, gradagem e sulcamento. Em pequenas áreas que precisam de desmatamento, o preparo poderá ser manual ou com tração animal.



Já no preparo mecanizado, normalmente são feitas uma aração a 40 cm de profundidade, duas gradagens e o sulcamento para o plantio. As gradagens deverão ser feitas cerca de 30 dias após a aração, utilizada para nivelamento da área e incorporação das invasoras que tenham rebrotado.

Em grandes áreas que precisam de desmatamento, o preparo mecanizado requer os devidos cuidados, para evitar compactação e raspagem da camada orgânica do solo. Vale ressaltar que o uso de máquinas nos preparos de áreas para o plantio deverá se dar sempre em condições de solo favoráveis à mecanização, ou seja, com teor de umidade adequado – o solo não deve estar muito molhado nem muito seco, a fim de evitar compactação e desagregação.

É importante ressaltar que todas as atividades de preparo da área para o plantio do mandiocal deverão seguir as curvas de nível previamente marcadas e que os solos deverão ser removidos o mínimo possível, visando preservar suas características químicas e físicas. Por exemplo: no plantio de mandioca em fileiras duplas, o preparo da área poderá ser feito somente na faixa onde serão instaladas as linhas de plantio da cultura, com utilização de subsolador.

CONSERVAÇÃO DO SOLO PARA O PLANTIO DA MANDIOCA

A conservação do solo deve ser uma preocupação constante dos produtores na implantação de qualquer atividade agrícola. É preciso ter sempre em mente que “o solo é um patrimônio do produtor e precisa ser conservado”.

Nesse particular, na condução de um mandiocal, os cuidados com a conservação do solo se revestem de maior importância e precisam ser considerados na escolha e preparo da área, nos sistemas de plantio e tratos culturais e na colheita e enleiramento dos restos culturais. Isto porque a cultura da mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial, o que acarreta pouca proteção ao solo e, conseqüentemente, deixa os mandiocais sujeitos a acentuadas perdas de solo e água por erosão; e também porque grande parte da produção é exportada na forma de raízes, ramas para os novos plantios e, em alguns casos, a parte aérea é usada na alimentação animal, resultando em pouco resíduo orgânico a ser incorporado ao solo.

Essas peculiaridades da cultura evidenciam o porquê da necessidade de alguma prática que venha contribuir na conservação do solo em todas as

fases do sistema de produção. Dessa forma, na escolha da área de plantio temos a primeira preocupação com a conservação do solo, ou seja, não usar área com declividade acima de 10%.

No preparo da área para o plantio, todas as atividades (aração, gradagem, aberturas de sulcos ou covas, entre outras) deverão seguir as curvas de nível previamente marcadas e os solos deverão ser removidos o mínimo possível. Vale ressaltar, também, que um bom preparo da área, juntamente com a correção da acidez e da fertilidade, conforme indicado pelas análises do solo, vai propiciar um bom desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir as perdas por erosão, graças à maior proteção dada pelas plantas.

Ainda no preparo do solo e no plantio, deve-se planejar a utilização de práticas conservacionistas que garantam maior proteção e uso do solo, mesmo que ele seja de área plana ou levemente inclinada (até 3% de inclinação). Podem ser usadas as seguintes práticas:

- **Enleirar** os restos de cultura em nível.
- **Plantio em nível:** o plantio deve seguir curvas de nível previamente marcadas (Figura 1).



Figura 1. Plantio de mandioca em nível.



- **Cultivo em faixas:** em uma mesma área, são plantadas faixas alternadas com cultivos diferentes, em que a cultura a ser alternada com a mandioca protege mais o solo e, conseqüentemente, diminui o escoamento superficial – por exemplo, milho, arroz, amendoim, feijão, leguminosas para adubos verdes, entre outras (Figura 2).



Figura 2. Plantio de mandioca em sistemas de cultivo em faixa com as culturas de milho e feijão.

- **Consociação, policultivo ou cultivo múltiplo:** são sistemas de plantio em que, numa mesma área, podem-se usar diferentes culturas em determinado espaço de tempo e, normalmente, com arranjos modificados em relação ao plantio de cultura solteira ou monocultivo. Nesses sistemas, tem-se a cultura principal, normalmente com um ciclo mais longo, e a consorciada (uma ou mais), em geral de ciclo mais curto. Nesses sistemas, objetiva-se, além da preservação do solo, maior índice de uso da terra, que expressa o aproveitamento em relação à área. A mandioca como cultura principal pode ser consorciada com uma série de outras culturas (arroz, milho, feijão, amendoim, batata-doce, hortaliças em geral, leguminosas para adubação verde, entre outras), tanto em sistemas de plantio de fileiras simples, em que se deve aumentar o espaçamento entre as linhas, quanto em fileiras duplas. Também a mandioca pode ser usada como cultura consorte em uma série de sistemas com culturas perenes ou florestas, como fruteiras, fruteiras nativas, eucalipto, etc., e também em sistemas agrosilvipastoris (Figura 3).



Figura 3. Plantio de mandioca em sistemas de fileiras simples consorciada com feijão (a), em sistemas de fileiras duplas consorciada com milho (b) e em sistemas com culturas perenes ou fruteiras (c).



- **Consortiação em fileiras alternadas:** consiste em consorciar uma cultura entre duas fileiras simples de mandioca e outra não. Ou seja, uma linha consorciada e outra não, o que reduziria a área mais exposta às condições de erosão como é o caso do Sistema Bragantino (Figura 4).



Figura 4. Plantio de mandioca consorciada com milho em fileiras alternadas.

- **Plantio em leirões ou camalhões:** o plantio em camalhões em nível, além de reduzir o escoamento superficial das águas, contribuindo para a redução da erosão do solo, também facilita a colheita da mandioca e controla a aeração do solo em áreas com baixa drenagem, reduzindo a ocorrência de podridão radicular. Os camalhões poderão ser feitos com passagens de arados em sentidos alternados, com o sulcador grande, também denominado de taipadeira, ou mesmo com enxada manual (Figura 5).



Figura 5. Plantio de mandioca em leirões ou camalhões.

- **Rotação de culturas:** consiste em alternar o tipo de cultura em uma mesma área, a cada ciclo das culturas, com o objetivo de reduzir a ocorrência de pragas e doenças e contribuir na manutenção ou melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. A cultura da mandioca não deve ser plantada mais de duas vezes consecutivas em uma mesma área – é necessária a rotação com outra cultura.
- **Cordões de contorno:** consiste em plantar, dentro da mesma área, faixas adensadas de culturas mais vegetativas, seguindo as curvas de nível, ou seja, cortando as águas. Pode-se usar cana, capins, milho, arroz, entre outras (Figura 6).



Figura 6. Plantio de mandioca em faixas com cordão de contorno.

Também durante a fase de tratos culturais do mandiocal, é importante usar práticas simples, mas que vão contribuir muito para evitar as perdas de solo e água. Entre essas, podem ser usadas:



- **Capina em linhas alternadas:** consiste em capinar uma linha e saltar a outra, deixando-a sem capinar, e assim sucessivamente até o fim da área; depois de uma ou duas semanas, retornar e capinar as linhas que ficaram sem capinar. Isso reduz o escoamento de água na área.
- **Capina nas linhas e roçagem nas entrelinhas:** consiste em controlar o mato nas linhas de plantio e nas entrelinhas fazer somente uma roçagem, o que contribuirá para evitar a erosão do solo.
- **“Mulch” ou cobertura morta:** consiste em cobrir o solo em toda a área do mandiocal, linhas e entrelinhas de plantio, com resíduos vegetais ou vegetação morta (por exemplo, capins secos), o que vai contribuir no controle da erosão, incorporação de matéria orgânica e para manter a umidade do solo. Entretanto, caso não haja disponibilidade de vegetação seca para toda a área, a cobertura morta poderá ser feita em linhas alternadas.

Na colheita ou arranquio da mandioca, é importante enleirar os restos culturais em nível, para dificultar o escoamento da água e facilitar o manejo da área após a colheita.

Essas práticas são indispensáveis na implantação e na condução do mandiocal em áreas com até 3% de declividade. Entretanto, áreas com inclinação de 3% a 10% de declividade, como já mencionado, deverão ser usadas com restrições, por exigirem, além das práticas citadas anteriormente, outras práticas de conservação do solo mais onerosas, como terraços em nível ou com inclinações e canais escoadouros. Vale ressaltar que devemos evitar o plantio de mandioca em áreas com declividade superior a 10%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vantagens da conservação do solo nos mais diversos locais mostram a viabilidade técnica, econômica e social desse sistema quando adequadamente inserido nos diferentes sistemas de produção regionais.

Para que haja uma constante sensibilização, principalmente por parte dos agricultores e técnicos, é necessário desenvolver estratégias técnicas e operacionais com o intuito de atingir e sensibilizar um maior número de agricultores possíveis, levando as vantagens da conservação do solo e buscando meios efetivos de se reproduzir as experiências já validadas em algumas regiões para outras regiões vizinhas.



LITERATURA RECOMENDADA

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. de; BLANCENEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 1193-1199, 1994.

CARVALHO, M. A.; ANDRADE, A. M. S. Calagem para a cultura da mandioca. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 171, p. 10-14, 1991.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado**: orientações técnicas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 208 p.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 8, p. 1353-1359, 1999.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo para produção de mandioca em Moju. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, n. 14, p. 59-68, jan./jun. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73359/1/N-14-Sistema-Agroecologico.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2014.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 61 p.

CAPÍTULO 3. MELHORAMENTO GENÉTICO DA MANDIOCA PARA O ESTADO DO PARÁ

Elisa Ferreira Moura Cunha

João Tomé de Farias Neto

INTRODUÇÃO

Quem conhece e cultiva a mandioca, sabe que há uma grande diversidade de variedades existentes. Essa diversidade é visível na cor, na forma e na textura da raiz, na forma e na cor da folha, na cor da rama e na arquitetura da planta (FUKUDA et al., 1997). Além da variação visível, existe a variação que faz com que a planta produza mais ou menos, seja mais resistente ou suscetível a doenças, adapte-se melhor a uma localidade ou a outra. As variações ambientais influenciam na produção de raízes e adaptação a locais, mas há também muita variação genética na mandioca. A domesticação dessa planta ocorreu na Amazônia (LEOTÁRD et al., 2009) e em virtude da sua variedade de usos pelas populações antigas, incluindo os indígenas, mandiocas de vários tipos foram sendo mantidas nas áreas desses povos e foram sendo repassadas ao longo das gerações. A mandioca se propaga por meio das estacas (segmentos do caule), mantendo as mesmas características da planta de origem, e também se multiplica naturalmente por meio de sementes, quando duas plantas diferentes cruzam entre si e geram uma nova planta. Os produtores geralmente sabem reconhecer as plantas originadas por semente e, se a planta apresentar uma característica diferente e interessante, ela pode ser aproveitada (ELIAS et al., 2004; KIZITO et al., 2007; PUJOL et al., 2005). Por causa disso, é comum encontrar grande variação de formas de mandioca entre os diferentes plantios e locais do Estado do Pará e do mundo (ALVES-PEREIRA et al., 2011; ELIAS et al., 2004). Uma parte dessa variação está contida no Banco de Germoplasma (BAG) de Mandioca da Embrapa Amazônia Oriental. Germoplasma corresponde a uma parte de planta ou animal que pode ser reproduzida. Uma coleção de pedaços de madeira, por exemplo, não pode ser regenerada em novas plantas, então não pode ser considerada um banco de germoplasma.

Existem BAGs de mandioca no Amazonas, Pernambuco, Bahia, Distrito Federal, São Paulo e Rio Grande do Sul, além do Pará, e em cada um desses BAGs, há maior número de variedades coletadas nesses estados (FUKUDA et al., 2002). No BAG da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, há 470 variedades coletadas principalmente no Estado do Pará, em locais como Igarapé-Açu, Castanhal, Santarém, Rondon do Pará, Paragominas, entre outros (Figura 1).



Figura 1. Parte do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental localizado em Belém, PA, contendo variedades de mandioca de diferentes locais do Estado do Pará.

As pesquisas no BAG iniciam com a catalogação das variedades por local e ano de coleta. As plantas são avaliadas quanto às suas características gerais e, ao final de 12 meses, quanto à produção de raízes e porcentagem de fécula na raiz (FUKUDA; GUEVARA, 1998). As variedades também são avaliadas quanto à quantidade de nutrientes na raiz, resistência a doenças e pragas e quantidade de compostos cianogênicos, o “veneno” da mandioca. Aquelas que têm melhor desempenho são levadas para experimentos em locais específicos. A Embrapa vem trabalhando com ensaios de competição de variedades em Altamira, Igarapé-Açu, Santa Luzia do Pará, Tracuateua e Santarém. Há previsão de ampliação para Marabá. Além da análise de melhor desempenho agrônomo, informações como resistência a doenças, precocidade e teor de vitaminas na raiz também são importantes para a escolha dos materiais a serem testados. Desses trabalhos, algumas cultivares já foram recomendadas e outras estão em finalização de requisitos para serem registradas.

TIPOS DE MANDIOCA

As variedades de mandioca são divididas em: mandioca-brava – que dá origem a produtos como farinha, tucupi, goma, entre outros – e mandioca-mansa ou macaxeira, aipim – que é usada para consumo in natura. Os agricultores têm conhecimento que essa divisão é feita em função do sabor amargo da mandioca-brava, que contém maior quantidade do chamado “veneno” da mandioca, capaz de levar até à morte se consumido em altas doses. Esse “veneno” na verdade corresponde a compostos cianogênicos que existem na mandioca e são liberados durante a mastigação. Os povos antigos que atuaram na domesticação da mandioca selecionavam materiais com maior teor desses compostos cianogênicos por verificarem que a mandioca ficava mais protegida do ataque de animais, insetos e doenças. Realmente, o sabor amargo e tóxico da mandioca afasta animais e insetos, ajudando na manutenção da planta. Talvez seja por isso que na Amazônia há variedades de mandioca com altíssimos teores de veneno, mesmo sendo uma característica não muito desejável para a comercialização atual. Hoje, os pesquisadores buscam diminuir a quantidade de “veneno” da mandioca para diminuir a toxidez dos resíduos do processamento e tentar aproveitar as folhas e ramas na alimentação animal. A parte das ramas da mandioca-brava geralmente não pode ser aproveitada em razão do risco de ser tóxica aos animais, exceto se trituradas e secas ao sol por 36 horas. Além disso, o líquido oriundo da prensagem da massa triturada da raiz da mandioca extraído na fabricação de farinha, denominado de manipueira, contamina os rios e solos próximos à casa de farinha. Então, um dos objetivos do melhoramento genético da mandioca é a diminuição da quantidade de “veneno” nas raízes.

Os agricultores possuem formas específicas de identificar se uma mandioca é do tipo brava ou mansa, e geralmente separam os dois tipos em seus roçados. Há agricultores que associam a coloração roxa ou rosa da entrecasca da raiz para identificar a mandioca como do tipo macaxeira. Porém, essa identificação é falha, pois em avaliações dos materiais mantidos em bancos de germoplasma da Embrapa, verificou-se que há variedades de mandioca-brava que possuem a entrecasca rosa ou roxa (MOURA et al., 2011), assim como existem macaxeiras com entrecasca amarela. Também não existe relação do tipo de mandioca com a forma da folha, forma da rama, entre outros. Há macaxeiras que podem ser parecidas com mandiocas-bravas e vice-versa. Dessa forma, é mais seguro confiar no



conhecimento que cada agricultor já possui dos materiais que ele planta, e não tentar classificar a mandioca com base em uma ou outra característica.

Os produtores de mandioca também fazem grande associação da cor da polpa da raiz com a característica “brava” ou “mansa”. Geralmente, as mandiocas com raiz amarela e amarelo intenso possuem maior teor de veneno, e entre as macaxeiras, a polpa de coloração branca ou creme é mais comum. Mas também há macaxeiras de polpa amarela. As mandiocas com raiz amarela são mais comuns na Amazônia e os bancos de germoplasma do Pará e do Amazonas contêm grande número de variedades com essa característica (Figura 2). Produtores que cultivam mandioca para produção de tucupi e farinha amarela preferem variedades com polpa amarela, e essa prática deve ser continuada para evitar a maior adição de corantes tóxicos ao produto final. Assim, ressalta-se que a identificação de mandioca-brava ou mandioca-mansa depende de análises laboratoriais ou deve-se levar em conta a informação fornecida pelo produtor que cultiva e conhece os materiais há mais tempo.



Foto: Elisa Ferreira Moura Cunha

Figura 2. Raiz de mandioca com coloração amarela intensa, de variedade conservada no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

A Embrapa vem trabalhando em ensaios exclusivos com mandiocas amarelas, visando à recomendação de materiais para plantio. Porém, a coloração amarela da raiz de mandioca não precisa se destinar somente à produção de produtos de cor amarela. A raiz da mandioca ganha a cor amarela em virtude do acúmulo de vitaminas, a mesma vitamina A da cenoura e da abóbora, mas em quantidade menor. Para maior aproveitamento dessas vitaminas, a raiz deve sofrer pouco processamento, pois a altas temperaturas elas desaparecem. Por isso, existem trabalhos de melhoramento genético para aumentar a concentração de vitamina A na raiz de macaxeiras, ao cruzar mandiocas amarelas com macaxeiras produtivas, para obter mandiocas com menor teor de veneno e maior teor de vitamina A (FUKUDA; PEREIRA, 2005; FUKUDA et al., 2005). Esse trabalho vem sendo realizado na Bahia e alguns materiais já vêm sendo testados em fase inicial no Estado do Pará.

Além das variedades de mandioca-brava e mandioca-mansa, no Estado do Pará também existe a conhecida mandiocaba, variedade de mandioca que, em vez de acumular goma nas raízes, acumula açúcares. Esse tipo de variedade costuma ocorrer no Nordeste Paraense e é cultivada para ser colhida na época da “iluminação”, no dia de finados, para preparo de mingau ou bebida alcoólica. Alguns agricultores ainda mantêm essa tradição, mas ela vem diminuindo ao longo do tempo. A Embrapa mantém em seu BAG amostras de mandiocaba e vem estudando essa variedade. Foi verificado que ela possui baixos teores de compostos cianogênicos e possui teor de açúcar em torno de 6% do peso total da raiz.

Outro material diferente é um material conhecido como “maniçobeira”, cujas folhas são usadas para preparo da maniçoba, prato típico da região amazônica, por comunidades do Município de São Antônio do Tauá, no Pará. A maniçobeira possui caule retorcido e folha com forma distinta do observado na mandioca comum (Figura 3). Apesar das características diferentes, comparações entre a maniçobeira e as mandiocas comuns usando testes de DNA identificaram que a maniçobeira também é uma variedade de mandioca (MOURA et al., 2013).



Figura 3. Variedade “Maniçobeira” no banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Amazônia Oriental.

VARIEDADES COM MESMO NOME MAS CARACTERÍSTICAS DIFERENTES E COM NOMES DIFERENTES MAS CARACTERÍSTICAS IGUAIS

Uma forma de se mensurar a variabilidade genética da mandioca é pela diversidade de nomenclatura das variedades. Os agricultores tendem a nomear as variedades de acordo com seus caracteres visuais, como a cor do pecíolo (variedades “Roxinha”, “Vermelhão”), a cor do broto apical (variedades “Olho Roxo”, “Olho Verde”), a forma das gemas do caule (variedade “Zolhuda”), entre outros. Além disso, características de cozimento das macaxeiras podem denominar a variedade, como nas Macaxeiras/Aipins Manteiga e Água Morna. Como os agricultores tendem a nomear variedades com base em poucas características da planta, é provável que muitas plantas diferentes venham recebendo o mesmo nome vulgar, por diferentes grupos de agricultores em diferentes regiões.

De fato, isso é observado no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, no qual existem diversas variedades com o nome “Olho Verde”, “Olho Roxo”, “Branquinha”, “Pretinha”, “Macaxeira Manteiga”, entre outros (Figura 4). Ocorre até derivação de nomes como a denominada “Inha”, que provavelmente foi derivada de “Rainha”, ou similaridades como a “Pacuí” no Estado do Amapá e a “Pecuí” no Estado do Pará. Assim, os agricultores devem ficar atentos com a recomendação ou indicação de uma variedade por técnicos ou mesmo colegas produtores, em razão dessa mistura de nomes das variedades. É importante identificar as características da variedade que a pessoa indicou, como cor e forma da folha, cor do pecíolo, cor da polpa da raiz, cor da entrecasca da raiz, que são características que sofrem pouca influência do ambiente e servem como identificadores das plantas.

Foto: Elisa Ferreira Moura Cunha



Figura 4. Exemplos de duas macaxeiras denominadas “Água Morna”, mostrando ser materiais diferentes, visível na forma e tamanho da folha e porte das plantas.

Da mesma forma, as variedades vão sendo repassadas a agricultores de diferentes locais e podem receber nomes diferentes em cada local. Ao se avaliar o DNA das variedades do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, identificou-se que um mesmo material foi coletado em diferentes locais da Amazônia e, em muitos locais, ele apresentava nomes diferentes. Essa informação é importante para o melhoramento genético, pois evita que o mesmo material com nomes diferentes seja mantido no BAG ou seja testado como materiais diferentes.



CULTIVARES RECOMENDADAS PELA EMBRAPA

Para o Estado do Pará, atualmente há duas cultivares recomendadas pela Embrapa para plantio: BRS Poti e BRS Mari (ALBUQUERQUE, 2008a, 2008b). Essas cultivares têm como diferencial a resistência à podridão-mole-da-raiz, doença que causa perda total nos plantios. Elas foram geradas a partir do cruzamento entre uma variedade com reconhecida resistência à doença, mas adaptada ao Estado do Amazonas, e variedades produtivas adaptadas ao Pará. Esses cruzamentos foram realizados na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. As sementes foram enviadas para a Embrapa Amazônia Oriental, onde foram semeadas em canteiros e as mudas foram multiplicadas para testes em campo. As avaliações ocorreram em Castanhal, em áreas de ocorrência da doença, onde se pôde selecionar as duas cultivares mais produtivas e que apresentaram resistência à doença. A cultivar BRS Poti possui folha apical (folha da ponta da cultivar – ápice) verde arroxeadada, pecíolo vermelho, porte ereto e é indicada para uso na agroindústria de farinha. É indicada para cultivo em terra firme e tem produção média de 27 t.ha⁻¹, em Latossolo amarelo de textura média. A cultivar BRS Mari possui folha apical (folha da ponta da cultivar – ápice) verde arroxeadada, cor externa do caule marrom, e é indicada para uso na agroindústria de farinha. É indicada para cultivo em terra firme e tem produção média de 25 t.ha⁻¹, em Latossolo amarelo de textura média com adubação mineral. Essas variedades vêm sendo utilizadas no Nordeste Paraense e são uma alternativa para áreas com muita ocorrência de doença. Para ter acesso às variedades, pode-se entrar em contato com o SAC da Embrapa Amazônia Oriental por meio do endereço eletrônico: www.embrapa.br/fale-conosco/sac.

Além desses materiais, a Embrapa está para recomendar dois materiais de macaxeira para a região de Altamira e dois materiais de mandioca para farinha para as regiões do Tapajós, Santa Luzia do Pará e Igarapé-Açu (FARIAS-NETO et al., 2013). Atualmente há ensaios de competição de variedades de macaxeira, mandioca amarela e mandiocaba em fase de avaliação em Igarapé-Açu e Altamira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento genético da mandioca é necessário para selecionar as variedades mais produtivas e adaptadas a determinada localidade,

associando a produção de raízes com qualidade nutricional e características que sejam interessantes para a obtenção dos diferentes produtos que são gerados no estado. No Estado do Pará, há grande variação genética da mandioca, em grande parte pelo esforço da manutenção das variedades pelos agricultores ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. S. **Cultivar de mandioca BRS Poti**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008a. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 204).

ALBUQUERQUE, A. S. **Cultivar de mandioca BRS Mari**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008b. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 205).

ALVES-PEREIRA, A.; PERONI, N.; ABREU, A.G.; GRIBEL, R.; CLEMENT, C. R. Genetic structure of traditional varieties of bitter manioc in three soils in Central Amazonia. **Genetica**, v. 139, p. 1259-1271, 2011.

ELIAS, M.; MUHLEN, G. S.; McKEY, D.; ROA, A. C.; TOHME, J. Genetic diversity of traditional South American landraces of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): an analysis using microsatellites. **Economic Botany**, v. 58, p. 242–256, 2004.

FARIAS-NETO, J. T.; MOURA, E. F.; RESENDE, M. D. V.; CELESTINO FILHO, P.; GERALDO, S. A. Genetic parameters and simultaneous selection for root yield, adaptability and stability of cassava genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1561-1567, 2013.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. de O.; PORTO, M. C. M. **Caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1997. 161 p.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. 38 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 78).

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O.; IGLESIAS, I. Cassava breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, p. 617-638, 2002.

FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C. **BRS gema de ovo**: mandioca de mesa biofortificada. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005.

FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C.; OLIVEIRA, L. A. de; GODOY, R. C. B. de. **BRS Dourada**: mandioca de mesa com uso diversificado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005.



KIZITO, E. B.; CHIWONA-KARLTUN, L.; EGWANG, T.; FREGENE, M.; WESTERBERGH, A. Genetic diversity and variety composition of cassava on small-scale farms in Uganda: an interdisciplinary study using genetic markers and farmer interviews. **Genetica**, v. 130, p.301-318, 2007.

LÉOTARD, G.; DUPUTIÉ, A.; KJELLBERG, F.; DOUZERY, E. J. P.; DEBAIN, C.; GRANVILLE, J. J.; MCKEY, D. Phylogeography and the origin of cassava: new insights from the Northern rim of the Amazonian basin. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, p. 329-334, 2009.

MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T. de; SAMPAIO, J. E.; SILVA, D. T. da; RAMALHO, G. F. Identification of duplicates of cassava accessions sampled on the North Region of Brazil using microsatellite markers. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 461-467, 2013.

MOURA, E. F.; SAMPAIO, J. E. Variabilidade morfológica de mandiocas bravas e mansas do BAG da Embrapa Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011.

PUJOL, B.; GIGOT, G.; LAURENT, G.; PINHEIRO-KLUPPEL, M.; ELÍAS, M.; MCKEY, H. M.; MCKEY, D. Germination ecology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) in traditional agroecosystems: seed and seedling biology of a vegetatively propagated domesticated plant. **Economic Botany**, v. 56, p. 366-379, 2005.



CAPÍTULO 4. PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ROÇA SEM FOGO E TRIO DA PRODUTIVIDADE

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm sido divulgados na mídia diversos estudos enfatizando o aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, secas persistentes, enchentes calamitosas, derretimento generalizado da neve e do gelo e elevação do nível do mar ameaçando a segurança alimentar e comprometendo os esforços para a redução da pobreza e do desenvolvimento sustentável. O aquecimento global tem sido apontado como principal evidência dessa mudança do clima em razão das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

As emissões de GEE ocorrem praticamente em todas as atividades humanas e setores da economia: na agricultura, principalmente por meio das queimadas por ocasião do preparo da terra para plantio e aplicação excessiva de fertilizantes; na pecuária, pelo não tratamento de dejetos animais e pela fermentação entérica do gado que produz gás metano no sistema digestivo que é exalado no ambiente; no transporte, pelo uso de combustíveis fósseis, como gasolina, diesel e gás natural; no tratamento dos resíduos sólidos, pela forma como o lixo é tratado e disposto; nas florestas, pelo desmatamento e degradação de florestas; nas indústrias, pelos processos de produção, como cimento, alumínio, ferro e aço (BRASIL, 2013).

Entre esses fatores que provocam mudanças climáticas destacam-se as queimadas e o desmatamento das florestas para agricultura e pecuária que ocorrem na Amazônia, incluindo os incêndios florestais, as queimadas das capoeiras e savanas, sendo responsável por cerca de 75% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa, de acordo com Sá et al. (2007). Somente o desmatamento representa 55% das emissões de GEE e os setores da agricultura e pecuária representam 25% (CAMINHOS..., 2009). A expansão da agropecuária e o abandono de áreas degradadas ou de solos desertificados têm uma contribuição significativa na liberação de carbono ainda não quantificada. Nos solos, há praticamente o dobro do carbono aprisionado nas florestas.

No Brasil, são devastadas imensas áreas de cobertura vegetal todos os anos, sendo registrados mais de 249 mil focos de fogo em 2010 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2010). Na literatura disponível, o que se lê sobre os efeitos negativos do uso do fogo está associado à redução da fertilidade dos solos com redução da produtividade dos cultivos,



degradação florestal, aumento da frequência de chuvas ácidas, doenças pulmonares, redução da capacidade de trabalho pela dificuldade em trabalhar em clima mais quente, entre outros (SÁ et al., 2007).

Mesmo assim, a floresta e a vegetação de capoeira continuam sendo derrubadas e queimadas para cultivos agropecuários na região, colocando o Brasil como um dos principais protagonistas de emissões de GEE. Como existe uma tendência de crescimento populacional nos países emergentes, deverá aumentar a demanda por alimentos e energia, que estão relacionados à agropecuária, ligados ao uso do solo e da água, evidenciando a necessidade de o Brasil considerar algumas medidas para reduzir as emissões de GEE.

A “Roça Sem Fogo” como prática de preparo de área sem uso do fogo associada ao “Trio da Produtividade da Mandioca” como componentes do sistema de produção de mandioca que mais impactam na produtividade da cultura são tecnologias propostas para mitigar esses problemas ambientais, dirigidas à produção rural sustentável, sistematizadas e desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Oriental e que podem ser adotadas por mais de 600 mil agricultores na Amazônia.

PREPARANDO A ROÇA SEM FOGO

As capoeiras recomendadas para trabalhar variam entre 5 e 10 anos de idade, em solos bem drenados, sem ocorrência de pedras e com declividade de no máximo 10%.

O preparo das áreas envolve as seguintes etapas de forma manual:

- a. Demarcação da área – abertura de picadas para delimitação de uma área de 50 m x 50 m, com o uso de facões.
- b. Broca – a vegetação de sub-bosque é tombada em corte rente ao solo usando-se facões, com o objetivo de reduzir as rebrotas e futuros desbastes. Essa vegetação juntamente com a fragmentação da copa dos espécimes lenhosos forma a palhada de matéria orgânica que permanece na área cobrindo o solo.
- c. Inventário – as espécies de interesse econômico, como plantas medicinais, fruteiras e essências florestais, são inventariadas e mantidas na área em distâncias não inferior a 10 m entre elas, a fim de não promover competição por luz com a mandioca.

- d. Corte da vegetação lenhosa – todos os demais espécimes lenhosos com valor energético são tombados em corte rente ao solo, utilizando-se motosserra e machado, a fim de reduzir as rebrotações e futuros desbastes. É feito o aproveitamento das varas ou caibros acima de 3,5 m de tamanho para venda às empresas de construção civil e o fuste das árvores é cortado em toras medindo 1 m de comprimento, para permitir a formação de medas de 1 m³ de lenha para comercialização ou fabricação de carvão. Essa operação deve ser feita árvore por árvore para facilitar o trânsito dos operadores e a retirada do material lenhoso (Figura 1).

Foto: Moisés Modesto



Figura 1. Lenha retirada da capoeira durante o preparo da roça sem fogo, organizada em medas de 1 m³, destinada a comercialização ou fabricação de carvão.

- e. Picotamento da galhada – efetuado com facão e foice, com objetivo de fracionar e rebaixar a vegetação, para cobrir o solo e facilitar o trânsito de trabalhadores na área, bem como as operações de piqueteamento, abertura de covas e plantio da mandioca.
- f. Aceiro – limpeza e retirada de toda a biomassa para dentro da área a ser plantada, proveniente do rebaixamento da galhada, numa largura de até 5 m, em volta da área preparada para plantio, visando impedir propagação de incêndios para dentro do roçado de cultivo.
- g. Abertura de covas e plantio da mandioca – realizado no início das chuvas, imediatamente após o preparo de área, no espaçamento de 1 m x 1 m (Figura 2).



Figura 2. Área preparada com a metodologia da Roça sem Fogo pronta para plantio da mandioca, Município de Baião, Pará, 2010.

- h. Tratos culturais – aos 30 dias após a emergência da mandioca é realizado um desbaste das brotações dos tocos com uso de facões. Posteriormente, efetuar duas capinas das plantas invasoras conforme a necessidade nos primeiros 150 dias de plantio da cultura da mandioca.

Na técnica de preparo de área da Roça sem Fogo, busca-se extrair retorno econômico dos recursos naturais existentes na vegetação de capoeira por meio da lenha, carvão, caibros para construção civil, sementes, óleos, moirões para cercas, plantas ornamentais, artefatos para artesanatos e outros, deixando-se na área as espécies de importância econômica, como fruteiras, essências florestais, espécies melíferas, medicinais, oleíferas e outras, num espaçamento mínimo de 10 m uma das outras, para evitar o sombreamento da mandioca.

VANTAGENS DA ROÇA SEM FOGO

As vantagens da roça sem fogo estão relacionadas com a preservação da matéria orgânica e da liberação gradual de macro e micronutrientes para o solo, tais como: Ca, Mg e S. A decomposição da matéria orgânica eleva o pH



e funciona como condicionador de solo para a elevação da Capacidade de Troca de Cátions (CTC). A matéria orgânica melhora a estrutura física do solo, promove maior retenção de umidade, aumenta a atividade microbiana e reduz os efeitos da erosão (LUCHESE et al., 2002). Todas as opções de manejo que aumentam as entradas de matéria orgânica nos solos e que diminuem a mineralização da matéria orgânica promovem o acúmulo de carbono nos solos (SADOWSKY et al., 1996).

Em trabalho com trituração da capoeira, Denich et al. (2004) apresentam balanço de nutrientes positivo com agricultura sem queima em relação a derruba-e-queima com 267 kg.ha⁻¹ de N, 8 kg.ha⁻¹ de P, 61 kg.ha⁻¹ de K, 176 kg.ha⁻¹ de Ca, 34 kg.ha⁻¹ de Mg e 27 kg.ha⁻¹ de S, mesmo após a colheita das culturas.

O período para o preparo de área pelo processo sem fogo não depende da estação seca, como ocorre no processo de derruba-e-queima da cobertura vegetal (DENICH et al., 2005), permitindo maior flexibilidade no calendário agrícola e podendo ser feita em qualquer época do ano, tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender às necessidades da planta a ser cultivada (KATO et al., 2002).

Outra vantagem importante é a possibilidade de obtenção de receita de produtos madeireiros extraídos da capoeira, como a produção de lenha e/ou carvão da roça sem fogo. No Município de Moju, Estado do Pará, Alves et al. (2010) e Modesto Júnior e Alves (2012) estimaram a cubagem de cerca de 100 m³.ha⁻¹ de lenha extraída de uma capoeira de 15 anos de idade e 12 m³.ha⁻¹ de lenha de uma capoeira de 4 anos, equivalente a um abatimento entre 50,13% e 10,55 % do custo de produção de mandioca no campo, respectivamente.

Mas o grande benefício da roça sem fogo é o seu serviço ambiental pela redução da emissão de carbono para a atmosfera, minimizando a emissão de gases que contribuem para o bem-estar da população e reduzindo os efeitos do aquecimento global, pois emite cinco vezes menos CO₂ equivalente para a atmosfera em relação ao sistema tradicional de derruba-e-queima (DAVIDSON et al., 2008).

O TRIO DA PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA

Na agricultura familiar, caso típico da pequena produção de mandioca, sugere-se que os agricultores sejam orientados a adotar as tecnologias



de processos, que dizem respeito às que trabalham preferencialmente a informação e, portanto, são mais adequadas ao método de extensão rural, que devem interferir nos sistemas de produção, especificamente na mudança de procedimento dos agricultores, visando à execução e controle das práticas agrícolas e do número e época das operações. Por isso sua adoção não depende da compra de insumos externos à propriedade, ao passo que para a adoção das tecnologias de insumos há necessidade de capital, muitas vezes de crédito rural para compra de fertilizantes, agrotóxicos, sementes, caracterizando-se como método típico de assistência técnica.

Como alternativa para o sistema de produção de mandioca para agricultura familiar, pode-se adotar as técnicas do Trio da Produtividade da Mandioca que se trata de uma marca criada num processo pedagógico desenvolvido para facilitar o entendimento e a adoção de tecnologias de processos pelos agricultores familiares (ALVES et al., 2008), consistindo em três componentes que mais impactam na produtividade da mandioca, que são:

- a. Seleção e corte reto de manivas-sementes.
- b. Plantio no espaçamento de 1 m x 1 m.
- c. Controle de plantas daninhas durante os 150 dias após o plantio da mandioca, por ser o período crítico da cultura, que é a época de formação das raízes. Na roça sem fogo, o controle das plantas daninhas (mato) é feito com facão por meio de duas desbrotas de tocos remanescentes aos 30 e 60 dias e pelo menos uma capina manual aos 150 dias após o plantio da mandioca.

Os agricultores que adotaram essa técnica nos municípios de Moju e Acará obtiveram, em 2007, uma produtividade média da ordem de 27,64 t/ha, cerca de 60% a mais que a média estadual (ALVES et al., 2008).

O PASSO A PASSO DO TRIO DA PRODUTIVIDADE

Diversos fatores contribuem para a baixa produtividade da mandioca, sendo eles: solos pobres e de elevada acidez, baixo potencial genético das variedades disponíveis e baixa tolerância às doenças de solo e do material de propagação utilizado pelos agricultores, falta de emprego de tecnologias no sistema de produção, controle ineficiente de plantas daninhas e falta de seleção de manivas-semente.

No que diz respeito a doenças, observa-se que os agricultores familiares não fazem a seleção prévia de plantas matrizes para a retirada das manivas-semente, não armazenam adequadamente os feixes de manivas e, quando não coincide a época de colheita com a de plantio da safra seguinte, costumam deixar os feixes de maniva abandonados no campo para plantar posteriormente. Como os plantios de mandioca são realizados com propagação vegetativa, é comum ocorrer a disseminação de pragas e doenças para o plantio seguinte.

Os procedimentos seguintes têm por objetivo orientar o agricultor familiar na adoção do Trio da Produtividade da Mandioca com a seleção de suas manivas-semente, em seu próprio mandiocal, visando obter um ótimo desenvolvimento da cultura da mandioca, resultando em aumento de produção com pequenos custos adicionais.

- a. **Eliminar as plantas doentes e atípicas:** a área escolhida para retirada de matrizes deve passar por inspeção de campo rigorosa para eliminação de todas as plantas não pertencentes à variedade de interesse, assim como as plantas atacadas por pragas e doenças que possam comprometer a qualidade das manivas-semente (Figura 3).

Foto: Raimundo Brabo



Figura 3. Planta doente infectada por podridão-mole, inadequada para plantio.



- b. **Selecionar as plantas matrizes:** as matrizes que irão fornecer as manivas-semente devem ser as plantas mais vigorosas, oriundas de um mandiocal com 10 a 12 meses de idade. Se não coincidir a época de colheita com a de plantio da safra seguinte, selecione as plantas mais vigorosas e mantenha-as no campo para serem colhidas assim que a nova área estiver totalmente preparada para plantio(Figura 4).



Foto: Moisés Modesto

Figura 4. Mandiocal com 10 meses de idade, apresentando bom desenvolvimento vegetativo para seleção de manivas-semente.

- c. **Selecionar as ramas:** para obter plantas mais vigorosas, retire as ramas do terço médio das plantas, eliminando a porção lenhosa rente ao solo (20 cm) por ter gemas mortas e as partes verdes superiores das plantas, que possuem poucas reservas e resultam em plantas raquíticas. Amarre as ramas selecionadas em feixes de 50 ramas, que devem ser etiquetados, anotando-se nome da variedade, data da colheita e nome do proprietário (Figura 5).

Foto: Moisés Modesto



Figura 5. Feixes de ramas de mandioca selecionadas do terço médio da planta.

- d. **Armazenamento das ramas:** a emergência (germinação/brotação) e o vigor da planta são afetados pelo tempo de armazenamento. Recomenda-se que as ramas sejam armazenadas no máximo até o 14º dia após colhidas, ou seja, durante duas semanas. Deve-se armazenar o feixe de ramas o mais próximo possível da área a ser plantada, em local fresco, com umidade moderada, sombreado, podendo as ramas ficar dispostas vertical ou horizontalmente (Figura 6).

Foto: Enilson Solano



Figura 6. Armazenamento correto de ramas, na vertical, à sombra, durante até duas semanas.



Na Figura 7, observa-se uma forma inadequada de armazenamento de ramos de mandioca, totalmente expostos ao tempo, sujeitas à desidratação e inadequadas para o plantio, pois estão em fase adiantada de germinação.



Foto: Emilson Solano

Figura 7. Ramos mal armazenados, expostos ao tempo, com gemas germinadas, inadequadas para o plantio.

- e. **Preparo das manivas-semente:** com uso de facão bem amolado ou com uma serra fina, faça o corte reto das manivas-semente, que resultará na menor exposição a fungos de solo e distribuição mais uniforme das raízes, quando comparado com o corte em bisel. A maniva-semente deve ter tamanho de 20 cm – aproximadamente um palmo (Figura 8).



Foto: Moisés Modesto

Figura 8. Manivas-semente de 20 cm de tamanho com corte reto.

O corte das ramas em manivas-semente só deve ser feito para o plantio no mesmo dia. Nessa etapa, a atenção deve ser redobrada, o material deve estar sadio, ou seja, livre de pragas, doenças, danos ou ferimentos. Se for observada coloração marrom-escura no cerne da maniva-semente, ela deve ser descartada, por estar infectada por doenças ou por broca (Figura 9).

Foto: Moisés Modesto



Figura 9. A maniva do lado esquerdo está infectada e deve ser descartada.

- f. **Quantidade de manivas-semente por hectare:** considerando o plantio no espaçamento de 1 m x 1 m, são necessárias 10 mil manivas-semente de 20 cm de tamanho. Serão necessárias 2 mil ramas com tamanho médio de 1 m. Porém, sugere-se adicionar 20% a título de reserva técnica, em virtude de possíveis perdas durante a etapa de preparo e seleção da maniva-semente, resultando em 2,4 mil ramas ou 48 feixes por hectare.
- g. **Escolha de área para cultivo:** faça opção por capoeiras de 5 a 10 anos de idade, com preparo de área sem uso do fogo, em solos bem drenados e declividade de até 10%, em área de fácil acesso. Evite usar áreas cultivadas com mandioca em anos anteriores no mesmo local. Os resíduos vegetais (cepas e/ou ramas) do plantio de mandioca do ano anterior deverão ser eliminados.
- h. **Plantio:** plante no alinhamento em espaçamento de 1 m x 1 m, que resultará em 10 mil plantas por hectare.



- i. **Tratos culturais:** mantenha o roçado isento de mato, por meio de capinas manuais, durante 150 dias após o plantio da mandioca.

CUSTO DE PRODUÇÃO DA MANDIOCA EM ROÇA SEM FOGO E TRIO DA PRODUTIVIDADE

Em julho de 2013, foi instalada uma unidade demonstrativa envolvendo o preparo de área seguindo os procedimentos da Roça sem Fogo e o cultivo da mandioca conforme as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca, numa área de mil metros quadrados, na Comunidade Miritipitanga, Município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Plantou-se a variedade Chico-Vara, de raízes de cor branca, porte médio e hábito de crescimento ramador. Por ocasião do plantio, efetuou-se a aplicação de 50 g/cova de calcário dolomítico e, aos 30 dias após o plantio, efetuou-se a primeira desbrota com uso de facões para controle das plantas daninhas, seguida de uma adubação química com NPK formulação 10-28-20 na dosagem de 20 g/planta. Aos 45 dias após o plantio, constatou-se uma taxa de germinação na ordem de 93,12%.

Foram anotados todos os custos de produção, incluindo a colheita da mandioca efetuada aos 13 meses de cultivo (Tabela 1), avaliando-se a produtividade de raízes de todas as plantas contidas em quatro parcelas amostrais de 20 m², determinadas ao acaso na unidade demonstrativa. Os resultados foram submetidos à análise financeira para determinação da relação benefício/custo obtida pela divisão entre a receita bruta e o custo total da produção. O ponto de nivelamento em dinheiro, que é o momento quando despesas e lucros se igualam, ou seja, quando o produto deixa de custar e passa a dar lucro, foi obtido pela razão entre o custo total e o número de sacos de 60 kg produzidos, e o ponto de nivelamento em sacos de farinha foi obtido pela razão entre o custo total e o preço do saco de farinha de 60 kg comercializado em agosto de 2014 no valor de R\$ 90,00. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo total e a receita bruta, dividindo-se pela receita bruta em percentagem.

A produção de lenha foi cubada totalizando 50 m³.ha⁻¹, equivalente a uma receita líquida de R\$ 900,00, pela comercialização de 180 sacos de carvão. A produtividade da mandioca foi 20,76 t.ha⁻¹, quase o dobro da produtividade média do Município de Tomé-Açu, na ordem de 12 t.ha⁻¹ (IBGE, 2012).

Tabela 1. Custo de produção de 1 ha de mandioca cultivada no sistema de Roça sem Fogo e Trio da Produtividade da Mandioca, em Tomé-Açu, Estado do Pará. Valores em reais (R\$) relativos a agosto/2014.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		(%)
			Unitário	Total	
1. Preparo do solo	-	-	-	2.110,00	46,84
Demarcação: abertura de picadas	Hd ⁽¹⁾	02	35,00	70,00	1,55
Broca e corte rente ao solo	Hd	35	35,00	1.225,00	27,19
Retirada da lenha	Hd	05	35,00	175,00	3,88
Operação de motosserra	Hd	04	160,00	640,00	14,21
2. Insumos e plantio	-	-	-	1.205,00	26,75
Seleção de manivas-semente	Hd	02	35,00	70,00	1,55
Calcário dolomítico	t	0,5	150,00	75,00	1,66
Adubo químico NPK 10-28-20	saco	04	90,00	360,00	7,99
Aplicação dos fertilizantes	Hd	04	35,00	140,00	3,11
Plantio manual	Hd	16	35,00	560,00	12,43
3. Tratos culturais	-	-	-	140,00	3,11
Duas desbrotas com facão	Hd	04	35,00	140,00	3,11
4. Colheita e transporte	-	-	-	1.050,00	23,11
Colheita e transporte até a casa de farinha	Hd	30	35,00	1.050,00	23,11
Subtotal	-	-	-	4.505,00	100,00
5. Custo de produção e comercialização da farinha	-	-	-	2.924,00	-
Processamento da farinha ⁽²⁾	saco	86	30,00	2.580,00	-
Sacaria	saco	86	1,00	86,00	-
Frete para comercialização	saco	86	3,00	258,00	-
6. Custo Total	-	-	-	7.429,00	-
7. Receita Bruta	-	-	-	8.640,00	-
Venda de farinha (saco de 60 kg)	saco	86	90,00	7.740,00	-
Lucro da venda de carvão	saco	180	5,00	900,00	-
8. Margem Bruta	-	-	-	1.211,00	-
9. Relação Benefício/Custo	-	-	-	1,16	-
10. Ponto de Nivelamento	R\$	-	-	86,38	-
11. Ponto de Nivelamento	saco	-	-	82,54	-
12. Margem de Segurança	%	-	-	-14,02	-

⁽¹⁾Hd: homem/dia.

⁽²⁾Estimativa com base em 25% de rendimento na transformação de raiz de mandioca em farinha-seca.



A análise financeira (Tabela 1) revelou viabilidade econômica com lucro líquido de R\$ 1.211,00 e relação benefício/custo de 1,16, significando que para cada R\$ 1,00 aplicado no sistema, retorna R\$ 1,16 na comercialização de farinha de mandioca e carvão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Roça sem Fogo e o Trio da Produtividade da Mandioca são consideradas como tecnologias de processos e, no caso típico da pequena produção de mandioca, dizem respeito às tecnologias que trabalham preferencialmente a informação, e portanto são adequadas ao método de extensão rural, que deve interferir nos sistemas de produção, especificamente na mudança de procedimento dos agricultores, visando à execução e controle das práticas agrícolas e do número e época das operações. Por isso sua adoção não depende da compra de insumos externos à propriedade, ao passo que para a adoção das tecnologias de insumos há necessidade de capital, muitas vezes de crédito rural para compra de fertilizantes, agrotóxicos e sementes, caracterizando-se como método típico de assistência técnica.

O principal benefício da Roça sem Fogo é a redução das queimadas e redução da emissão de gases de efeito estufa que provocam o aquecimento global.

O agricultor pode produzir a mandioca em capoeiras de até 10 anos de idade, tendo como sequência a implantação de SAFs, pois além da receita auferida com a cultura da mandioca, adiciona-se a receita com a venda de produtos madeireiros (moirões para cercas, caibros para construção civil, lenha e carvão) e não madeireiros (óleos, sementes, artefatos para artesanatos) e posteriormente das espécies frutíferas perenes (açazeiros, cupuacuzeiros, bananeiras, pupunheiras, laranjeiras, castanheiras, ipê, mogno, andirobeira, entre outras), mantendo-se a biodiversidade com conservação de solo. A copa das árvores, que permanece na área triturada como cobertura do solo, protege contra a erosão e aumenta a fertilidade pelo fornecimento de nutrientes para as plantas após o processo de decomposição.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ANDRADE, A. C. da S. O trio da produtividade na cultura da mandioca: estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, Estado do Pará. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Os desníveis regionais e a inovação no Brasil: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica.** Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; SILVA, E. S. A. Roça sem fogo: alternativa agroecológica de ciclagem de nutrientes com uso da leguminosa *Inga edulis* Mart. para produção de mandioca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 7.; ENCONTRO DE APICULTORES DO SUL DE MINAS, 1., 2010, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: GSC, 2010. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Efeito estufa e aquecimento global.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/ciencia-da-mudanca-do-clima/efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 10 out. 2013.

CAMINHOS para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil. São Paulo: McKinsey & Company, 2009. 47 p.

DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. A.; CARVALHO, C. R.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative 35 to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, n. 5, p. 998-1111, 2008.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A.; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 91-106, 2004.

DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 110, n. 1-2, p. 43-58, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento de focos ativos no Brasil.** São José dos Campos, 2010. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas.php>>. Acesso em: 10 out. 2013.

IBGE. **Produção agrícola municipal:** culturas temporárias. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150800&search=para%20ome-acu>>. Acesso em: 13 out. 2014.

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; JESUS, C. C. de; RENDEIRO, A. C. **Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 64).

LUCHESI, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2002. 182 p.



MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo para produção de mandioca em Moju. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, n. 14, p. 59-68, jan./jun. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73359/1/N-14-Sistema-Agroecologico.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2014.

SÁ, T. D. de A.; KATO, O. R.; CARVALHO, C. J. R. de; FIGUEIREDO, R. de O. Queimar ou não queimar? De como produzir na Amazônia sem queimar. **Revista USP**, n. 72, p. 90-97, dez./fev. 2006-2007. Disponível em: <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFsQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.revistas.usp.br%2Frevusp%2Farticle%2Fdownload%2F13572%2F15390&ei=pbVWUv-pK0Le9ASM2IC4AQ&usg=AFQjCNFg-Pb_wzTmih5L0LS0HdkAcRzy-w>. Acesso em: 10 out. 2013.

SADOWSKI, M.; MEYERS, S.; MULLINS, F.; SATHAYE, J.; WISNIEWSKI, J. Methods for assessing greenhouse gas mitigation for countries with economies in transition: summary of workshop presentations and discussions. **Environmental Management**, v. 20, p. S3-S13, 1996. Supplement 1.



CAPÍTULO 5. CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA A CULTURA DA MANDIOCA

Manoel da Silva Cravo

Thomas Jot Smyth

Benedito Dutra Luz de Souza

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América do Sul, é cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais (FAO, 2013), constituindo-se em um dos principais alimentos energéticos para milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento.

No Brasil, em razão de sua fácil adaptação e do uso eficiente de água e nutrientes, a mandioca é cultivada em todos os estados, com rendimentos razoáveis, usando poucos insumos (ou nenhum), em áreas com solos pobres e ácidos, situando-se entre os oito principais produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (SOUZA et al., 2009).

A produção estimada de mandioca no Brasil, para 2014, é de 23,4 milhões de toneladas (IBGE, 2014), com rendimento médio de 14,7 t ha⁻¹. A região Norte, principal produtora do País, tem uma estimativa de produção de 7,4 milhões de toneladas, tendo o Pará como o maior produtor nacional, com 4,7 milhões de toneladas e produtividade média de 15,7 t ha⁻¹, participando com 63,5% da produção da região Norte e 20,1% da produção nacional.

A produtividade média de raízes varia de região para região, com a Nordeste apresentando 10,4 t ha⁻¹, a Norte com 15,4 t ha⁻¹, a Sudeste com 16,1 t ha⁻¹, a Centro-Oeste com 18,2 t ha⁻¹ e a Sul com 23,4 t ha⁻¹ (IBGE, 2014). Esses dados diferenciados podem estar relacionados com, pelo menos, dois dos principais fatores de produção: a oferta de **água** e de **nutrientes** nos solos das áreas de cultivo das diferentes regiões, fatores esses de extrema importância para o desempenho produtivo dessa cultura.

No Nordeste, observam-se tipos climáticos que variam do quente e úmido ao quente e seco (semiárido), passando por uma faixa de transição semiúmida, ocorrendo, em grande parte dessa região, solos de média a alta fertilidade natural (SANTOS; CÂMARA, 2002). Embora esses solos sejam relativamente bem supridos de nutrientes, a oferta de água é limitada na maioria das áreas de cultivo, por causa da baixa precipitação e má distribuição das chuvas durante o ano, o que afeta o rendimento de raízes da mandioca (10,4 t ha⁻¹). Por sua vez, na região Norte, embora com boa oferta de água durante a maior parte do ano, os solos são pobres e ácidos (FALESI, 1986) e os agricultores cultivam a mandioca, na maioria dos casos, sem uso de qualquer insumo, o que também prejudica a produtividade de raízes de mandioca (15,4 t ha⁻¹). Nas demais regiões, geralmente há boa oferta de água e, na maioria dos sistemas de produção, a fertilidade do solo é corrigida, o que redundará em rendimentos de raízes mais elevados, como demonstrado pelos dados do IBGE (2014).



Esses fatos demonstram que a cultura da mandioca, embora possa produzir em condições adversas, em termos de oferta de água e nutrientes (FAO, 2013) responde em termos de aumento de produtividade, quando esses fatores de produção são adequados às suas exigências, permitindo a expressão de seu potencial produtivo, como constatado na África e na Ásia (FAO, 2013) e no Brasil (CRAVO et al., 2008; MIRANDA et al., 2005; SOUZA et al., 2009).

SOLOS PARA O CULTIVO DE MANDIOCA

Seleção de áreas

Na seleção de áreas para o plantio de mandioca, as condições de clima e solo favoráveis ao cultivo deverão ser consideradas. Devem ser selecionadas áreas planas ou suave onduladas, com declividade máxima de 5%, dando-se preferência para solos profundos, arenosos ou de textura média, o que facilita o crescimento das raízes e a colheita, além de diminuir a possibilidade de encharcamento, que pode causar o apodrecimento das raízes. Solos de textura argilosa e muito argilosa de modo geral não são recomendáveis para o cultivo de mandioca, por dificultar o crescimento das raízes e apresentar maior risco de encharcamento, provocando o apodrecimento das raízes, além de dificultar a colheita, especialmente em períodos secos. Entretanto, existem tipos de solos (Latossolo) com textura muito argilosa, como os que ocorrem nos municípios de Paragominas e Santarém no Pará, bem como em regiões próximas de Manaus, Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Uruará e Maués, além de outros no Amazonas, cuja fração argila é de natureza essencialmente caulinitica (CAMARGO; RODRIGUES, 1979; RODRIGUES et al., 1991; SILVA, 1989), com estrutura na forma de **microagregados** e com poros bem distribuídos no perfil (EMBRAPA, 1983; RODRIGUES et al., 1971, 1991), proporcionando drenagem semelhante à de um solo de textura média, quando não está compactado. Nesses solos, a mandioca é cultivada com sucesso, sem problemas para o crescimento e para a colheita das raízes.

Uma característica importante a ser observada na escolha de área para plantio é a profundidade do solo, bem como se não há impedimento à drenagem, com presença de camada compactada ou de impedimento, imediatamente abaixo da camada arável, o que pode prejudicar o crescimento e até causar o apodrecimento das raízes.

Também devem ser evitadas áreas sujeitas a encharcamentos periódicos, como normalmente ocorre nas áreas de baixada, pois nesses locais a

mandioca tem um crescimento reduzido e o excesso de umidade causa o apodrecimento das raízes.

É importante que os plantios sejam localizados em áreas de fácil acesso de veículos e o mais próximo possível dos locais de processamento, a fim de diminuir os custos de transporte da mandioca.

Principais tipos de solos utilizados para cultivo de mandioca no Pará e suas características físico-químicas

Como principais tipos de solos e de maior ocorrência no Estado do Pará, que são utilizados para o cultivo de mandioca, destacam-se os classificados como Latossolos e Argissolos. Conforme dados da Tabela 1 (GAMA et al., 2010), observa-se que essas duas classes, juntas, cobrem mais de 80% da superfície do estado, sendo as mais frequentes nas principais regiões produtoras de mandioca do estado.

Tabela 1. Resumo das principais classes de solos do Estado do Pará.

Classe	km ²	Área
		% da superfície do estado
Latossolos	508.493	41,42
Argissolos	496.744	40,47
Subtotal	1.005.237	81,89
Outras	222.237	18,11
Total Geral	1.227.530	100,00

Fonte: adaptado de Gama et al. (2010).

Trata-se de solos que ocorrem em áreas com relevo plano a suave ondulado, o que facilita os trabalhos de mecanização, apresentando textura média a argilosa, são profundos a muito profundos (> 2 m), bem a moderadamente drenados, bastante porosos e permeáveis, características essas muito favoráveis ao cultivo de mandioca. Contudo, são solos destituídos de minerais primários facilmente intemperizáveis, que são as fontes naturais de nutrientes dos solos e, por isso, considerados solos envelhecidos, bastante intemperizados e lixiviados (FALESI, 1986).

Por essas características, esses solos geralmente apresentam-se, em seu estado natural, com baixa fertilidade e normalmente ácidos (Tabela 2), havendo necessidade de correção da acidez e melhoria da fertilidade, para que culturas como a mandioca possam expressar seu potencial produtivo.



Tabela 2. Características físico-químicas de horizontes superficiais (0 cm a 30 cm) de 20 perfis de Latossolos e 20 perfis de Argissolos do Nordeste do Pará.

Argila (%)	pH H ₂ O	Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)	Al	K (mg dm ⁻³)	P	V (%)	m
Latossolo							
18,2	4,9	0,73	0,7	22	1,3	20	42
Argissolo							
14,3	4,9	0,87	0,5	11,1	1,6	31	32

Fonte: adaptado de Cravo e Smyth (2005).

Conforme Souza et al. (2009), a faixa favorável de pH para mandioca é de 5,5 a 7,0, sendo 6,5 o ideal, embora ela seja menos afetada pela acidez do solo do que outras culturas. A mandioca produz bem em solos de alta fertilidade, apesar de rendimentos satisfatórios também poderem ser obtidos em solos degradados quimicamente, com baixos teores de nutrientes, nos quais a maioria dos cultivos tropicais não produziria satisfatoriamente (SOUZA et al., 2009).

CALAGEM E ADUBAÇÃO

A capacidade de produzir rendimentos razoáveis em solos pobres deu origem à crença de que a mandioca não requer fertilizantes minerais, nem responde a eles, mas os resultados de extensa revisão de dados feita pela FAO (2013) mostraram que muitas variedades de mandioca respondem bem à fertilização e outras menos. No Brasil, a mandioca é plantada usualmente sem ou com utilização mínima de insumos, especialmente na região Nordeste (SOUZA et al., 2009) e na amazônica, onde os plantios são feitos no sistema de derruba-e-queima, aproveitando apenas as cinzas da queimada da vegetação (CRAVO et al., 2005). Porém, mesmo considerada uma cultura rústica, adaptável a condições de baixa fertilidade e elevada acidez dos solos (FAO, 2013; MIRANDA et al., 2005; SOUZA et al., 2009), seu cultivo contínuo na mesma área, sem reposição dos nutrientes exportados, pode provocar o esgotamento das reservas nutricionais dos solos, levando-os à completa degradação. Esse aspecto é particularmente importante na região Norte (grande produtora de mandioca) e na região dos Cerrados, onde os solos, em sua grande maioria, apresentam condições de baixa fertilidade natural e elevada acidez (CRAVO et al., 2005; MIRANDA et al., 2005).

Assim sendo, torna-se necessário buscar formas apropriadas de manejo desses solos, com uso judicioso da calagem e da adubação, para se

obter boas produtividades e manter o solo em condições de fertilidade adequada para o cultivo em rotação de culturas na mesma área, sem a necessidade de incorporação de novas áreas (de mata ou capoeira) ao processo produtivo, principalmente no sistema de derruba-e-queima, que é muito prejudicial ao meio ambiente.

Respostas da mandioca à calagem

A utilização de calcário para essa cultura em solos ácidos nem sempre tem proporcionado acréscimos elevados de produtividade (SOUZA et al., 2009). Em razão disso, para o cultivo da mandioca, tem sido recomendada a aplicação de calcário em doses moderadas visando, principalmente, o suprimento de cálcio e magnésio, que são o terceiro e o quinto nutrientes mais absorvidos pela cultura (MIRANDA et al., 2005), e não ultrapassar a dose de 2 t ha^{-1} , por qualquer método de recomendação (RAIJ et al., 1996; RIBEIRO et al., 1999). Considerando esse raciocínio, Miranda et al. (2005) obtiveram rendimentos expressivos de mandioca em dois solos de Cerrado, em resposta à calagem – somente para elevar a saturação por bases do solo para 25% – e à adubação fosfatada, tendo sido observada, também, resposta à interação da calagem com a adubação fosfatada.

No Pará, também têm sido observados efeitos positivos da calagem, em doses moderadas, para a cultura da mandioca, conforme pode ser visto pela Figura 1 e Tabela 3 (CRAVO, 2007).

Fotos: Manoel Cravo

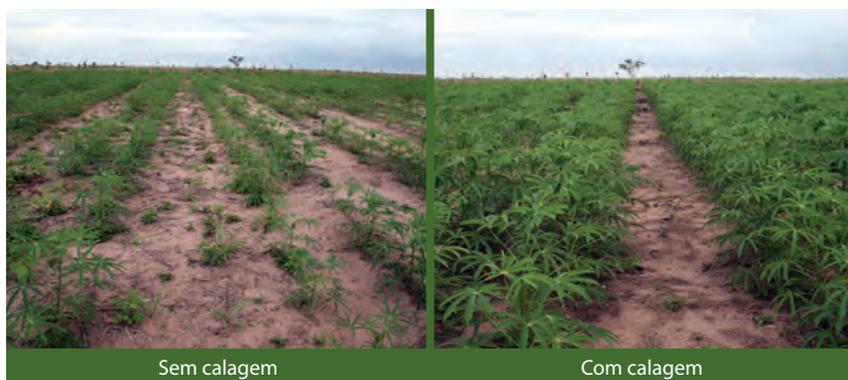


Figura 1. Desenvolvimento vegetativo da mandioca, em função da utilização de calcário. Tracuateua, Pará, 2012.



Nesse cultivo (Figura 1), foi utilizado o equivalente a 1 t ha^{-1} de calcário dolomítico na área “com calagem” e ausência na “sem calagem”. Embora ambos os plantios tenham recebido o equivalente a 250 kg ha^{-1} da fórmula NPK 10-28-20, por volta dos 60 dias após o plantio, nota-se melhor desenvolvimento vegetativo na área que recebeu calagem e, segundo informações do produtor, o rendimento de raízes de mandioca obtido da área com calagem foi muito maior do que o da área sem calagem.

Em experimento instalado em área recém-desmatada e queimada, do Município de Terra Alta (CRAVO, 2007), também foi observada tendência de reposta positiva na produção de raízes e parte aérea de macaxeira, até a dose de 1 t ha^{-1} de calcário (Tabela 3). Foi observado também que, nas doses mais elevadas de calcário, as plantas mostraram sintomas de deficiência de micronutrientes, o que, provavelmente, provocou decréscimo na produtividade tanto de raízes como da parte aérea (Tabela 3), demonstrando a inconveniência de se usar doses muito elevadas de calcário para essa cultura.

Tabela 3. Rendimento de raízes e parte aérea de mandioca de mesa (macaxeira), em resposta a doses de calcário aplicadas em Latossolo Amarelo, Terra Alta, PA, 2004.

Dose de Calcário (t ha^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})	
	Raízes	Parte Aérea
0	19.917	18.833
1,0	24.250	22.833
2,0	22.250	16.667
3,0	18.250	15.500
4,0	21.500	20.833

Fonte: Cravo (2007).

Esse fato está relacionado com a disponibilidade de micronutrientes no solo, em função do aumento do pH, provocado pela calagem. Isto porque, com o aumento do pH do solo, há um decréscimo progressivo dos teores de Fe, Cu, Mn e Zn (CAMARGO et al., 1982) e aumento dos teores de Mo e Cl, especialmente em valores de pH acima de 6,5, o qual normalmente é atingido com doses de calcário acima de 2 t ha^{-1} . Esse aspecto é agravado em solos arenosos – os mais utilizados para o cultivo da mandioca – pois, nesses solos, a disponibilidade de micronutrientes catiônicos (metais) é menor do que em solos argilosos. Por isso, é muito importante que esses fatos sejam levados em consideração por ocasião das recomendações de calagem para cultura da mandioca.

Respostas da mandioca à adubação

No que se refere à adubação mineral, têm sido relatados aumentos significativos de produção de raízes na África e na Ásia (FAO, 2013) e no Brasil (MATTOS; CARDOSO, 2003; MIRANDA et al., 2005; SOUZA et al., 2009). No Pará, em experimento instalado em Latossolo Amarelo, já destituído da cobertura natural de floresta (área de capoeira), Cravo e Smyth (dados não publicados) observaram aumento de 19,3 t ha⁻¹ para 37,3 t ha⁻¹ (mais de 90%) na produtividade de raízes de mandioca, em resposta à aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a lanço e incorporado. Em outro experimento, também em Latossolo Amarelo, utilizando-se doses crescentes de potássio, a produtividade média de raízes aumentou de 23 t ha⁻¹ para 39,2 t ha⁻¹ (mais de 70%), com a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, em relação ao rendimento da testemunha que recebeu todos os outros nutrientes, menos potássio.

No que se refere à adubação orgânica para mandioca, existem muitos relatos sobre o uso de esterco de animais, compostos orgânicos e adubos verdes como fontes de matéria orgânica, aumentando a produtividade de raízes por melhorarem as características físicas, químicas e biológicas do solo. Em experimentos realizados na Indonésia (FAO, 2013), a combinação de 5 t de adubo orgânico com uso de doses adequadas de fertilizantes minerais proporcionou rendimentos mais elevados do que somente com fertilizante mineral.

Andrade et al. (2005) observaram aumento de produtividade de raízes e da parte aérea de mandioca, em resposta à utilização de esterco de curral e de adubos verdes como cobertura morta que, segundo os autores, além de fornecer maior quantidade de nitrogênio para as plantas, proporcionou maior armazenamento de água, diminuição e menor variação da temperatura do solo. Segundo FAO (2013), ao melhorar as condições físicas do solo – temperaturas menores, níveis mais altos de umidade, maior capacidade de infiltração da água e menor evaporação –, a cobertura vegetal favorece a obtenção de rendimentos mais altos de raízes, além de manter o equilíbrio e a atividade microbiana do solo.

Miranda et al. (2004) obtiveram rendimentos semelhantes de raízes de mandioca, com o uso de 300 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 4-30-6 + 10 kg ha⁻¹ de FTE BR-12 e 4 t ha⁻¹ de húmus de minhoca, aplicados no sulco de plantio. Contudo, em termos comparativos, os custos com o uso do húmus, na região de Cerrado seria cerca de oito vezes o do uso do fertilizante químico,



tornando seu uso inviável para essa cultura. No Pará, em experimento de campo, Smyth (2007) observou aumentos na produtividade de raízes de mandioca de 82,4%, 67,9% e 36,8%, com o uso, respectivamente, de 5 t ha⁻¹, 15 t ha⁻¹ e 15 t ha⁻¹ de esterco de galinha, esterco de bovino e resíduo de fabricação de farinha de mandioca sendo atribuídos esses aumentos de produtividade principalmente ao incremento dos teores de fósforo e potássio ao solo, pela aplicação desses adubos orgânicos.

Portanto, fica evidente que, independente da fonte de nutrientes, a mandioca responde à adubação, sendo necessário fazer a reposição ao solo de pelo menos as quantidades de nutrientes exportadas pelas colheitas, no intuito de evitar a exaustão dos solos.

RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA A CULTURA DA MANDIOCA

A maioria dos estados brasileiros dispõe de tabela de recomendações de calagem e adubação para a cultura da mandioca, sendo unâimes em sugerir que essas recomendações sejam definidas com base em resultados da análise química do solo.

Calagem

É recomendável que a calagem seja aplicada com certa antecedência do plantio, normalmente entre 20 dias (CRAVO et al., 2010) e 60 dias (MATTOS; CARDOSO, 2003; RAIJ et al., 1996; RIBEIRO et al., 1999), para haver tempo suficiente para reação no solo, sendo utilizados diversos métodos para o cálculo da necessidade de calagem. No Pará, tomando-se como base os resultados de análise do solo, os cálculos são feitos com o objetivo de baixar a saturação por alumínio para 30%, podendo ser calculada a necessidade de calcário pela seguinte equação:

NC = 1,5[AI – SAD (Ca + Mg + K + AI)/100], em que:

NC = Necessidade de Calcário (t ha⁻¹), com PRNT ajustado para 100%.

SAD = Saturação de Alumínio Desejada no solo após a calagem. No caso da mandioca, a SAD deve ser ajustada para 30.

Quando o potássio vem expresso em mg dm^{-3} , na análise do solo, deve ser convertido em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ pela fórmula: **$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de K} = \text{mg dm}^{-3} \times 0,02556$, ou $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de K} = \text{mg dm}^{-3} \div 39,102$** para empregar na equação acima.

Para solos argilosos, usar 1,8 para o fator multiplicativo da equação, em vez de 1,5. Não aplicar mais do que 2 t ha^{-1} de calcário (PRNT ajustado para 100%), mesmo que os cálculos forneçam valores mais elevados, sendo recomendável o uso de calcário dolomítico, principalmente em solos com teor de magnésio inferior a $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

O calcário deve ser dividido em duas partes iguais e a primeira metade, aplicada na superfície do terreno e incorporada a uma profundidade de 20 cm, preferencialmente com arado ou, na falta, usar grade aradora. A segunda metade deve ser aplicada antes da gradagem e incorporada de preferência no mesmo dia, para evitar perdas provocadas pelo vento e pela chuva. Esperar pelo menos 20 dias após a aplicação do calcário para fazer o plantio.

Nitrogênio

A mandioca, mesmo em solos com baixos teores de matéria orgânica, tem apresentado baixa resposta à adubação nitrogenada, fato este atribuído à presença de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico no solo (FAO, 2013; MATTOS; CARDOSO, 2003). Por isso, recomenda-se aplicar uma dose de 40 kg ha^{-1} de N, em cobertura, 30 a 60 dias após a brotação.

Fósforo e Potássio

Considerando-se os baixos teores de fósforo (P) nos principais solos da região (FALES, 1986), a adubação fosfatada adquire grande importância para a cultura da mandioca, embora não seja extraído em grandes quantidades por essa cultura (FAO, 2013; MIRANDA et al., 2005; SOUZA et al., 2009). É importante também levar em consideração a textura do solo na tomada de decisão para adubação fosfatada, uma vez que esse atributo influencia na disponibilidade de P para as culturas. Solos mais argilosos tendem a fixar mais fósforo do que solos mais arenosos, reduzindo a disponibilidade do elemento para as plantas.

O potássio (K) é o elemento extraído em maior quantidade pela mandioca (MATTOS; CARDOSO, 2003; SOUZA et al., 2009) e, por isso, as reservas de K



do solo são esgotadas em poucos anos de cultivo contínuo de mandioca na mesma área sem utilização de adubação potássica, diminuindo sensivelmente a produtividade de raízes.

Na Tabela 4, são apresentadas sugestões de adubação fosfatada e potássica para a cultura da mandioca, conforme recomendações para o Estado do Pará (CRAVO et al., 2010). Seguindo essas recomendações, todo o adubo fosfatado deve ser aplicado no sulco ou nas covas, por ocasião do plantio. Já o potássio deve ser aplicado em cobertura, 30 a 60 dias após a brotação das plantas, juntamente com a adubação nitrogenada.

Tabela 4. Sugestões de adubação fosfatada e potássica para produção de mandioca, com base na análise do solo, para uma produtividade de 30 t ha⁻¹ a 40 t ha⁻¹ de raízes.

Disponibilidade de P e K no solo	Textura do solo			P ₂ O ₅ a aplicar (kg ha ⁻¹)	Teor de K no solo (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	K ₂ O a aplicar (kg ha ⁻¹)
	Argilosa	Média	Arenosa			
Baixa	≤5	≤8	≤10	80	≤40	60
Média	6 – 10	9 – 15	11 – 18	40	41 – 60	40
Alta	11- 15	16 – 20	19 – 25	20	61 – 90	20
Muito Alta	>15	>20	>25	0	>90	0

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Micronutrientes

Raros estudos com micronutrientes foram realizados para mandioca no Brasil (OLIVEIRA et al., 2008). Contudo, sabe-se que na Amazônia os agricultores vêm utilizando as mesmas áreas para o plantio de mandioca, no sistema de derruba-e-queima, sem utilização de fertilizantes, especialmente micronutrientes (CRAVO et al., 2005). Nos solos mais arenosos, a deficiência de zinco tem sido a mais frequente em mandioca.

Em razão disso, e para evitar possíveis limitações na produção, em solos com indícios de deficiência de micronutrientes, detectada por meio da análise de solo, ou em áreas que já vêm sendo utilizadas seguidamente com a cultura da mandioca sem adubação com micronutrientes, sugere-se aplicar, no sulco de plantio, o equivalente a 30 kg ha⁻¹ de FTE BR 12, juntamente com a adubação fosfatada, e só fazer novas aplicações caso os resultados de análise do solo indiquem deficiência de micronutrientes (CRAVO et al., 2010). Esse procedimento é especialmente importante em áreas que vêm recebendo ou que irão receber calagem para o cultivo da mandioca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mandioca é uma cultura de extrema importância no cenário mundial, pois é cultivada em toda a faixa tropical do mundo, constituindo-se em um dos principais alimentos energéticos para milhões de pessoas, principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

Em razão de sua conhecida tolerância a solos ácidos e sua eficiência na utilização de nutrientes do solo, sendo capaz de sobreviver e produzir onde outras culturas não produzem, é confundida com uma cultura pouco exigente em nutrientes. Contudo, trabalhos de pesquisa têm demonstrado que essa cultura responde muito bem ao uso de calagem, em quantidades moderadas, e a fertilizantes, tanto minerais quanto orgânicos, apresentando produtividades bastante elevadas. Nesses trabalhos de pesquisa, fica evidenciada a importância da **análise do solo** como prática fundamental para as recomendações de calagem e adubação, em quantidades adequadas para atender às demandas da cultura, permitindo que a planta expresse todo o seu potencial produtivo.

Diante de tais fatos, quaisquer empreendimentos agrícolas – do micro produtor ao grande empresário – que tenham como meta a obtenção de níveis elevados e econômicos de produtividade não podem prescindir do uso dessa importante ferramenta – **a análise do solo** –, que proporcionará maior lucro ao produtor com menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. G.; ALMEIDA, D. J.; AQUINO, A. M.; DE-POLI, H. **Manejo da adubação verde para produção de mandioca em solo arenoso**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 3 p. (Embrapa Solos. Circular técnica, 32).

CAMARGO, M. N.; RODRIGUES, T. E. **Guia de excursão do XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS: SBSCS, 1979. 72 p.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; DECHEN, A. R. Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, n. 2, p. 83-88, 1982.

CRAVO, M. S. Avaliação da necessidade de calagem em Terra Alta e Tracuateua. In: WORKSHOP PARA TREINAMENTO DO SOFTWARE NUTRIENT MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM (NuMaSS), 2007, Bragança, Pará. **Anais...** [Belém, PA: s.n.], 2007. 1 CD-ROM.



CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O. L.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema Bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Atributos físico-químicos e limitações dos solos de áreas produtoras de feijão-caupi no Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

CRAVO, M. S.; GALVÃO, E. U. P.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Sistema Bragantino: alternativa inovadora para produção de alimentos em áreas degradadas na Amazônia. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 7, p. 221-239, 2008.

CRAVO, M. S.; CARDOSO, E. M. R.; BOTELHO, S. M. Mandioca. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. 1. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Cap. 6, p. 151-152.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Polo Tapajós**. Rio de Janeiro, 1983. 284 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 20).

FALESI, I. C. Estado atual de conhecimento dos solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 1, p. 168-191. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36). Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/394709/1/CPATUDoc36v1P168.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. 2015.

FAO. **Produzir mais com menos: Mandioca – Um guia para a intensificação sustentável da produção**. [Rome], 2013. (Informe de Política). Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pdf/FAO-Mandioca.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2014.

GAMA, J. R. N. F.; CARVALHO, E. J. M.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. Solos do Estado do Pará. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. 1. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Cap. 1, p. 19-30.

IBGE. **LSPA: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas**. Rio de Janeiro, 2014. 89 p. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201401.pdf>. Acesso em: 27 set. 2014.

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 13).

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; CARVALHO, J. L. H.; MIRANDA, J. C. C. **Utilização do húmus de minhoca como adubo orgânico para mandioca em solo de Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 111).

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 118).

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, J. L. de; MAIA, L. E. N.; SANTOS, G. S. Adubação com manganês para o controle do “amarelão” da mandioca no Extremo Sul da Bahia. **Infobibos**, 6 dez. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Amarelo/index.htm>. Acesso em: 25 set. 2014.

RAIJ, B. Van; ANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico: Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SILVA, J. M. L. da; VALENTE, M. A.; CAPECHE, C. L. **Caracterização físico hídrica dos principais solos da Amazônia legal: I**. Estado do Pará: relatório técnico. Belém, PA EMBRAPA-SNLCS, CRN: FAO, 1991. 228 p.

RODRIGUES, T. E.; MORIKAWA, I. K.; REIS, R. S. dos; FALESI, I. C. **Solos do distrito agropecuário da SUFRAMA (Trecho km 30- km 79 da Rodovia. BR 174)**. Manaus: Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental, 1971 p. 1-99. (IPEAAOC. Série: Solos, v. 1, 1).

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **GEO BRASIL 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: IBAMA, 2002. 447 p. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf>. Acesso em: 6 out. 2014.

SILVA, J. M. L. da. **Caracterização e classificação de solos do Terciário do nordeste do Estado do Pará**. 1989. 190 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SMYTH, T. J. Avaliação da necessidade de P para milho, arroz, feijão-caupi e mandioca em Terra Alta e Tracueteua. In: WORKSHOP PARA TREINAMENTO DO SOFTWARE NUTRIENT MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM (NuMaSS), 2007, Bragança, Pará. **Anais...** [Belém, PA: s.n.], 2007. 1 CD-ROM.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D. **Recomendação de calagem e adubação para o cultivo de mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado técnico, 133).

CAPÍTULO 6. PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM UM SISTEMA SEMIMECANIZADO NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

Rosival Possidônio do Nascimento

INTRODUÇÃO

O Município de Castanhal possui uma área de 1.029 km² e população estimada de 186.895 habitantes (IBGE, 2014b) e está localizado na região Nordeste do Pará, distante cerca de 70 km da capital Belém. A economia do município tem como base os setores de serviços e indústria, enquanto o setor agropecuário foi responsável por apenas 1,66 % do Produto Interno Bruto em 2012 (IBGE, 2012).

Com relação ao uso da terra, predomina a agricultura permanente e temporária e a pecuária de pequena escala, a extração vegetal de palmito de açaí e a extração de madeira em tora para lenha e carvão vegetal (IBGE, 2013). As culturas de pimenta-do-reino e dendê destacaram-se com 72,21% do valor da produção total das culturas permanentes produzidas no Município de Castanhal (Tabela 1).

Tabela 1. Culturas permanentes cultivadas no Município de Castanhal, Pará, em 2013.

Cultura permanente	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)	Valor da produção (mil reais)	Valor da produção (%)
Pimenta-do-reino	415	1.038	2501	12.695	52,22
Dendê (cacho de coco)	1.000	18.000	18.000	4.860	19,99
Mamão	135	2.025	15.000	1.904	7,83
Maracujá	100	1.550	15.500	1.573	6,47
Banana (cacho)	120	960	8.000	1.373	5,65
Coco-da-baia (mil frutos)	150	1.500	10.000	810	3,33
Laranja	100	1.500	15.000	559	2,30
Cacau (em amêndoas)	110	65	591	268	1,10
Limão	30	450	15.000	230	0,95
Urucum (semente)	17	10	588	37	0,15
TOTAL	2.177	-	-	24.309	100

Fonte: IBGE (2013).

Com relação às culturas temporárias, no ano de 2013, o Município de Castanhal produziu 60 mil toneladas de raiz de mandioca, equivalentes a 90,47% do valor total da produção das culturas temporárias cultivadas pelo município, que foi de R\$ 38.688.000,00 (Tabela 2).



Tabela 2. Culturas temporárias cultivadas no Município de Castanhal, Pará, em 2013.

Cultura temporária	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)	Valor da produção (mil reais)	Valor da produção (%)
Mandioca	4.000	80.000	20.000	35.000	90,47
Melancia	170	3.400	20.000	2.275	5,88
Abacaxi	30	900	30.000	878	2,27
Feijão em grãos	500	250	500	325	0,84
Milho em grãos	400	400	1.000	210	0,54
TOTAL	5.100	-	-	38.688	100

Fonte: IBGE (2013).

Apesar de o Pará ser o maior produtor de mandioca do Brasil, em 2012, a farinha ficou escassa à mesa do paraense e foi o produto da cesta básica que mais elevou seu preço, com 92% de aumento em todo o País (GUNDALINI; SAKATE, 2012), tornando a cesta básica local a mais cara de todos os estados da federação. A alta demanda pelo produto, aliada à falta de farinha no mercado, contribuiu para elevar o preço da farinha ao consumidor na ordem de 139,81%, passando de R\$ 3,09 em março de 2012 para R\$ 7,41 o quilo em março de 2013, segundo o Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese/PA), enquanto a inflação para o mesmo período ficou em 7,22% (INPC, 2014). Nessa época, a farinha deixou de ser um produto de subsistência para ser um produto de luxo que tinha preço 3,11 vezes mais elevado que o arroz (R\$ 2,38/kg), 1,54 vezes maior que o frango congelado (R\$ 4,80) e 1,45 vezes maior que o preço do feijão (R\$ 5,11/kg), em março de 2013 (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2013).

Nesse período atípico de elevação do preço da farinha, o agricultor familiar do Município de Castanhal chegou a comercializar o saco de 60 kg ao preço médio de R\$ 280,00 e, desde o início de 2014, tem-se observado uma queda muito acentuada no preço da farinha, chegando a ser comercializada pelo agricultor por R\$ 90,00 o saco, em agosto de 2014, influenciando até mesmo no rendimento do agricultor familiar.

Contudo, nesse cenário de flutuação de preços da farinha de mandioca, alguns produtores se destacam não pelo volume da produção, mas pelo nível tecnológico aplicado na cultura da mandioca, obtendo produtividade acima de 40 t, 2,6 vezes maior que a média do município. A produção de mandioca do município destina-se ao abastecimento da Região Metropolitana de Belém, transformada em farinha e tapioca (goma). Parte

da produção também é comercializada em farinha, para os mercados dos estados do Amapá, Amazonas e para a região Nordeste do País.

Não é tarefa fácil estimar a rentabilidade de produção artesanal proveniente da agricultura familiar, sendo difícil afirmar com qualquer grau de precisão se existe viabilidade econômica dos empreendimentos, incluindo a remuneração da mão de obra familiar. Portanto, diante desse ambiente de grande incerteza, tornam-se relevantes estudos econômicos para determinação de coeficientes técnicos de produção que resultem em racionalização das atividades para maximizar a produtividade e minimizar os custos de produção. Estudos de análise econômica do cultivo da mandioca e de agroindústrias familiares para determinação da receita bruta, margem bruta e ponto de equilíbrio têm sido realizados no Estado da Paraíba por Souza et al. (2013) e no Pará por Alves e Modesto Júnior (2012), Modesto Júnior e Alves (2013).

Este estudo caracteriza o sistema de produção semimecanizado de mandioca no Município de Castanhal, PA, e apresenta seus principais indicadores de rentabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Os coeficientes técnicos dos sistemas de produção de mandioca foram levantados por meio de uma reunião de trabalho em 2013 com a participação de 12 produtores (amostra que representa a fonte de informação do estudo), pesquisadores e técnicos da assistência técnica local de Castanhal. Os coeficientes técnicos foram validados em novembro de 2014, durante um curso de 40 horas sobre a cultura da mandioca, com a participação de 46 técnicos da rede de assistência técnica que atuam na região Nordeste do Pará. As técnicas de diagnóstico participativo e de grupo focal, entrevista focal ou painel são técnicas de avaliação qualitativas frequentemente utilizadas na pesquisa social (PATIÑO et al., 1999; THIOLENT, 1986).

A discussão resultou na descrição do sistema de produção de mandioca semimecanizado característico da comunidade de 3 de Outubro do Município de Castanhal, Pará, em que cerca de 70% dos agricultores de mandioca utilizam esse sistema de cultivo. Cada etapa do processo de produção foi discutida até se chegar a um consenso sobre as práticas culturais, coeficientes técnicos, preços dos insumos e serviços mais comuns aos sistemas de produção. As informações foram registradas em



planilhas eletrônicas que possibilitaram discussões e simulações. Além dos coeficientes técnicos, levantaram-se as características dos sistemas de produção e das unidades de produção dos agricultores que cultivam mandioca naquele município.

Os custos de produção contemplam os custos variáveis e parte dos fixos, sendo esses últimos alocados exclusivamente para a cultura em questão. Essa metodologia é uma adaptação da metodologia proposta por Matsunaga et al. (1976). No custo da mão de obra foi considerada a diária de serviço paga a um trabalhador no meio rural. Os custos dos insumos e da mecanização foram levantados dos preços médios praticados no município e o preço da farinha, pelo valor pago ao produtor em novembro de 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das propriedades

As propriedades têm área média de 25 ha e as lavouras de mandioca variam de 5 ha a 10 ha. Mais de 95% dos agricultores têm a posse da terra. Cerca de 90% da produção é comercializada em um sistema integrado com um produtor-atravesador que embala o produto com marca e código de barra e fornece aos supermercados. O restante destina-se ao consumo familiar. Nesse sistema semimecanizado, predomina a mão de obra contratada em complemento à mão de obra familiar para o preparo do solo mecanizado. Alguns agricultores tiveram acesso ao crédito rural. O material para plantio (manivas) é retirado na propriedade ou comprado de terceiros e a maioria deles teve acesso aos serviços de assistência técnica. As condições de acesso às propriedades são precárias em decorrência da falta de manutenção das estradas vicinais, dificultando o escoamento da produção, especialmente no período chuvoso.

Preparo de área

Na maioria das propriedades o cultivo da mandioca é contínuo na mesma área, poucas propriedades fazem rotação de culturas e algumas adotam pousio de 2 ou 3 anos após a colheita da mandioca. No geral, o preparo de área no sistema semimecanizado do Município de Castanhal consiste de calagem, aplicação de adubo orgânico (cama de aviário) e gradagem pesada para incorporação e revolvimento do solo. Ressalta-se que essas áreas foram destocadas e apresentam-se hoje na condição de pasto degradado ou capoeira fina.



Plantio

Os agricultores utilizam duas épocas de plantio da mandioca: início do período chuvoso, em dezembro/janeiro, e início do período de estiagem, em maio/junho, denominado de plantio de “verão”. Segundo os agricultores, o plantio feito no “verão” contribui para reduzir o número de capinas e a incidência de podridão radicular.

Em relação às variedades utilizadas, predomina a mistura de materiais. Alguns agricultores selecionam o material a ser plantado e as cultivares que predominam na região são: Inha, Cearense e Jurar, com polpas amarela, creme e branca, respectivamente, todas para produção de farinha, e Paulo-velho, com polpa branca para produção de tapioca. No sistema semimecanizado, o espaçamento é de 1 m x 1 m, com uma população de 10 mil plantas por hectare, mas alguns produtores também adotam fileiras duplas de 2 m x 1 m x 0,60 m, com uma população de 13.333 plantas por hectare. Alguns agricultores, quando não aplicam o adubo orgânico (cama de aviário) no preparo do solo, aplicam após a segunda capina química entre 60 e 90 dias após o plantio.

Tratos culturais

São realizadas duas capinas químicas, uma por ocasião do plantio utilizando uma mistura de glifosato+flumizina e outra com gramocil entre 60 e 90 dias após o plantio. Uma roçagem mecanizada se faz necessária para complementar os tratos culturais. No município ainda não foram observadas ocorrência de pragas ou doenças que justifiquem as práticas de pulverizações como medidas de controle.

Colheita e beneficiamento

A colheita da mandioca é feita dos 12 aos 18 meses após o plantio, de acordo com a necessidade de comercialização. A produtividade média de raiz de mandioca obtida por esses agricultores foi de 35 t/ha. Parte da produção é comercializada em raiz e o restante é transformado em farinha. O tipo de farinha predominante é a farinha mista produzida em casas de farinhas rudimentares e de baixa eficiência e a maior parte do produto é comercializada com os intermediários.



Custo de produção

Para a estimativa dos custos de produção de raiz de mandioca, utilizou-se a metodologia proposta pelo Instituto de Economia Agrícola (MATSUNAGA et al., 1976), tomando-se como base a definição do Custo Operacional Efetivo (COE), que corresponde aos custos variáveis ou despesas diretas com desembolso financeiro, para as atividades compreendidas no preparo do solo, tratos culturais e colheita da mandioca; a definição dos Custos Indiretos e Encargos Administrativos (CEA), que refletem os custos fixos ou despesas indiretas referentes a custos de oportunidade de capital, custo da terra, impostos e depreciação de instalações, e a do Custo Operacional Total (COT), correspondente ao somatório das despesas globais de COE e CEA.

Considerou-se como despesas indiretas, o custo de oportunidade do capital investido, calculado com base em 6% ao ano da somatória das despesas diretas necessárias ao sistema de produção da mandioca. O custo da terra, calculado de acordo com Guiducci et al. (2012), foi estimado na base de 4% ao ano, tendo-se como referência o valor de R\$ 4.000,00 por hectare já trabalhado. Considerou-se também os custos estimados com impostos, assistência técnica e juros de custeio.

Os preços dos produtos e serviços utilizados foram obtidos no comércio local de Castanhal, em junho de 2016. A renda total (RT) origina-se da venda da raiz de mandioca, sendo obtida a partir da quantidade produzida por hectare (média de 35 t/ha), multiplicada pelo preço médio da tonelada da raiz no valor de R\$ 300,00. Na análise da renda, comparou-se o COT à RT, obtendo-se, da diferença entre esses valores, um diferencial que constitui a Margem Líquida (ML).

A relação Benefício/Custo (B/C) foi calculada conforme procedimento adotado por Pessoa et al. (2000), Araújo et al. (2005) e Melo et al. (2009) e significa o resultado do quociente entre RT e COT. O ponto de nivelamento, em termos monetários, foi obtido pela razão entre o COT e a produtividade por hectare. Já o ponto de nivelamento em tonelada de raiz foi calculado pela razão entre o COT e o valor da tonelada. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o COT e a RT, dividindo-se pela RT em porcentagem.

Na Tabela 3, é mostrado o custo total de produção de raiz de mandioca no sistema semimecanizado utilizado pela Comunidade 3 de Outubro, em Castanhal, Pará. O custo total corresponde a R\$ 5.514,38, do qual os custos

diretos correspondem a R\$ 4.755,00. O preparo de solo e adubação de base equivalem a 28,62% dos custos de produção, enquanto os tratos culturais somam 26,33%, ficando a colheita com 19,04%.

Tabela 3. Custo de produção de raiz de mandioca em sistema semimecanizado no Município de Castanhal, PA, validado em novembro de 2014 e atualizado pelos autores em junho de 2016.

Descrição	Unidade ⁽¹⁾	Quantidade	Valor (R\$)		(%)
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Gradagem pesada (1 passada)	H.T.P.	1	154,00	154,00	2,79
Gradagem leve niveladora de 4,20 m largura (2 passadas)	H.T.P.	1	154,00	154,00	2,79
Calcário dolomítico	t	1	450,00	450,00	8,16
Aplicação do calcário (manual)	DH	2	45,00	90,00	1,63
Adubo orgânico (cama de aviário)	m ³	5	110,00	550,00	9,97
Distribuição do adubo orgânico	DH	4	45,00	180,00	3,26
Seleção e preparo de manivas sementes	DH	3	45,00	135,00	2,45
Plantio manual da mandioca	DH	12	45,00	540,00	9,79
Herbicida glifosato	l	3	30,00	90,00	1,63
Herbicida flumisin	g	250	0,60	150,00	2,72
Herbicida gramocil	l	3	40,00	120,00	2,18
Aplicação de herbicida (glifosato+flumizin)	DH	2	50,00	100,00	1,81
Aplicação de herbicida (gramocil)	DH	2	50,00	100,00	1,81
Roçagem mecanizada	H.T.P.	2	130,00	260,00	4,71
Adubo químico (NPK 10-28-20)	saco	4	135,50	542,00	9,83
Aplicação do adubo químico	DH	2	45,00	90,00	1,63
Colheita manual	t	35	30,00	1.050,00	19,04
Custo operacional efetivo (COE)				4.755,00	86,23
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	4.755,00	285,30	5,17
Custo da terra por hectare	%/ano	4	4.000,00	160,00	2,90
Imposto sobre propriedade rural (ITR)	R\$	1	5,00	5,00	0,09
Assistência técnica	%	2	4.755,00	95,10	1,72
Juros de custeio	%/ano	4,5	4.755,00	213,98	3,88
Custos indiretos e encargos administrativos (CEA)				759,38	13,77
Custo total				5.514,38	100,00

⁽¹⁾DH: Dias-Homem; H.T.P.: Hora trator de pneu.



Na Tabela 4, apresentam-se os indicadores de rentabilidade de 1 ha de raiz no sistema de produção semimecanizado. Com o preço de mercado local da tonelada de raiz no valor de R\$ 300,00 em junho de 2016, obteve-se uma receita bruta de R\$ 10.500,00. A relação benefício/custo foi de 1,90, indicando que para cada real investido obteve-se R\$ 1,90 de retorno. No tocante ao ponto de nivelamento referente ao que deve ser produzido para cobrir os custos de produção, obteve-se 18,38. O custo unitário de 1 t de mandioca foi estimado em R\$ 157,55. A margem de segurança indica o quanto pode variar o preço ou a produtividade sem que a margem bruta se torne negativa. Com base nos indicadores apresentados na Tabela 4, o sistema apresentou uma ótima rentabilidade.

Tabela 4. Indicadores de rentabilidade de 1 ha de raiz de mandioca no sistema de produção semimecanizado.

Especificação	Indicador
Receita bruta (R\$)	10.500,00
Custo total (R\$)	5.514,38
Margem líquida (R\$)	4.985,60
Relação Benefício/Custo (B/C)	1,90
Ponto de nivelamento (R\$)	157,55
Ponto de nivelamento (t)	18,38
Margem de segurança (%)	(47,00)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os preços relativos dos fatores de produção e da raiz de mandioca, conclui-se que, do ponto de vista econômico, o sistema de produção semimecanizado de mandioca predominante no Município de Castanhal, PA, é viável. Ressalte-se, todavia, que o mercado de raiz ainda é restrito no município, sendo a maior parte da produção comercializada na forma de farinha, o que tem proporcionado menor retorno em decorrência da menor eficiência do processo de produção.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Custo e rentabilidade do processamento de farinha de tapioca no distrito de americano, município de Santa Isabel do Pará, Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 8, n. 15, p. 7-12, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/Revista/revistaamazonia15.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2013.



ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Mandioca: cultura de pobre ou cultura de rico? **Portal Dia de Campo**, 4 jun. 2013. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=28/05/2013&id=28374&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 4 maio 2013.

ARAUJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; ALELUIA, A. C. N. **Custo de produção e rentabilidade do melão do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Arido, 2005. 3 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 121). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/33064/1/COT121.pdf>>. Acesso em: 17 de ago. 2015.

GUANDALINI, G.; SAKATE, M. Como eles gastam o nosso dinheiro. **Veja**, v. 46, n. 5, p. 52-55, fev. 2012.

GUIDUCCI, R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/959077/aspectos-metodologicos-da-analise-de-viabilidade-economica-de-sistemas-de-producao>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**: Castanhal. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150240&search=para|castanhal>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: lavoura temporária e permanente: Castanhal. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150240&search=para|castanhal>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

IBGE. **População estimada 2014**: Castanhal, PA. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150240&search=para|castanhal>>. Acesso em: 10 set. 2014a.

INPC. **Índice nacional de preços ao consumidor**. Disponível em: <<http://www.portalbrasil.net/inpc.htm>>. Acesso em: 19 maio 2014.

MATSUNAGA, M.; BERNELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 119-123, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.redeacqua.com.br/wp-content/uploads/2011/10/ArtigoPAT2009.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. Minha farinha meu grande negócio. **Ver-a-Ciência**, n. 4, p. 44-49, jun./set. 2013. Disponível em: <http://www.veraciencia.pa.gov.br/upload/arq_arquivo/123.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2013.

PATIÑO, B. O.; GOTTRET, M. V.; PACHICO, D.; CARDOSO, C. E. L. Integrated cassava research and



development strategy in Northeast Brazil. In: SECHREST, L.; STEWART, M.; STICKLE, T. **A synthesis of findings concerning CGIAR case studies on the adoption of technological innovations.** Roma: CGIAR: IAEG, 1999. p. 37-47.

PESSOA, P. F. A. P.; OLIVEIRA, V. H.; SANTOS, F. J. S.; SEMRAU, L. A. S. Análise da viabilidade econômica do cultivo do cajueiro irrigado e sob sequeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, n. 2, p. 178-187, 2000. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=170>. Acesso em: 17 ago. 2015.

SOUZA, R. F.; SILVA, I. F.; SILVEIRA, F. P. M.; DINIZ NETO, M. A.; ROCHA, I. T. M. Análise econômica no cultivo de mandioca. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p. 141-150, abr./jun. 2013. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/2250/pdf_709>. Acesso em: 30 jun. 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986. 108 p.



CAPÍTULO 7. PARCAGEM COMO MÉTODO DE FERTILIZAÇÃO DO SOLO PARA CULTIVO DA MANDIOCA

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

INTRODUÇÃO

A parcagem é um processo milenar de agricultura, que tem suas raízes históricas no Brasil Colonial. No Estado do Pará, foi introduzida na região Bragantina, para o cultivo de fumo, feijão-caupi e mandioca. O sistema de parcagem consiste basicamente na aplicação localizada de esterco de gado (bovino, bubalino, ovino, aves e outros) para fertilização do solo, feito por determinado número de animais que ficam confinados durante a noite numa área reduzida.

A passagem da biomassa pelo trato gastrointestinal dos ruminantes promove a fragmentação e decomposição parcial da matéria orgânica que, na forma de esterco aplicado ao solo, permite a liberação gradativa de nutrientes para as culturas (POWELL et al., 1994).

A maioria dos agricultores/criadores familiares da Amazônia desconhece que a aplicação de esterco de curral no solo, além da adição de alguns macros e micronutrientes, melhora a estrutura física, funcionando como condicionador de solo para o aumento da CTC, retenção de umidade e estimulador da atividade microbiana. Enquanto isso, milhões de agricultores, nas regiões mais populosas do mundo, utilizam o esterco de animais como um indispensável insumo agrícola. No Vietnã e no sul da China, muitos fazendeiros aplicam de 5 t a 10 t de esterco de porco por hectare. Na Indonésia, os agricultores aplicam 9 t de esterco de gado por hectare. Em Cauca, uma província da Colômbia, os produtores aplicam de 4 t a 5 t de esterco de aves por hectare (HOWELER, 2002).

Esterco de animais tendem a ter baixo conteúdo de nutrientes (menos de 10% em compostos fertilizantes), mas contêm Ca, Mg, S e alguns micronutrientes não encontrados nos fertilizantes químicos (HOWELER et al., 1982). O processo de parcagem com a deposição na superfície do solo de fezes e urina, ricos em nitrogênio e potássio, contribui para neutralizar a acidez do solo (SOMDA et al., 1997; STILWELL; WOODMANSEE, 1981), mas uma parte importante do nitrogênio da urina é perdida por lixiviação ou volatilização (RUSSELLE, 1992; STILWELL; WOODMANSEE, 1981).

Na Bahia, Gomes et al. (1983) obtiveram altos rendimentos com a cultura da mandioca (38,6 t.ha⁻¹ de raízes), utilizando o sistema de parcagem. Eles calcularam que 30 animais confinados em uma área de 1 ha por 60 noites produzem cerca de 8 t de esterco seco, contendo 40 kg.ha⁻¹ de nitrogênio.



Segundo Costa (1986), a produção de esterco fresco de gado pode ser calculada na quantidade de 32 kg.dia^{-1} por cabeça. O mesmo autor indica os teores médios de 0,23% de P_2O_5 , encontrados na composição do esterco fresco.

O USO DA PARCAGEM NO ESTADO DO PARÁ

No Estado do Pará, muitos agricultores praticam há gerações o método da parcagem na fertilização de solos, principalmente na Zona Bragantina, para a produção de fumo, desde a época colonial (PENTEADO, 1967). Em média, uma tarefa (área com tamanho de $55 \text{ m} \times 55 \text{ m}$) revolvida com auxílio de arado atrelado a dois animais correspondia a uma diária de dois trabalhadores. Feito com auxílio de enxadas, eram necessários de 15 a 20 homens para um dia de trabalho (SILVEIRA, 1979). No Amapá, os pequenos produtores da região dos lagos, no sudeste do Estado, também utilizavam o método da parcagem para produção de fumo.

As pequenas propriedades do Município de Tracuateua, especificamente da região dos lagos, caracterizam-se pela condução de um sistema de integração lavoura/pecuária que integra dois métodos de agricultura familiar sustentável: a parcagem e a tração animal para produção de mandioca solteira ou em consórcio com feijão-caupi e fumo. De acordo com informações obtidas da Associação dos Agricultores da Comunidade da Chapada, existem cerca de 30 comunidades com 360 famílias na região dos lagos que adotam o sistema de parcagem e tração animal, como práticas para fertilização e preparo de solo visando o cultivo de alimentos.

Predominam na região dos lagos as savanas naturais mal drenadas, ficando no primeiro quadrimestre, por ocasião das chuvas, submersas na maior parte de sua extensão a uma profundidade abaixo de 1 m. Com a seca no período de estiagem, no segundo semestre, uma ciperácea chamada popularmente de junco (*Eleocharis interstincta* R. Br.) aflora formando os campos naturais. Essas áreas foram classificadas como Campos Equatoriais Higrófilos de Várzea, segundo Oliveira Junior et al. (1999).

Nas áreas mais altas, indicando melhor drenagem, são cultivados o fumo e o feijão-caupi, em sistema solteiro ou em consórcio com a mandioca. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw1, dividido em duas estações: chuvosa de dezembro a maio e menos chuvosa de junho a novembro, apresentando precipitação pluviométrica média de 2,5 mil

milímetros anuais, temperatura média de 27,7 °C e umidade relativa média do ar de 84%. Predomina o solo do tipo Gleissolo Háplico, mal drenado, desenvolvido de sedimentos recentes, sob a influência do lençol freático (OLIVEIRA JUNIOR et al., 1999). Amostras de solo coletadas na profundidade de 20 cm, analisadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich-1, indicaram pH em água de 5,3, 0,27% de N, 26,68 g/kg de MO, 10 mg/dm³ de P, 20 mg/dm³ de K, 13 mg/dm³ de Na, 0,6 cmol_c/dm³ de Ca, 1,4 cmol_c/dm³ de Ca+Mg, 1,0 cmol_c/dm³ de Al e 6,94 cmol_c/dm³ de H+Al.

Nessa região, os cultivos são sucessivos na mesma área por mais de cinco gerações, uma vez que os agricultores utilizam a parcagem para fertilização dos solos. Estes criam o gado (bovinos e bubalinos) em pastagens extensivas em que o rebanho transita livremente durante o dia pelos campos naturais, alimentando-se de forragem constituída essencialmente de junco. Ao final da tarde, o gado é recolhido para pernoite nas áreas de parcagem. Os animais são utilizados basicamente para o trabalho e a parcagem para fertilização dos solos. Foram poucos os relatos de agricultores que criam gado para produção de leite ou carne em razão da falta de boas pastagens (MODESTO JUNIOR et al., 2011).

As precárias condições socioeconômicas e ambientais da maioria dos assentamentos de reforma agrária paraense são consequências do modelo de uso da terra, respaldado na pecuária com baixos índices de produtividade como principal atividade. O desconhecimento e as limitadas condições de acesso à informação fazem com que os pequenos produtores não manejem nem os recursos naturais que lhes são disponíveis, como é o caso do esterco de curral. A alternativa de curto prazo é a diversificação da propriedade com a integração agricultura/pecuária. Como ponto de partida, pode-se sugerir a introdução do método da parcagem para exploração das culturas de mandioca e feijão-caupi, inicialmente como subsistência e posteriormente como geradora de excedente para o mercado.

O MÉTODO DA PARCAGEM

Para o cultivo de mandioca, recomenda-se escolher uma área plana ou com declividade moderada, de modo a evitar a lavagem do esterco pela enxurrada, com solo bem drenado e sem ocorrência de pedras ou tocos.

Demarcar a área a ser cultivada com uma cerca definitiva com cinco fiadas de arame farpado ou liso para protegê-la dos animais. Como em Tracueteua



o plantio da mandioca é feito a partir de maio, então nos meses de setembro a dezembro inicia-se o preparo de uma cerca móvel para realização da parcaagem. Essa cerca móvel se deslocará na área a ser cultivada, com objetivo de uniformizar a distribuição do esterco feita pela parcaagem, com a contenção de 30 animais por caixinha de 25 m x 25 m. Ainda não existe uma definição quanto ao número de animais a confinar por unidade de área, o que irá depender do número de animais que o produtor disponha. Essa correlação é apenas uma referência. Se aumentar o número de animais, reduz o número de pernoites ou aumenta-se a área. Caso utilize menor número de animais, aumenta-se o número de pernoite ou reduz-se a área de contenção. Os agricultores denominam essa cerca móvel de “caixinha”, a qual pode ter a dimensão de 25 m X 25 m, o equivalente a 1/16 de hectare (Figura 1). Pode ser feita de varas retiradas na propriedade (caiçara), com arame liso ou, se o produtor dispuser de mais recursos, pode ser uma cerca elétrica.

A parcaagem inicia-se com a contenção na caixinha nº 1, de 30 reses por um período de 8 noites. Com o término, transfere-se a cerca para definir a caixinha nº 2, seguido da transferência dos animais, que também permanecem durante 8 noites. Posteriormente, repete-se o procedimento, nas caixinhas de nº 3, nº 4 e assim por diante. Ao final da rotação, tem-se adubado uma tarefa ou 1 ha, dependendo do interesse do agricultor. Pode-se colocar em cada piquete um ou dois cochos com sal mineral, como complemento alimentar dos animais. O final desse processo deve coincidir com o início da época de plantio.

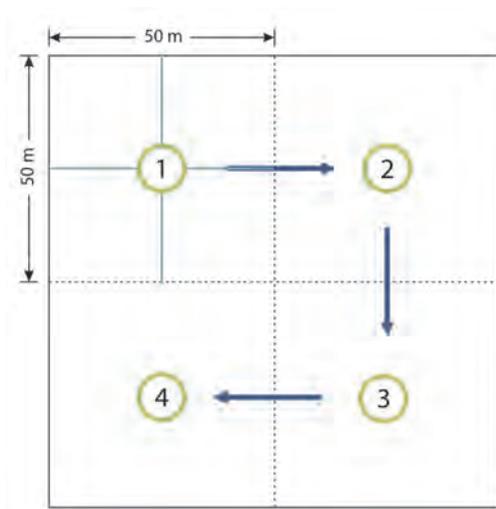


Figura 1. Rotação nos piquetes para o preparo de 1 ha no sistema de parcaagem, mostrando as áreas das caixinhas (25 m x 25 m).

O passo seguinte é a incorporação do esterco no solo (viração), que pode ser feita com uma grade aradora (1/2 hora/trator/ha), ou com arado de aiveca (Figura 2) tracionado por dois animais (2 dias/homem/ha) ou com a própria enxada (15 a 20 dias/homem/ha). Após essa operação, pode-se plantar mandioca ou feijão-caupi.

Foto: Raimundo Nonato Brabo Alves



Figura 2. Três juntas de dois bovinos acoplados com arado de aiveca reversível preparando o solo para cultivo de mandioca na região dos lagos de Tracueteua, em 2011.

CULTIVO DE MANDIOCA EM SOLO FERTILIZADO COM A PARCAGEM EM TRACUATEUA, PA

Nas áreas mais altas, indicando melhor drenagem, é cultivada a mandioca solteira ou em consórcio com o fumo e o feijão-caupi. Deve-se ressaltar que o cultivo de fumo em consórcio com mandioca tende a restringir o acesso ao crédito rural, pois não condiz com um sistema de cultivo socialmente e politicamente correto.

Em Tracueteua, tanto os agricultores que utilizam tração animal no preparo de área quanto aqueles que preparam leiras para o cultivo da mandioca adotam a técnica da parcagem para a fertilização do solo com esterco. A partir do mês de maio, essas áreas são submetidas à “viração” com a tração animal ou ao preparo de leiras com uso de enxadas, seguida do plantio da mandioca. Os agricultores não efetuam o plantio no período de janeiro a abril, por causa da ocorrência de fortes chuvas, que poderão resultar na podridão das raízes de mandioca, tanto por anoxia como por podridão biótica (fungo ou bactéria). Deve-se registrar que o pousio da área nesse período chuvoso implica em perdas parciais de nutrientes do esterco, principalmente de nitrogênio, por volatilização e lixiviação.



Os indicadores do sistema de parcaagem, as práticas de cultivo adotadas e a produtividade de mandioca obtida pelos agricultores que utilizaram a tração animal e formação de leiras no preparo de área são mostrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Como se pode observar, não existe uma definição exata entre o número de animais confinados, o período de duração da parcaagem e a área fertilizada pelos agricultores, o que pode concorrer para uma adubação restritiva ou excessiva de esterco, implicando em diferentes produtividades de mandioca. Doses excessivas de esterco podem elevar o nível de nitrogênio no solo, possibilitando reduzir o índice de colheita da mandioca, estimulando o desenvolvimento da parte aérea, em detrimento da produção de raízes.

A produtividade dos agricultores também varia em função do uso de diferentes cultivares, umas de época de colheita tardias e outras precoces, bem como da não uniformidade do número de plantas por área e da falta de seleção do material de plantio (Tabelas 1 e 2). Ressalta-se a ausência de podridão radicular em todos os roçados prospectados, permitindo-nos inferir que o seu controle depende de um bom preparo de solo quanto à drenagem, fertilização e boa disponibilidade de matéria orgânica. A produtividade da mandioca quando o preparo de área foi com tração animal é de $23,9 \text{ t.ha}^{-1}$ com média de $9.291 \text{ plantas.ha}^{-1}$, enquanto no cultivo sobre leiras a produtividade obtida foi de $25,56 \text{ t.ha}^{-1}$ com média de $9.152 \text{ plantas.ha}^{-1}$. Nos dois sistemas usados, nenhum agricultor fez seleção de manivas-semente. Todos eles utilizaram a prática de corte em bico de gaita nas manivas que, segundo Takahashi (2002), proporciona muitas perdas na armazenagem e no plantio. O corte reto seria o mais recomendado por possibilitar a produção mais uniforme e maior número de raízes que o formato em bico de gaita (MATTOS; CARDOSO, 2003) e por isso influenciaria diretamente na produção de raízes.

Sistema de parcaagem e preparo de solo com tração animal

O sistema de parcaagem para fertilização de solo com esterco e urina do gado envolveu as operações de preparo dos piquetes e manejo dos bovinos, representando 2,91% dos custos totais de produção de mandioca e fabricação de farinha, que, somados aos custos de 11,63% referente às operações com preparo de solo com roçagem manual, aração e nivelamento com tração animal, resultam em 14,54% (Tabela 3).



Tabela 1. Sistema de parçagem, práticas de cultivos e produtividade de mandioca de agricultores familiares de Tracuateua, Pará, que utilizam tração animal no preparo de área, em 2011⁽¹⁾.

Produtor	Área (ha)	Variedade	Sistema de parçagem	Idade do plantio (mês)	Seleção de maniva-semente	Tipo de corte	Espacamento	Nº de capinas	Nº de roçagens	Nº de planta/ha	Produtividade (t/ha)
Manoel Souza	1,30	Gordura	animais/30 noites	14	Não	Bisel	Sim	2	1	9.250	18,63
Benedito Cunha	0,30	Gordura	animais/64 noites	12	Não	Bisel	Sim	2	-	8.125	36,58
Francisco Oliveira	0,30	Gordura	animais/30 noites	13	Não	Bisel	Sim	3	-	10.500	16,48
Média	0,63	Gordura	-	13	Não	Bisel	Sim	2	-	9.291	23,90

⁽¹⁾ Média de quatro repetições.

Tabela 2. Sistema de parçagem, práticas de cultivos e produtividade de mandioca de agricultores familiares de Tracuateua, Pará, que cultivam a mandioca em fleiras simples sobre leiras, em 2011⁽¹⁾.

Produtor	Área (ha)	Variedade	Sistema de parçagem	Idade do plantio (mês)	Seleção de maniva-semente	Tipo de corte	Espacamento	Nº de capinas	Nº de roçagens	Nº de planta/ha	Produtividade (t/ha)
Edmilson Pereira	0,30	Pecuí	animais/97 noites	13	Não	Bisel	Sim	2	-	7.562	28,08
Manoel Gomes	0,60	Mirim	animais/90 noites	13	Não	Bisel	Não	2	-	7.425	21,89
Argemiro Oliveira	0,30	Pacajá	animais/30 noites	7	Não	Bisel	Não	1	1	9.350	27,00
Média	0,40	Gordura	-	13	Não	Bisel	N/S	2	-	9.156	25,56

⁽¹⁾ Média de quatro repetições.



Tabela 3. Custo de produção de 1 ha no sistema de cultivo da mandioca com área fertilizada com parcagem e preparo do solo com tração animal, na região dos lagos de Tracuateua, 2012.

Descrição	Unidade ⁽¹⁾	Quantidade	Valor (R\$)		(%)
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Manivas sementes	Feixes	45	2,00	90,00	0,97
Lenha	m ³	13	25,00	325,00	3,50
Sacos de 60 kg	und.	100	1,00	100,00	1,08
Preparo dos piquetes (manejo da cerca móvel)	DH	3	30,00	90,00	0,97
Manejo dos bovinos	DH	6	30,00	180,00	1,94
Roçagem da área (manual)	DH	12	30,00	360,00	3,88
Aração com tração animal	DTA	5	120,00	600,00	6,46
Nivelamento do solo com tração animal	DTA	1	120,00	120,00	1,29
Plantio da mandioca	DH	7	30,00	210,00	2,26
Duas capinas manuais	DH	24	30,00	720,00	7,76
Duas roçagens manuais	Empreita	2	300,00	600,00	6,46
Colheita da mandioca	DH	12	30,00	360,00	3,88
Transporte e maceramento de raízes	DH	55	30,00	1.650,00	17,78
Processamento de raízes	DH	61	40,00	2.440,00	26,29
Energia e água para maceramento de raízes	Energia	1	47,00	47,00	0,51
Outras despesas: manutenção de ferramentas, etc.	Und	1	33,00	33,00	0,36
Frete para venda	Saco	100	2,50	250,00	2,69
Custo operacional efetivo				8.175,00	88,08
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	8.175,00	490,50	5,28
Custo da terra por hectare	%/ano	4	1.000,00	40,00	0,43
Imposto sobre propriedade rural (ITR)	Isento	0	0	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	48,00	576,00	6,21
Custos indiretos e encargos administrativos				1.106,50	11,92
Custo total				9.281,50	100,0

⁽¹⁾DH: Dias-Homem; DTA: Dias-Tração Animal

Esses gastos estão bem abaixo dos custos de produção do feijão-caupi aferidos por Modesto Júnior e Alves (2012) na ordem de 51,62%, com o mesmo sistema de cultivo, pelo fato de esses autores considerarem somente os custos obtidos na produção de raiz de mandioca. Esses custos de produção podem reduzir no consórcio de mandioca com feijão-caupi, pois o gasto com preparo de área passa a ser único para ambas as culturas.

As despesas diretas correspondem a 88,08% do custo total e têm nos trabalhos manuais de fabricação da farinha, relacionados com o transporte de raízes do campo para a casa de farinha, descascamento de raízes, trituração e torragem, as operações que absorvem os maiores custos, sendo responsáveis por 44,07% dessas despesas.

O custo de produção de mandioca no campo, compreendido desde o preparo do solo até a colheita, foi de R\$ 3.330,00, correspondente a 35,88% do custo total. O preparo do solo feito com tração animal envolveu a roçagem manual, a aração e o nivelamento do solo, resultando num custo de R\$ 1.080,00 (Tabela 1). Esse custo foi mais elevado que o sistema de preparo de área por motomecanização no Nordeste Paraense, por meio de gradagem aradora, que necessita em média de 2,66 horas trator por hectare (CARVALHO et al., 1997), equivalente ao custo de R\$ 372,40, considerando que nessa região o preço médio da hora trator para gradagem era de R\$ 140,00, em 2012.

No entanto, para as condições de solo e tamanho das áreas de plantio (em média 1,5 ha) na comunidade da Chapada, por serem de textura argilosa e de fácil encharcamento, a sistematização do solo com a tração animal é mais eficiente que a motomecanização, sob o ponto de vista de causar menor compactação, além de a motomecanização não estar disponível para os agricultores em época adequada para atender o calendário agrícola.

A produtividade de mandioca no sistema de parcaagem adotado pelos agricultores foi de 23,9 t.ha⁻¹, quase o dobro da produtividade média do Município de Tracuateua, que foi de 14 t.ha⁻¹ (IBGE, 2012).

A margem líquida foi de R\$ 15.718,50 e a relação benefício/custo do sistema foi de 2,69, significando que, para cada R\$ 1,00 aplicado no custo total na produção de 1 ha de mandioca e fabricação de farinha utilizando a parcaagem para fertilização do solo e preparo de área com tração animal, houve um retorno de R\$ 2,69. O ponto de equilíbrio também confirma o bom desempenho econômico do sistema, pois, nas condições de mercado, será necessária a produção de 37,13 sacos de farinha ao preço unitário de R\$ 250,00, para a receita se igualar aos custos.



Os resultados também podem ser confirmados pelo desempenho da margem de segurança, que nesse caso corresponde a -0,63, condição que revela que, para a receita se igualar à despesa, a quantidade produzida ou preço de venda (R\$250,00) do produto pode cair em 63% (R\$ 92,82). Isto significa que os produtores poderão diminuir suas vendas em 63% e, mesmo assim, não terão prejuízos na comercialização (Tabela 4).

Tabela 4. Indicadores econômicos do sistema de cultivo da mandioca com área fertilizada com parcagem e preparo do solo com tração animal.

Especificação	Indicador
Área produzida (ha)	1,00
Produtividade de raiz (t/ha)	23,90
Sacos de farinha produzidos (capacidade para 60 kg)	100,00
Preço médio do saco de farinha (R\$)	250,00
Renda Total - RT (R\$)	25.000,00
Custo Total - COT (R\$)	9.281,50
Margem Líquida em R\$ (RT-COT)	15.718,50
Relação Benefício/Custo	2,69
Ponto de Nivelamento em R\$ (COT/Nº de sacos produzidos)	92,82
Ponto de Nivelamento em sacos de 60 kg (COT/preço de venda)	37,13
Margem de Segurança (COT-RT)/RT	-0,63

Sistema de parcagem e preparo de solo com leiras

O custo de produção de mandioca com parcagem para fertilização de solo com esterco e urina do gado envolveu as operações de preparo dos piquetes e manejo dos bovinos, representando 2,75% dos custos totais de produção de mandioca e fabricação de farinha, que, somados aos custos de 19,14% referente às operações com preparo de solo com roçagem manual, enleiramento e nivelamento do solo, resultam em 22,50% (Tabela 5).

O custo total com a parcagem e formação de leiras foi de R\$ 9.800,37 (Tabela 5), um pouco superior ao custo com a parcagem e tração animal na ordem de R\$ 9.281,50 (Tabela 3). Porém, como a produtividade de mandioca no sistema de leiras (25,56 t.ha⁻¹) foi maior que a produtividade obtida com a parcagem e tração animal (23,9 t.ha⁻¹), indica que os sistemas se equivalem. Os indicadores econômicos referentes à relação benefício/custo, ponto de equilíbrio e margem de segurança obtidos pelo sistema de parcagem com formação de leiras (Tabela 6) confirmam que os sistemas se equivalem, pois os indicadores são bem semelhantes em ambos.

Tabela 5. Custo de produção de 1 ha no sistema de cultivo da mandioca com área fertilizada com parcagem e preparo do solo com formação de leiras, na região dos lagos de Tracuateua, 2012.

Descrição	Unidade ⁽¹⁾	Quantidade	Valor (R\$)		(%)
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Manivas sementes	Feixes	45	2,00	90,00	0,92
Lenha	m ³	13	25,00	325,00	3,32
Sacos de 60 kg	und.	107	1,00	107,00	1,09
Preparo dos piquetes (manejo da cerca móvel)	DH	3	30,00	90,00	0,92
Manejo dos bovinos	DH	6	30,00	180,00	1,84
Roçagem da área (manual)	DH	12	30,00	360,00	3,67
Enleiramento	DH	45	30,00	1350,00	13,77
Nivelamento do solo	DH	7,5	30,00	225,00	2,30
Plantio da mandioca	DH	6	30,00	180,00	1,84
Uma capina manual	DH	12	30,00	360,00	3,67
Duas roçagens manuais	Empreita	2	300,00	600,00	6,12
Colheita da mandioca	DH	12	30,00	360,00	3,67
Transporte e maceramento de raízes	DH	55	30,00	1650,00	16,84
Processamento de raízes	DH	61	40,00	2440,00	24,90
Energia e água para maceramento de raízes	Energia	1	47,00	47,00	0,48
Outras despesas: manutenção de ferramentas, etc.	und	1	33,00	33,00	0,34
Frete para venda	saco	107	2,50	267,50	2,73
Custo operacional efetivo				8.664,50	88,41
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	8664,50	519,87	5,30
Custo da terra por hectare	%/ano	4	1.000,00	40,00	0,41
Imposto sobre propriedade rural (ITR)	isento	0	0	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	mês	12	48,00	576,00	5,88
Custos indiretos e encargos administrativos				1.135,87	11,59
Custo total				9.800,37	100,0

⁽¹⁾DH: Dias-Homem.



Tabela 6. Indicadores econômicos do sistema de cultivo da mandioca com área fertilizada com paragem e preparo do solo com formação de leiras.

Especificação	Indicador
Área produzida (ha)	1,00
Produtividade de raiz (t/ha)	25,56
Sacos de farinha produzidos (capacidade para 60 kg)	107,00
Preço médio do saco de farinha (R\$)	250,00
Renda total - RT (R\$)	26.750,00
Custo total - COT (R\$)	9.800,37
Margem líquida em R\$ (RT-COT)	16.949,60
Relação benefício/Custo	2,73
Ponto de nivelamento em R\$ (COT/Nº de sacos produzidos)	91,59
Ponto de nivelamento em sacos de 60 kg (COT/preço de venda)	39,20
Margem de segurança (COT-RT)/RT	- 0,63

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns cuidados devem ser observados quando da aplicação do método. Deve-se ter precaução com a aplicação de esterco de gado que pasta na forragem em que ocorre controle de invasora com herbicida, pois esse pode estar ativo, dependendo da concentração de agrotóxico no esterco, podendo provocar injúria na cultura. Não efetuar o método no período chuvoso para evitar a formação de atoleiros, apodrecimento do casco dos animais, verminoses e outros. A quantidade de estrume que pode ser aplicada por hectare depende do tipo de solo e deve ter por limite não mais do que o equivalente a 150 kg de N por hectare.

Os impactos ambientais positivos podem estar relacionados com a produção de biofertilizante, redução da emissão de amônia, redução da emissão de gás metano, melhoramento da fertilidade do solo, potencial produção de biogás e comercialização de produtos orgânicos de alto valor agregado. Como impacto negativo, pode-se considerar o odor desagradável causado pela concentração de animais próximo de residências, o risco de poluição da água de igarapés ou de fontes de água e o aumento da população de insetos.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, R. M.; HOMMA, A. K. O.; CONTO, R. J.; FERREIRA, C. A. P.; SANTOS, A. I. M. **Caracterização do sistema de caupi no Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 29 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 96).

COSTA, M. B. B. (Coord.). **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para Agricultura. São Paulo: Ícone, 1986. 104 p.

GOMES, C. J. de; CARVALHO, P. C. L. de; CARVALHO, F. L. C.; RODRIGUES, E. M. Adubação orgânica na recuperação de solos de baixa fertilidade com o cultivo da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 2, n. 2, p. 63-76, 1983.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. (Ed.). **Cassava**: biology, production and utilization. Wallingford: CABI, 2002. p. 115-147.

HOWELER, R. H.; CADAVID, L. F.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in green-house and field experiments. **Plant and Soil**, n. 69, p. 327-339, 1982.

IBGE. **Cidades**: Produção Agrícola Municipal: Lavouras Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmu=n=150803&search=para|tracueteua>> . Acesso em: 09 abr. 2015.

MATTOS P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 13). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/cultivares>. Acesso em: 3 fev. 2011.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Custo de produção de feijão-caupi em sistemas de paragem e tração animal, no município de Tracuateua, Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 8, n. 15, p. 7-16, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90934/1/R-15-Custo-de-Producao-do-Feijao.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; SANTOS, P. L.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A. **Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 45 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 15).

PENTEADO, A. R. **Problemas de colonização e de uso da terra na região Bragantina do Estado do Pará**. Belém, PA: Universidade Federal do Pará, 1967. (Coleção Amazônica. Série José Veríssimo, v. 1-2).

POWELL, J. M.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S.; HÖFS, S. Effects of sheep diet on nutrient cycling in mixed farming systems of semi-arid West Africa. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 85, p. 862-866, 1994.



RUSSELLE, M. P. Nitrogen cycling in pasture and range. **Jornal of Production Agriculture**, n. 5, p. 13-23, 1992.

SILVEIRA, I. M. da. **Quatipuru**: agricultores, pescadores e coletores em uma vila amazônica. Belém, PA: MPEG, 1979. 82 p. il. (MPEG. Publicação avulsa, 34).

SOMDA, Z. C.; POWELL, J. M.; BATIONO, A. Soil pH and nitrogen changes following cattle and sheep urine deposition. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 28, n. 15-16, p. 1253-1268, 1997.

STILWELL, M. A.; WOODMANSEE, R. G. Chemical transformation of urea-nitrogen and movement of nitrogen in a shortgrass prairie soil. **Soil Science Society America Journal**, n. 45, p. 893-898, 1981.

TAKAHASHI, M. Produção, armazenamento e manejo do material de propagação. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura**: tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 198-206. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2).



CAPÍTULO 8. PRODUÇÃO MECANIZADA DE MANDIOCA E ALTERNATIVAS DE CONSÓRCIOS

Manoel da Silva Cravo

Benedito Dutra Luz de Souza

INTRODUÇÃO

Na América Latina, houve um retrocesso nos volumes de produção de mandioca, principalmente após a década de 1970, quando a participação passou de 30% para apenas 15% sobre o total mundial. Sem dúvida, o principal responsável por essa redução na América Latina foi o Brasil, que, após produzir 30 milhões de toneladas, contabilizou apenas 25 milhões durante as últimas safras (PARANÁ, 2013). Atualmente o Brasil é apenas o quarto maior produtor mundial de mandioca, com produção estimada para 2014 de 23,4 milhões de toneladas, com rendimento médio de $14,7 \text{ t ha}^{-1}$. A região Norte, principal produtora do País, tem uma estimativa de produção de 7,4 milhões de toneladas, tendo o Pará como o maior produtor nacional, com 4,7 milhões de toneladas e produtividade média de $15,7 \text{ t ha}^{-1}$, participando com 63,5% da produção da região Norte e 20,1% da produção nacional (IBGE, 2014).

Antigamente a mandioca era conhecida como uma cultura tipicamente da agricultura familiar ou de subsistência de pequenos produtores. Contudo, a partir da década de 1990, esse cenário mudou consideravelmente, tanto na produção como na indústria da mandioca, em várias regiões do País, principalmente no Centro-Sul, onde a mecanização do plantio, da colheita e do processamento da mandioca se tornaram realidades, favorecendo o produtor (ROYO, 2010).

Nos últimos anos, o Brasil avançou consideravelmente nas pesquisas, tanto agrícola como industrial, fabricando máquinas para plantio e para colheita mecanizada, esta última sendo considerada, até pouco tempo atrás, como um dos principais pontos de estrangulamento para o plantio em larga escala dessa cultura (PARANÁ, 2013), pela falta de mão de obra para colheita.

Em passado recente, o agricultor tinha que preparar manualmente o material de plantio, cortando as hastes do caule em pequenos pedaços de aproximadamente 15 cm a 20 cm de tamanho, chamados de estacas. Também tinha que abrir covas ou sucros manualmente, plantar essas estacas, adubar e cobrir. Atualmente o plantio e a colheita de grandes áreas são feitos de maneira quase completamente mecanizada, com todas essas tarefas sendo feitas de uma só vez, com uso de máquinas apropriadas, desenhadas para esse fim. Essas máquinas, embora ainda caras, facilitam muito os trabalhos, diminuem o sacrifício do produtor, garantem um plantio bem feito, aumentam a produtividade e diminuem os custos de produção.



No comércio, são encontrados diversos tipos de máquinas, desde as mais simples, acopladas a um trator ou à tração animal, para plantar uma linha, bem como para plantar 2, 4 e 6 linhas, simultaneamente. Essas plantadeiras mecanizadas fazem, ao mesmo tempo, as operações de sulcamento, adubação, corte, plantio e cobertura da maniva (MATTOS; CARDOSO, 2003). Assim sendo, o plantio mecanizado da cultura da mandioca está se difundindo cada vez mais no Brasil (FUKUDA; OTSUBO, 2003) e no mundo (FAO, 2013), e diversos produtores vêm acompanhando a evolução dessa tecnologia, considerando suas vantagens e benefícios, destacando-se: a) rapidez no plantio e economia de tempo; b) redução dos custos; c) uniformidade e qualidade do plantio; d) aumento de produtividade e competitividade; e) uniformidade na distribuição das estacas e na dosagem de fertilizantes.

Diante desses fatos, fica evidente que a mandioca continuará sendo plantada manualmente e com pequenas máquinas, por produtores da agricultura familiar, mas se o objetivo é plantar em larga escala, para fins industriais, não há como dispensar o uso de máquinas apropriadas, tanto para o plantio como para a colheita, desenhadas com dimensões adequadas para o tamanho do empreendimento.

PREPARO DE ÁREA

Uma das etapas mais importantes do plantio da mandioca é o preparo da área para se obter o máximo desempenho da máquina plantadeira, um bom *stand* e elevado rendimento de raízes.

O preparo do solo visa melhorar as suas condições físicas, tais como aeração, infiltração e armazenamento de água, o que facilita a brotação das manivas, o crescimento das raízes e das partes vegetativas, em razão, principalmente, da redução da resistência do solo ao crescimento radicular. O preparo adequado do solo permite, ainda, o uso mais eficiente da calagem, da adubação e de outras práticas agrônômicas, melhorando o desenvolvimento e o desempenho produtivo das culturas.

Em caso de áreas em que seja feito o desmatamento, quando for fazer a destoca, deve-se movimentar o mínimo possível a camada superficial, a fim de evitar a desestruturação do solo e a perda da camada orgânica superficial, rica em nutrientes. Nessas áreas recém-desmatadas, os principais problemas para o uso de plantadeiras mecanizadas é a presença, ainda, de



muitas raízes e a desuniformidade da superfície do terreno, o que provoca falhas na distribuição das estacas de maniva pela máquina, durante a operação de plantio, prejudicando o *stand* final e, conseqüentemente, a produtividade da cultura.

As áreas que já vêm sendo cultivadas, mesmo com outras culturas anuais, são mais adequadas para o plantio totalmente mecanizado, pela maior uniformidade do terreno, o que facilita o deslocamento da plantadeira e a distribuição das estacas.

SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA O PLANTIO MECANIZADO

A seqüência de atividades a ser seguida no preparo de área, para plantio totalmente mecanizado, é a seguinte:

Grade pesada

A gradagem com grade pesada deve ser usada à profundidade de 20 cm, para incorporar a vegetação existente na área. Caso essa vegetação seja composta por arbustos tenros, basta uma passada, mas caso seja composta em sua maioria de capim ou pastagem, é conveniente dar duas passadas, para permitir uma boa incorporação da vegetação.

Grade niveladora

Dez a quinze dias após gradagem pesada, aplica-se o calcário – caso seja necessário – e faz-se uma primeira passagem da grade niveladora, à profundidade de 10 cm a 15 cm, para incorporar o calcário. Em seguida, faz-se uma segunda passada da grade niveladora, apenas para acertar a superfície do terreno, a fim de facilitar o uso da máquina de plantio.

Seleção de manivas

O plantio da mandioca é realizado com manivas-semente, também denominadas estacas, que são partes das hastes ou ramas selecionadas do terço médio da planta, com mais ou menos 20 cm de comprimento e com 5 a 7 gemas. Em virtude da multiplicação vegetativa, a seleção das hastes e o preparo das manivas são pontos importantes para o sucesso da plantação (FUKUDA; OTSUBO, 2003).



Nessa fase, devem ser considerados alguns aspectos de ordem fitossanitária e agrônômica, os quais são detalhados no capítulo sobre Roça sem Fogo e Trio da Produtividade da Mandioca, constante deste documento.

Para o caso específico de plantio com plantadeira mecanizada, é importante que as hastes sejam retas, para facilitar a introdução no cilindro de corte da máquina, o que será prejudicado se as hastes forem tortas. Por isso, anteriormente ao plantio, uma equipe devidamente treinada deve fazer a seleção rigorosa das manivas, de acordo com as variedades e com a quantidade necessária. Preferencialmente deve-se plantar uma só cultivar numa mesma área, evitando-se a mistura de cultivares, o que permitirá um plantio e maturação uniformes, contribuindo para obtenção de produto de alta qualidade.

O maior vigor das estacas é observado até 5 dias após a colheita, porém, se o material for bem acondicionado, pode ser plantado até 15 dias após a colheita (SILVA et al., 2011). Caso seja plantado após 15 dias, pode prejudicar o *stand* final e, conseqüentemente, a produtividade de raízes, por causa do menor poder germinativo das estacas e menor vigor das plantas.

A quantidade de manivas necessária para o plantio de 1 ha é de 4 m³ a 6 m³ (FUKUDA; OTSUBO, 2003) e 1 ha da cultura, com 12 meses de idade, produz hastes para o plantio de 4 ha a 5 ha. Um metro cúbico de hastes pesa aproximadamente 150 kg e pode fornecer cerca de 2,5 mil a 3 mil estacas com 20 cm de comprimento.

Esse material devidamente selecionado deve ser transportado para a área de plantio, com cuidado para não danificar as gemas, em feixes com 25 a 30 estacas cada, depositado em local de fácil acesso, o que contribuirá para o rendimento do plantio.

Plantio

A operação de plantio pode iniciar 2 a 3 dias após a última gradagem ou até 10 a 15 dias após, quando o solo ainda se encontra solto, o que facilita o plantio com a máquina plantadeira. Esse repouso de 10 a 15 dias após a gradagem niveladora é tempo suficiente para que a maior parte das plantas daninhas do banco de sementes do solo germine, ficando em condições de ser controlada por meios químicos ou mecânicos (MATTOS; CARDOSO, 2003).

O espaçamento varia em função do hábito de crescimento das cultivares e do arranjo das linhas de plantio, se em fileiras simples ou em fileiras duplas.

No nordeste do Pará, os plantios totalmente mecanizados vêm sendo feitos em fileiras duplas, com o cálculo da densidade de plantio podendo ser feito usando-se a seguinte equação, conforme Mascarenhas (2009):

$D = 2 \times \text{Área Plantada (m}^2\text{)} / (\text{a} + \text{b}) \times \text{c}$, em que:

D = densidade de plantio (plantas ha⁻¹); a = distância entre as fileiras duplas (m); b = distâncias entre as fileiras simples (m); c = distâncias entre as plantas nas fileiras simples (m).

Para cultivares de porte ereto (Manivão, Jurará-creme, Poty, etc.), o espaçamento utilizado é de 1,30 m (entre fileiras duplas) x 0,70 m (entre fileiras simples) x 0,65 m (entre plantas nas fileiras simples), com uma densidade de plantio total de 15.384 plantas ha⁻¹ e 13.076 plantas úteis, considerando-se uma viabilidade das manivas-semente (estacas) de 85%. Utilizando-se essas mesmas cultivares de porte ereto, mas com espaçamento de 1,20 m x 0,70 m x 0,65 m, ter-se-ia uma densidade de plantio total de 16.194 planta ha⁻¹ e 13.765 plantas úteis, considerando-se uma viabilidade das manivas-semente (estacas) de 85%.

Com base nessas densidades de plantio e dependendo das condições climáticas, do nível de adubação e do controle de plantas daninhas, é esperada uma produtividade média de raízes-tubérculo variando de 2,0 kg a 2,5 kg planta⁻¹, ou seja, de 26,2 t ha⁻¹ (13.076 plantas x 2 kg) a 34,4 t ha⁻¹ (13.765 plantas x 2,5 kg), em plantios com 12 a 14 meses de idade.

Para cultivares de hábito de crescimento enramador (Inha, Chico-vara, Mary, Pacajá, Pecuí, Maranhense, Jabuti, Chapéu-de-sol, Branquinha, etc.) o espaçamento utilizado, com plantios em fileiras duplas, é de 1,70 m (entre fileiras duplas) x 0,70 m (entre linhas) x 0,65 m (entre plantas), dando uma densidade de plantio total de 12.820 plantas ha⁻¹ e 10.897 plantas úteis, considerando-se uma viabilidade das manivas-semente (estacas) de 85%.

Nesse caso, embora a densidade de plantio seja mais baixa, a produtividade média esperada por planta, em condições adequadas de manejo da cultura, é de 3 kg a 4 kg planta⁻¹, o que proporcionaria um rendimento médio aproximado de raízes de 30 t a 40 t ha⁻¹, em plantios com 14 a 18 meses de idade.

O rendimento médio de plantio de uma plantadeira mecanizada de mandioca, com duas linhas (Figura 1), é de 0,5 ha hora⁻¹, com uso de material ereto, podendo ser feito o plantio de dia e de noite, bastando trocar as equipes operadoras.



Figura 1. Plantio mecanizado de mandioca com máquina para duas linhas.

Controle de plantas daninhas feito pelos produtores do Nordeste Paraense

O controle de plantas daninhas é feito imediatamente após o plantio ou no máximo 3 dias após. Mais tardiamente, a aplicação pode provocar fitotoxicidade nas plantas de mandioca que já começam a germinar. Esse controle pode ser feito com uma mistura de herbicidas sistêmicos, para folhas estreitas e folhas largas, de pré e pós-emergência. A escolha do herbicida é consequência direta das espécies de plantas daninhas presentes e do seu custo.

Durante o ciclo da mandioca, os agricultores também realizam diversas limpezas da área, sendo as mais importantes durante os primeiros 100 a 150 dias após o plantio, que é o período crítico de concorrência das plantas daninhas com a cultura da mandioca (ALVES et al., 2008; MATTOS; CARDOSO, 2003). A primeira capina normalmente é feita aos 60 dias após o plantio, podendo ser substituída por roçagem mecanizada. Aos 100, 160 e 200 dias após o plantio, o controle das plantas daninhas pode ser feito por meio da aplicação de herbicidas, sendo a última aos 200 dias, importante para que a colheita seja feita no limpo. Esse assunto deverá ser mais bem detalhado em outro capítulo deste livro.

Calagem e adubação

Caso os resultados da análise de solo, feita com antecedência, indiquem a necessidade de calagem, o calcário será aplicado a lanço e incorporado por ocasião da gradagem niveladora, como já informado anteriormente.

A adubação também deve ser baseada em resultados de análise do solo. Conforme os teores de nutrientes revelados pela análise, as quantidades de fertilizantes a aplicar devem ser definidas de acordo com as recomendações para a cultura da mandioca, constantes da Tabela de Recomendações para o Estado do Pará (CRAVO et al., 2010).

Atualmente, a grande maioria dos produtores do Pará ou não usa fertilizantes e calcário (especialmente em roças de toco) ou, quando usa, aplica aproximadamente 250 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 10-28-20, por ocasião da primeira capina, que é feita próximo aos 60 dias após o plantio. O correto seria utilizar uma adubadeira acoplada à máquina de plantar e aplicar todo o fósforo e metade do potássio por ocasião do plantio, e o restante do potássio e todo o nitrogênio seriam aplicados em cobertura por ocasião do término da primeira capina, próximo aos 60 dias.

Os coeficientes técnicos e estimativas de custos para a implantação totalmente mecanizada de 1 ha de mandioca podem ser vistos na Tabela 1 e comparados com a implantação, também de 1 ha, em roça de toco (Tabela 2). As estimativas de retorno econômico, em ambos os casos, são feitas tomando-se como base a venda de raízes para a agroindústria, sem transformar em farinha ou outros subprodutos da mandioca.

Comparando-se os dados das Tabelas 1 e 2, verifica-se que o valor total empregado no plantio mecanizado é mais alto do que no plantio no toco, porém a produtividade esperada no mecanizado é mais elevada do que o dobro da esperada no plantio no toco. Isso faz com que o custo de produção de 1 t de raízes no sistema mecanizado seja, aproximadamente, 73% mais baixo, podendo baixar ainda mais a partir do segundo cultivo, uma vez que não será necessário comprar manivas-semente, pois já existe na área, e nem aplicar calcário, pois o efeito residual da aplicação, no primeiro cultivo, permanece no solo por pelo menos 3 anos.



Tabela 1. Coeficientes técnicos e estimativas de custos para implantação e condução de 1 ha de mandioca mecanizado, para produção de raízes. Ano base de 2014.

Especificação	Qtd.	Unid. ⁽¹⁾	V. Unit. (R\$)	V. Total (R\$)	% do Total
Preparo de área	-	-	-	350,00	8,15
Gradagem Pesada (2 passadas)	1,5	H.T.P.	100,00	150,00	3,49
Gradagem Leve (1ª etapa)	1,0	H.T.P.	100,00	100,00	2,33
Gradagem Leve (2ª etapa)	1,0	H.T.P.	100,00	100,00	2,33
Plantio e adubação	2,0	H.T.P	150,00	300,00	6,98
Insumos	-	-	-	1.950,00	45,40
Adubo químico NPK 10-28-20	250	kg	2,00	500,00	11,64
Cloreto de potássio	150	kg	1,50	225,00	5,24
Inseticida	0,5	L	40,00	20,00	0,47
Fungicida	2,0	L	30,00	60,00	1,40
Manivas-semente ⁽²⁾	13.000	unid	0,06	600,00	13,97
Herbicida (no plantio)	-	verb	175,00	175,00	4,07
Herbicida (durante desenvolvimento)	-	verb	120,00	120,00	2,79
Calcário	1	t	250,00	250,00	5,82
Tratos culturais	-	-	-	795,00	18,51
Capina manual	10	h/d	30,00	300,00	6,98
Pulverização (2x)	0,6	H.T.P.	100,00	60,00	1,40
Corte manual de moita	5	h/d	30,00	150,00	3,49
Adubação de cobertura (1x)	1,5	h/d	30,00	45,00	1,05
Aplicação de herbicida (3x)	08	h/d	30,00	240,00	5,59
Colheita	-	-	-	900,00	20,96
Arranquio	30	t	30,00	900,00	20,96
Total	-	-	-	4.295,00	100,00

(1) H.T.P. = Hora trator de pneu; h/d = Homem dia; verb = Verba

(2) Densidade de plantio: 15.384 plantas para variedades de porte ereto e 12.820 plantas para variedades de porte enramador.

Observações:

1. Produtividade de mandioca esperada aos 14 meses = 30 t ha⁻¹.
2. Custo da tonelada de mandioca na área de produção = R\$ 143,17.

3. Os gastos com manivas-semente somente serão computados no primeiro cultivo. A partir do segundo cultivo, o agricultor já irá dispor de manivas-semente de sua própria roça.
4. Os gastos com calcário só devem ser computados de 3 em 3 anos, quando a dose aplicada poderá ser repetida, uma vez que o efeito residual da primeira aplicação deverá ter cessado. Contudo, a reaplicação dependerá dos resultados de nova análise do solo.
5. Admite-se uma variação de 10%, para mais ou para menos, com relação ao valor do orçamento e da produtividade esperada.

Fonte: Informação pessoal de Benedito Dutra Luz de Souza, engenheiro-agrônomo – Agropecuária Milênio, 2014.

Tabela 2. Coeficientes técnicos e estimativas de custos para implantação e condução de 1 ha de mandioca em roça de toco em capoeira de 5 a 10 anos, para produção de raízes. Ano base de 2014.

Especificação	Qtd.	Unid.	V. Unit. (R\$)	V. Total (R\$)	% do Total
Preparo de área				660,00	22,2
Roçagem	17	h/d	30,00	510,00	17,1
Queima e encoivamento	5	h/d	30,00	150,00	5,1
2. PLANTIO				450,00	15,2
Retirada de manivas-semente	5	h/d	30,00	150,00	5,1
Plantio	10	h/d	30,00	300,00	10,1
Tratos culturais		-		1.500,00	50,5
Capina manual	50	h/d	30,00	1.500,00	50,5
Colheita				360,00	12,1
Arranquio	12	T	30,00	360,00	12,1
Total	-	-	-	2.970,00	100,0

Observações:

1. Produtividade de mandioca esperada aos 14 meses = 12 t ha⁻¹.
2. Custo da tonelada de mandioca na área de produção = R\$ 247,50.
3. Admite-se uma variação de 10%, para mais ou para menos, com relação ao valor do orçamento e da produtividade esperada.

Fonte: Informação pessoal de Benedito Dutra Luz de Souza, engenheiro-agrônomo – Agropecuária Milênio, 2014.

Um dos custos mais elevados no plantio mecanizado é a colheita que, na região, ainda é feita manualmente, podendo ser diminuído drasticamente, com o uso de máquinas apropriadas para esse fim, como já vêm sendo usadas, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ROYO, 2010).



No sistema de derruba-e-queima (roça de toco), um dos itens de despesa mais elevado é a capina manual, que representa mais de 50% do custo total. Por isso, a maioria dos produtores que usam esse sistema não faz todas as capinas necessárias, havendo a infestação das roças por plantas daninhas e contribuindo para baixar a produtividade de raízes.

Esse sistema (derruba-e-queima), além de normalmente apresentar baixa produtividade, ainda apresenta outras limitações (CRAVO et al., 2005), tais como: a) ser possível somente em pequenas áreas (até 3 ha ou menos); b) não permitir o cultivo contínuo na mesma área, por causa do esgotamento das reservas nutricionais do solo no primeiro cultivo, havendo necessidade de derrubada de nova área de floresta a cada ano; c) uso do fogo, que causa fortes impactos ambientais, até mesmo com emissão de gases de efeito estufa.

Tomando-se como base esses coeficientes, as produtividades obtidas e os custos de produção, em ambos os sistemas de cultivo, considera-se como a mais alta prioridade para a pesquisa a busca de meios para diminuir esses custos ou aumentar a produtividade da cultura, a fim de tornar essa atividade do agronegócio mais atrativa e rentável.

ALTERNATIVAS DE CONSÓRCIO DA MANDIOCA COM OUTRAS CULTURAS

De acordo com Leihner (1983), em torno de 40% ou mais das áreas plantadas com mandioca nas Américas são de plantios consorciados com as mais diversas culturas.

Esses sistemas de cultivo consorciados, muito utilizados pelos pequenos produtores das regiões tropicais, apresentam muitas vantagens sobre o monocultivo, principalmente por promover maior estabilidade da produção, melhor utilização da terra, melhor exploração de água e nutrientes, melhor utilização da força de trabalho, maior eficiência no controle de plantas daninhas, diminuir os riscos da atividade agrícola e disponibilizar mais de uma fonte alimentar (MATTOS; CARDOSO, 2003; ZAFARONE; AZEVEDO, 1982).

No Nordeste Brasileiro, dentre outros fatores, a predominância de minifúndios e a baixa precipitação pluviométrica requerem um uso mais intensivo de recursos, tais como: mão de obra, terra e capital, no momento propício. Nessa região, a mandioca é geralmente cultivada em sistemas consorciados e, por meio do consórcio de mandioca com feijão, há uma



diversificação de alimentos energéticos e proteicos, na mesma área e no mesmo ano, o que possibilita uma composição alimentar mais rica e variada (MATTOS, 2000), bem como gera excedentes de produção para o mercado, contribuindo para o aumento da renda do produtor.

Os consórcios de outras culturas com a mandioca podem ser em fileiras simples e em fileiras duplas. O plantio de uma ou mais culturas entre as fileiras simples de mandioca apresenta o inconveniente da concorrência intra e interespecífica e da impossibilidade de se fazer mais de um cultivo intercalar, durante o ciclo da mandioca (MATTOS; CARDOSO, 2003). Nesse caso, a consorciação pode reduzir as produtividades das culturas componentes dos sistemas.

O sistema de plantio de mandioca em fileiras duplas tem a vantagem de racionalizar o consórcio, pelo uso dos espaços livres que existem entre cada fileira dupla da mandioca, nos quais é possível se fazer até dois plantios de culturas de ciclo curto durante o ciclo da mandioca, sendo apontados os espaçamentos em fileiras duplas de 2,00 m x 0,60 m x 0,60 m, ou 3,00 m x 0,60 m x 0,60 m, como os mais adequados para esses consórcios (FUKUDA; OTSUBO, 2003; MATTOS; CARDOSO, 2003).

Os consórcios mais comuns de mandioca com culturas anuais, encontrados em áreas de pequenos produtores em todo o Brasil, são os seguintes: mandioca + feijão-caupi; mandioca + milho; mandioca + milho + feijão-caupi; mandioca + amendoim; mandioca + arroz; mandioca + melancia; mandioca + abóbora (CRAVO et al., 2005; FUKUDA; OTSUBO, 2003; MATTOS; CARDOSO, 2003).

Quanto ao consórcio com culturas perenes e em sistemas agroflorestais, as culturas intercalares são utilizadas principalmente com o objetivo de gerar renda durante o período de crescimento das culturas perenes, contribuindo para amortizar os custos de implantação das culturas (FUKUDA; OTSUBO, 2003). Nessas condições, a mandioca é utilizada como cultura intercalar, cujo número de fileiras a ser utilizada é função da cultura perene e do espaçamento e arranjo espacial de plantio utilizado.

Diversos autores têm obtido resultados altamente vantajosos, em termos produtivos, tanto da mandioca, como das culturas consorciadas. Devides et al. (2009) obtiveram produtividade elevada de mandioca de mesa, de espigas de milho e de massa seca de feijão-caupi, em sistema de cultivo orgânico, com irrigação, sem interferência do milho e do feijão-caupi no



rendimento da mandioca. Por sua vez, Cavalcante et al. (2005), trabalhando com consórcio de mandioca com feijão comum na Paraíba, obtiveram alto potencial produtivo de raiz e de parte aérea de mandioca, tanto no sistema consorciado com o feijão como em monocultivo. Observaram também que os maiores rendimentos de feijão foram alcançados quando a densidade foi de 20 plantas por metro linear, tanto em monocultivo como em consórcio com a mandioca.

Para as condições da região Sudeste do Brasil, uma escolha interessante para o consórcio com a mandioca, conforme Soares et al. (2011), pode ser a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), pois embora haja um pequeno decréscimo na produtividade, quando consorciada, essa cultura apresenta ciclo curto, rusticidade e é de fácil comercialização na região.

CULTIVOS CONSORCIADOS NO PARÁ – O CASO DO SISTEMA BRAGANTINO

No Estado do Pará, preocupados com a grande quantidade de áreas degradadas, especialmente no nordeste do estado, bem como com as baixas produtividades das culturas obtidas por agricultores familiares, um grupo de pesquisadores da Embrapa e de outras instituições, buscando viabilizar soluções para o uso racional dessas áreas, de forma a gerar renda e emprego dentro dos padrões de sustentabilidade, desenvolveram um modelo alternativo ao de derruba-e-queima para a produção de mandioca, feijão-caupi, milho e arroz, denominado “Sistema Bragantino”, nome dado em homenagem à microrregião bragantina, onde foi desenvolvido (CRAVO et al., 2005). Esse modelo fundamenta-se na rotação e no consórcio dessas culturas, de forma que os agricultores possam produzir continuamente, em uma mesma área, sem necessidade da derrubada anual e queima de novas áreas de floresta, que ainda é prática rotineira, utilizada no sistema de derruba-e-queima na região.

Considerando a baixa fertilidade e a elevada acidez que os solos dessa região apresentam (CRAVO; SMYTH, 2005), o sistema inicia com a análise do solo, para orientar a aplicação de calcário e fertilizantes de forma racional, para “reconstruir” a fertilidade desses solos – o que se convencionou chamar de adubação de fundação – que permitirá o cultivo contínuo dessas culturas, em rotação e consórcio, na mesma área, por tempo indeterminado, podendo ser utilizada a prática do plantio direto, a partir do segundo cultivo.

Segundo Cravo et al. (2005), o Sistema Bragantino, com base nessas premissas, visa contribuir para o desenvolvimento sustentável na região amazônica, por meio da substituição do modelo tradicional (derruba-e-queima) por esse modelo alternativo, direcionado para intensificação do uso da terra, aumento de produtividade das culturas e que traga um melhor retorno econômico, gerando mais emprego e sendo menos danoso ao ambiente, aproveitando áreas já alteradas.

Diversos testes de uso desse sistema na região mostram resultados extraordinários, em termos de melhoria da fertilidade do solo, após a adubação de fundação (Tabela 3), e da produtividade das culturas de arroz, milho, feijão-caupi e mandioca (Tabela 4), o que demonstra a viabilidade de uso do sistema na região e a possibilidade de reintegração de áreas já alteradas ao processo produtivo, com baixo impacto ambiental (CRAVO et al., 2008). Vale ressaltar que a produtividade média de arroz e milho, no sistema de derruba-e-queima na região, gira em torno de 500 kg ha⁻¹, a de feijão-caupi 800 kg ha⁻¹ e da mandioca 12 t ha⁻¹. Assim, o aumento da produtividade de arroz foi de 430%, a do feijão-caupi foi de 28,75%, a do milho foi de 537,4% e a da mandioca foi de 226,7%, o que qualifica o Sistema Bragantino como de alta viabilidade agrônômica e econômica.

Além dos aumentos verificados nas produtividades das culturas individuais, deve-se considerar que, na maioria dos casos, foram feitos cultivos de três culturas por ano na mesma área (Tabela 4), havendo a produção de feijão-caupi, milho e mandioca sem, entretanto, aumentar a área de plantio. Nesse caso, os esforços físicos e dispêndios financeiros do produtor para o preparo da área foram únicos para as três culturas (CRAVO et al., 2008).

Tabela 3. Características químicas médias dos solos das áreas em que foram implantadas as unidades demonstrativas do Sistema Bragantino, antes e depois da “adubação de fundação”.

Época de amostragem	pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	Al (%)	m (%)
Antes	4,6	3	29	0,8	0,4	0,7	35
Depois	6,1	44	32	2,2	0,8	0,1	3

Fonte: Cravo et al. (2008).



Tabela 4. Produtividade média de arroz, feijão-caupi, milho e mandioca, em diversos municípios do Nordeste do Estado do Pará, utilizando as técnicas do Sistema Bragantino, 2008.

Município	Arroz	Feijão-caupi (kg ha ⁻¹)	Milho	Mandioca ⁽¹⁾ (t ha ⁻¹)
Mãe do Rio	-	800	2.000	78,7
Santa Maria do Pará	2.300	1.120	3.270	34,4
Augusto Corrêa	-	980	-	26,3 ⁽²⁾
Castanhal	-	-	2.650	24,7 ⁽³⁾
Bragança	-	1.000	-	42,4
Terra alta	-	925	3.175	42,0
Tracuateua – 1	-	1.186	-	32,0
Vigia	-	1.027	4.840	34,5
Tracuateua – 2	-	1.200	-	37,5
Tomé-Açu	3.000	⁽⁴⁾	-	⁽⁴⁾
Média	2.650	1.030	3.187	39,2

⁽¹⁾ Produtividade média do Estado do Pará = 12 t ha⁻¹. Produtividade de mandioca obtida = 3,27 vezes a do Estado do Pará.

⁽²⁾ Mandioca colhida aos 10 meses, ainda imatura.

⁽³⁾ Mandioca-mansa ou de mesa (macaxeira), colhida aos 8 meses de idade.

⁽⁴⁾ O feijão-caupi e a mandioca ainda se encontravam no campo em Tomé-Açu, na época de avaliação.

Fonte: Cravo et al. (2008).

Estudo da viabilidade econômica desse sistema (NICOLI et al., 2006) mostrou que o Sistema Bragantino apresentou vantagens econômicas, sociais e ambientais e que, em termos comparativos com os sistemas de produção de feijão-caupi e mandioca em monocultivo, o Sistema Bragantino alcançou uma rentabilidade bastante superior, na agricultura familiar e na agricultura empresarial. Isto foi possível graças à redução do custo em algumas atividades, como o preparo de área, e à obtenção de maior produtividade na cultura da mandioca, associada à receita gerada também com o feijão-caupi. Aliado a isso, nesse sistema há um reconhecido aproveitamento dos resíduos de fertilizantes pelas culturas consorciadas, contribuindo para reduzir o custo de recuperação das áreas degradadas.

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DO SISTEMA BRAGANTINO

Algumas vantagens impactantes do uso das técnicas do Sistema Bragantino, em relação ao sistema de derruba-e-queima, foram enumeradas por Cravo et al. (2008), conforme descritas a seguir.

Restaura a fertilidade do solo e potencializa o uso de áreas degradadas

Como os solos da região Nordeste do Pará são de baixa fertilidade natural e encontram-se degradados, em sua maioria, há necessidade de fazer a recuperação da fertilidade, por meio da adubação de fundação, para a implantação do Sistema Bragantino. Assim sendo, áreas antes consideradas degradadas tiveram a fertilidade do solo restaurada (Tabela 3), dando condições de serem reintroduzidas ao processo produtivo, de forma contínua e por tempo indeterminado.

Elimina a necessidade do uso de fogo no preparo de áreas e, conseqüentemente, a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a preservação ambiental

Considerando-se que a fertilidade do solo foi restaurada, não haverá necessidade de o produtor derrubar e queimar todo ano um novo pedaço da floresta para seus cultivos, contribuindo para a redução da emissão de gases de efeito estufa. Dessa forma, as áreas de floresta que deveriam ser derrubadas anualmente poderão ser transformadas em reserva florestal, dentro da propriedade.

Permite o cultivo de até três culturas diferentes por ano, na mesma área, em vez de uma, diminuindo os riscos da atividade agrícola

Essa afirmativa pode ser constatada observando-se os dados da Tabela 4, em que, nas rotações e consórcios, foram plantados, na maioria dos casos, o arroz ou milho, o feijão-caupi e a mandioca. Com isso, os riscos da atividade



agrícola são diminuídos, uma vez que, se uma cultura não produz bem ou ocorre um ataque inesperado de pragas, ou ainda, se o preço do produto “cai” no mercado, as outras culturas poderão cobrir os prejuízos e, até mesmo, pagar todo o financiamento bancário.

Permite a oferta de emprego no campo durante o ano todo

No sistema tradicional, em que os produtores fazem apenas um cultivo por ano, ou trabalham apenas com uma cultura, como o feijão-caupi na microrregião bragantina, só há oferta de emprego durante o ciclo da cultura, que dura em torno de 4 meses por ano, e no restante do ano não há oferta de emprego. Com o uso da rotação de culturas e com o cultivo contínuo no Sistema Bragantino, há necessidade de mão de obra durante todo o ano, ora para o preparo de área e demais atividades para a cultura do arroz ou do milho, ora para o plantio, condução, colheita e beneficiamento das culturas de mandioca e feijão-caupi plantadas em consórcio.

Aumento da produtividade das culturas

Os dados da Tabela 4 reforçam essa afirmativa, quando comparados com as médias de produtividade das culturas, obtidas no sistema de derruba e queima na região ou no Estado do Pará.

Possibilita o aumento da renda dos produtores e a melhoria da qualidade de vida no campo

Em razão do aumento da produtividade e da diversificação de culturas plantadas, há possibilidade de aumento da renda dos produtores, do poder de compra e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade de vida no campo.

Diminui os custos de produção com o plantio direto

Uma vez que, a partir do segundo cultivo do consórcio e rotação de culturas, adota-se a prática do plantio direto, elimina-se a necessidade de mecanização da área e seus custos para o próximo plantio. Por sua vez, com o controle de plantas daninhas, antes do plantio de feijão-caupi, não haverá



necessidade de capinas durante o ciclo da cultura, contribuindo, também, para a diminuição dos custos de produção.

Diminui os riscos de erosão do solo e de assoreamento dos cursos d'água

No sistema convencional, no qual os produtores já utilizam a mecanização, os trabalhos de preparo de áreas são feitos todos os anos, na maioria dos casos, no período de maior precipitação pluviométrica, deixando o solo exposto e sujeito à erosão. No Sistema Bragantino, com a adoção do plantio direto, a partir do segundo cultivo, o preparo mecanizado da área é feito apenas antes do primeiro cultivo, por ocasião da adubação de fundação e, nos demais, o solo fica sempre protegido pela palhada das culturas anteriores, diminuindo os riscos de erosão do solo e, conseqüentemente, de assoreamento dos cursos d'água da região.

Contribui para garantir a segurança alimentar

Ao permitir o cultivo contínuo e diversificado de culturas alimentares e aumentar suas produtividades, o Sistema Bragantino contribui para garantir a segurança alimentar das famílias que têm, nessas culturas, a base alimentar. Além disso, a produção do arroz ou do milho possibilita a criação de aves e de outros pequenos animais, como suínos, ovinos e caprinos, para os quais esses produtos podem ser usados como alimentação. A atividade de criação, por seu turno, além de possibilitar a melhoria da alimentação da família, pelo consumo de proteína animal, ainda pode contribuir para o aumento da renda da propriedade, pela venda dos animais e de seus produtos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o advento das máquinas para plantio, colheita e processamento mecanizado, a mandioca deixou de ser apenas uma cultura típica de pequenos produtores da agricultura familiar para se tornar uma agricultura comercial de alta importância para o agronegócio. No comércio, hoje são encontrados diversos tipos de máquinas, desde as mais simples, acopladas a um trator ou à tração animal, para plantar uma linha, bem como para plantar 2, 4 e 6 linhas simultaneamente, fazendo ao mesmo tempo as operações de sulcamento, adubação, corte, plantio e cobertura da maniva



e permitindo a expansão das áreas de plantio no Brasil e no mundo, onde os produtores vêm acompanhando a evolução dessa tecnologia, tendo por base suas vantagens e benefícios, destacando-se: a) rapidez no plantio e economia de tempo; b) redução dos custos; c) uniformidade e qualidade do plantio; d) aumento de produtividade e competitividade; e) uniformidade na distribuição das estacas e na dosagem de fertilizantes.

Tomando-se como base os elevados custos de produção de mandioca na região, considera-se como prioritárias as pesquisas que busquem meios de diminuir esses custos ou aumentar a produtividade da cultura, a fim de tornar essa atividade mais atrativa e rentável.

Fica evidente, diante desses fatos, que a mandioca continuará a ser plantada manualmente e com pequenas máquinas por produtores da agricultura familiar, mas, se o objetivo é plantar em larga escala para fins industriais, não há como dispensar o uso de máquinas apropriadas, tanto para plantio como para colheita, com dimensões adequadas para o tamanho do empreendimento.

Os plantios em consórcio da mandioca com determinadas culturas, além de se mostrarem mais produtivos e menos impactantes ao meio ambiente, têm se mostrado uma decisão necessária e inteligente dos produtores, no aproveitamento do esforço físico e econômico para o preparo de área e condução dos plantios. Entretanto, em razão da falta de informações no meio rural, esses produtores utilizam essa prática com pouca eficiência, ora pela utilização de arranjos e espaçamentos culturais inadequados, levando as plantas consorciadas a concorrer por água, luz e nutrientes, ora pela falta de correção da fertilidade do solo, controle de plantas daninhas e pragas, redundando em baixo rendimento produtivo das culturas consortes, havendo necessidade de os órgãos governamentais competentes “fazerem chegar” até essa parcela de produtores essas informações que são simples, mas de extrema importância para a otimização da produção, dentro dos padrões de sustentabilidade.

Considerando os excelentes resultados de produção das culturas, da melhoria das características químicas do solo e das perspectivas de melhoria de vida dos produtores, pode-se afirmar que o Sistema Bragantino é uma tecnologia inovadora, prática e factível para cultivo em consórcio e rotação de culturas, podendo substituir o sistema tradicional de derruba-e-queima, oferecendo vantagens não só nos aspectos produtivos, mas também nos sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ANDRADE, A. C. da S. O Trio da Produtividade na Cultura da Mandioca: estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, estado do Pará. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Os desníveis regionais e a inovação no Brasil**: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica: resumos. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. p. 167. 1 CD-ROM.

CAVALCANTE, F. S.; SILVA, I. de F. da; ARAÚJO, M. C. S. P. de. Avaliação da viabilidade do consórcio de mandioca e feijão comum em Latossolo Amarelo no Brejo Paraibano. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 93-97, 2005.

CRAVO, M. S.; CARDOSO, E. M. R.; BOTELHO, S. M. Mandioca. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado Pará**. 1. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Cap. 6, p. 151-152.

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O. L.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema Bragantino**: agricultura sustentável para a Amazônia. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; GALVÃO, E. U. P.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Sistema Bragantino: alternativa inovadora para produção de alimentos em áreas degradadas na Amazônia. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 7, p. 221-239, jul./dez. 2008.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Atributos físico-químicos e limitações dos solos de áreas produtoras de feijão-caupi no Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos Expandidos...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

FAO. **Produzir mais com menos**: mandioca – um guia para a intensificação sustentável da produção. [Rome], 2013. (Informe de Política). Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pdf/FAO-Mandioca.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2014.

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. K. **Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 116 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 7).

IBGE. **LSPA**: levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas. Rio de Janeiro, 2014. 89 p. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201401.pdf>. Acesso em: 27 set. 2014.

LEIHNER, D. E. **Management and evaluation of intercropping systems with cassava**. Cali: CIAT, 1983. 70 p.



MASCARENHAS, J. R. O. **Densidade de Plantio**. Catu: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus de Catu – BA, 2009. (Informativo técnico).

MATTOS, P. L. P. Consorciação. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 33-41. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 37).

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 13).

NICOLI, C. M. L.; HOMMA, A. K. O.; CRAVO, M. S.; FERREIRA, C. A. P. **Sistema de produção de feijão-caupi e mandioca na mesorregião Nordeste Paraense**: análise econômica. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 58 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 276).

ROYO, J. Mandioca: mecanização na colheita triplica capacidade de produção. **Portal Dia de Campo**, 22 abr. 2010. Disponível em: <www.diadecampo.com.br>. Acesso em: 10 out. 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Mandiocultura**: análise da conjuntura agropecuária. Curitiba, 2013.

SILVA, E. S. A.; MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SOUZA, C. M. de A. Qualidade de manivas utilizadas por agricultores familiares do Baixo Tocantins, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011. 1 CD-ROM.

SOARES, M. B. B.; FINOTO, E. L.; MARTINS, A. L. M. Produtividade e eficiência do uso da terra no consórcio entre mandioca e amendoim. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2011.

ZAFARONE, E.; AZEVEDO, D. M. P. **Sistemas de produção consorciados com especial referência no Nordeste do Brasil**. Areia: UFPB, CCA, 1982. 16 p. Trabalho apresentado no 1o Simpósio Brasileiro de Trópico Semi-Árido, Recife, 1982.



CAPÍTULO 9. MANEJO DAS PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ

Célia Regina Tremacoldi

INTRODUÇÃO

As doenças estão entre as principais causas da queda de produção e de produtividade da cultura da mandioca, sendo as podridões radiculares as responsáveis pelas maiores perdas no Estado do Pará. Outras doenças de etiologia fúngica, bacteriana e viral ocorrem em menor escala, mas também podem levar a perdas consideráveis de produção.

Assim, serão apresentadas as principais doenças observadas na cultura da mandioca, com ênfase para o Estado do Pará, e opções de manejo para seu controle e prevenção.

PODRIDÃO RADICULAR

A podridão radicular é um dos fatores limitantes da produção de mandioca nas principais áreas produtoras da região Norte, em especial para os estados do Pará, Amazonas e Amapá. Estima-se que, na região amazônica, as perdas chegam a mais de 50% na várzea, podendo atingir acima de 30% em plantios de terra firme. Em alguns casos, tem-se observado prejuízo total, principalmente em plantios conduzidos em solos com má drenagem da água da chuva, sujeitos a constantes encharcamentos.

A sintomatologia observada nas raízes permite distinguir dois grupos de podridões: podridão-mole e podridão-seca.

Podridão-mole

Os agentes etiológicos são espécies de *Phytophthora* e *Pythium*, anteriormente pertencentes à classe Oomycetes do reino Fungi e, atualmente, classificados não mais como fungos, mas no reino Chromista (Stramenopila) (ROSSMAN; PALM, 2006). Costumam infectar as raízes causando podridão-mole, decorrente da característica necrotrófica dos patógenos que atuam por maceração dos tecidos de reserva, levando à total desintegração das raízes (Figura 1), que liberam um odor de putrefação muito forte e característico. A podridão-mole é bastante comum em áreas cujo solo não seja bem drenado, com ocorrência de acúmulo de água no período de alta intensidade pluviométrica, como o que se observa no “inverno” amazônico. O amarelecimento e a murcha da parte aérea das plantas (Figura 2), que são sintomas reflexos do apodrecimento das raízes, geralmente podem ser observados a partir de 2 ou 3 meses de intensa



ocorrência de chuvas. Costumam levar a perdas superiores a 50% da produção, não sendo rara a perda total da área a ser colhida, quando o plantio é feito com cultivares muito suscetíveis.



Foto: Célia Regina Tremacoldi

Figura 1. Raízes de mandioca apresentando total desintegração dos tecidos de reserva, sintoma característico da podridão-mole.



Foto: Célia Regina Tremacoldi

Figura 2. Amarelecimento e murcha das folhas de mandioca em decorrência do apodrecimento das raízes.

Podridão-seca

Espécies de *Fusarium*, *Scytalidium*, *Lasiodiplodia* e *Diplodia* são os principais agentes etiológicos da podridão-seca nos plantios paraenses, a qual se caracteriza pela ocorrência de áreas necróticas secas e/ou pontuações enegrecidas nos tecidos internos das raízes (Figura 3) e também na casca. Esse tipo de podridão costuma ser notado em áreas menos sujeitas ao encharcamento, durante os meses do verão amazônico, com menor precipitação, mas também pode ser observada nos meses de maior intensidade pluviométrica, sendo os sintomas observados na parte aérea muito semelhantes àqueles decorrentes da podridão-mole das raízes. Apenas a observação dos sintomas nas raízes é que permite a diferenciação entre os tipos de podridão. As perdas da produção costumam ser menores para a podridão-seca, quando comparada à podridão-mole, mas em alguns plantios há perda quase total das raízes, se as cultivares plantadas forem muito suscetíveis aos patógenos.

Foto: Célia Regina Tremacoldi



Figura 3. Raiz de mandioca apresentando área necrótica seca, com aspecto de carvão, característica da podridão-seca.

Medidas de controle

As medidas de controle envolvem a integração do uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes com práticas culturais adequadas, como o plantio sobre leiras para se evitar o acúmulo de água junto às plantas, adubação adequada, não ferir as raízes durante capinas e, também, a rotação de culturas com milho, arroz, feijão, entre outras. As cultivares BRS-Poti, Maranhense e Kiriris têm apresentado boa resistência ou tolerância, tanto à



podridão-mole quanto à seca, dependendo das condições ambientais e dos tratos culturais a que estão sujeitos os plantios.

A Embrapa Amazônia Oriental vem desenvolvendo pesquisas para avaliação das cultivares de seu Banco Ativo de Germoplasma (BAG) quanto à resistência às podridões radiculares. Das 500 cultivares existentes, 295 já foram testadas via inoculação de *Pythium* sp. (isolado de plantas sintomáticas da região Nordeste Paraense) nas raízes e observadas quanto à ocorrência de podridão-seca também em casa de vegetação. Destas, 19 cultivares mostraram-se resistentes aos dois tipos de podridão ou, pelo menos, a um dos tipos (Figura 4 – A, B, C). Esses materiais genéticos promissores, selecionados nos testes de resistência, estão sendo testados a campo por melhoristas vegetais para validação/confirmação dos resultados e posterior indicação aos produtores.

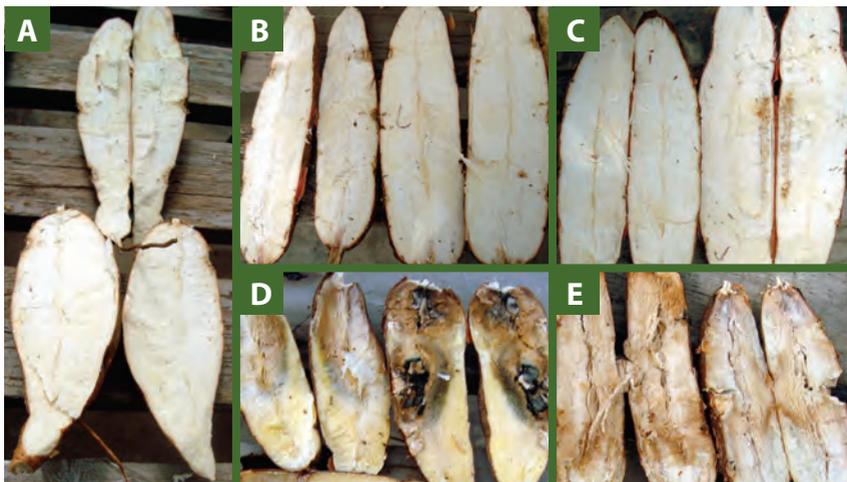


Foto: Célia Regina Tremacoldi

Figura 4. Avaliação de cultivares do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental quanto à resistência à podridão das raízes, por meio de inoculação com *Pythium* sp. em casa de vegetação. A, B, C – Raízes de três cultivares que foram resistentes à inoculação com o patógeno; D, E – Raízes de duas cultivares que foram suscetíveis.

ANTRACNOSE

No Brasil, a doença está presente em todas as regiões produtoras, podendo ocorrer no final do ciclo da cultura ou logo no início do plantio. No Pará, observa-se baixa incidência da doença, sem causar danos significativos.



O agente etiológico é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., 1884, também patogênico a várias outras culturas agrícolas. Os sintomas aparecem na forma de cancrs elípticos e profundos nas hastes jovens e pecíolos. Em condições de alta umidade, nos centros das lesões aparecem estruturas róseas, correspondentes à fase de reprodução do patógeno. Ocorre a desfolha e os ponteiros morrem. O plantio de manivas contaminadas pode resultar em falhas na germinação e redução do número de plantas por hectare (KIMATI et al., 2005).

Medida de controle

Recomenda-se o plantio de manivas-semente sadias.

SUPERALONGAMENTO

O superalongamento, cujo agente etiológico é *Sphaceloma manihoticola* Bitanc. & Jenkins, 1951, é uma das doenças de origem fúngica mais importantes da cultura da mandioca. No Brasil, a sua ocorrência foi constatada pela primeira vez em 1977, na região Norte, em lavouras dos estados do Amazonas e Pará (TAKATSU; FUKUDA, 1977). Atualmente, a doença encontra-se sob controle, não constituindo problema para a mandioca nos plantios paraenses.

Os principais sintomas da doença são o alongamento exagerado das hastes tenras ou em desenvolvimento, provocado pelo ácido giberélico induzido pelo fungo, formando ramas finas com longos entrenós. Em casos severos, as plantas afetadas podem ser identificadas pelas lesões típicas de verrugoses nas hastes, pecíolos e nervuras; também é comum observar retorcimento das folhas, desfolhamento e morte dos tecidos. Durante a estação chuvosa, a disseminação da doença é bastante rápida, pois os esporos são facilmente transportados à longa distância pela ação do vento e da água. O estabelecimento da doença em uma área anteriormente livre ocorre, principalmente, por meio de manivas-semente contaminadas.

Os prejuízos causados pelo superalongamento dependem do nível de inóculo inicial, da suscetibilidade das variedades e cultivares utilizadas e das condições climáticas. Utilizando-se cultivar suscetível, originada de plantação afetada, em condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, as perdas de produção podem atingir até 70%, enquanto em cultivar tolerante, sob as mesmas condições, a perda no máximo chegará a 30%.



Medidas de controle

A principal medida para o controle do superalongamento é a seleção de manivas-semente sadias para o plantio, de preferência oriundas de cultivares resistentes ou tolerantes. A rotação de culturas é outra boa técnica a ser adotada em áreas nas quais a doença já ocorre.

FERRUGEM

A ferrugem da mandioca é muito comum em áreas de clima frio e em regiões de altitude elevada na Colômbia, mas também ocorre em áreas de clima tropical do Brasil, como o Estado da Bahia. O agente etiológico é o fungo *Uromyces manihotis* Henn., 1908. No Pará, a doença foi relatada pela primeira vez em 2011 (SIVIERO; TREMACOLDI, 2011), pela presença de pústulas de ferrugem em folhas, pecíolos e ramos de brotações novas em plantas adultas, nos municípios de Acará e Barcarena, importantes produtores de mandioca. No entanto, plantas sintomáticas são encontradas em pequeno número, em alguns plantios do Nordeste Paraense, não representando danos à cultura, até o momento.

Os sintomas caracterizam-se pela formação de pústulas (concentração de uredósporos, que são esporos que causam a infecção) de coloração alaranjada a marrom, na face inferior das folhas, principalmente as mais jovens, nos pecíolos, nos caules e frutos. Tecidos infectados podem sofrer deformações e, eventualmente, pode ocorrer amarelecimento e seca dos ponteiros (RODRIGUEZ et al., 2008).

Medidas de controle

O fungo causador da ferrugem sobrevive em plantas de mandioca deixadas na propriedade, em plantios velhos, mantidos com a finalidade de obtenção de manivas-semente para novos cultivos, mas esse material não deve ser utilizado pelo produtor. O controle das ferrugens é normalmente obtido por meio de cultivares resistentes, mas, como no caso da mandioca ainda não se trata de doença responsável por perdas expressivas na maioria dos cultivos brasileiros, não há essas cultivares disponíveis.

BACTERIOSE

A bacteriose, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (Bondar Vauterin et al., 1995), é uma das principais doenças da mandioca em várias regiões do País. A doença foi relatada pela primeira vez em 1912, no Estado de São Paulo e, atualmente, pode ser encontrada em quase todo o território nacional. Além do Brasil, a bacteriose tem sido relatada causando surtos epidêmicos em outros países da América do Sul, América Central, África e Ásia (KIMATI et al., 2005). Os sintomas caracterizam-se por manchas angulares nos folíolos, de cor de palha na face superior e azulada na face inferior, de aparência aquosa (Figura 5), murcha das folhas e pecíolos, morte descendente e exsudação de goma nas hastes, além de necrose dos feixes vasculares e morte da planta. Os prejuízos causados pela bacteriose variam com as condições climáticas, suscetibilidade ou tolerância dos genótipos, práticas culturais empregadas, épocas de plantio e nível de contaminação do material de plantio. Quanto às condições climáticas, a variação brusca de temperatura entre o período diurno e noturno é o fator mais importante para a manifestação severa da doença. Considera-se a amplitude diária de temperatura superior a 10 °C, mantida por um período constante acima de 5 dias, condição ideal para o pleno desenvolvimento da doença. No Pará, em virtude da pequena variação de temperaturas diurnas e noturnas, as condições ambientais são desfavoráveis para que a doença se manifeste de forma severa. Até o momento, observa-se uma baixa incidência da doença e apenas na forma de manchas angulares nas folhas, o que não leva a perdas de produção em plantios paraenses.

Em geral, as perdas de produção podem ser estimadas em 30%, mas em cultivos implantados com variedades suscetíveis e em locais com condições favoráveis para o desenvolvimento da doença, os prejuízos podem ser totais. Por sua vez, em genótipos tolerantes, mesmo com a ocorrência de condições favoráveis, as perdas de produção não costumam ultrapassar os 30%.

Foto: Célia Regina Tremacoldi



Figura 5. Folha de mandioca apresentando manchas angulares, de aspecto aquoso, características de bacteriose.



Medidas de controle

A utilização de cultivares resistentes é a medida mais eficiente para o controle da bacteriose. Também contribuem as práticas culturais como a seleção de material propagativo sadio e a adequação das épocas de plantio.

VIROSES

As viroses mais importantes para a cultura da mandioca no Brasil são o mosaico-das-nervuras (*Cassava vein mosaic virus*), o mosaico-comum (*Cassava common mosaic virus*) e a couro-de-sapo, de etiologia ainda não determinada, que podem reduzir a produtividade da cultura. Embora não sejam encontradas causando danos em plantios paraenses, as viroses são consideradas como potencialmente importantes, pois, se ocorrerem de maneira severa, podem levar à perda drástica de produção, estimada em 70%, ou até mesmo a perdas totais em variedade suscetível.

No mosaico-das-nervuras, os sintomas apresentam-se como cloroses intensas entre as nervuras primárias e secundárias das folhas. Em casos severos da doença, é comum observar um forte retorcimento do limbo foliar (FUKUDA, 1986). O mosaico-comum caracteriza-se por sintomas de clorose da lâmina foliar e retorcimento dos bordos das folhas, especialmente em folhas em formação (KITAJIMA et al., 1965). Em alguns casos, tem-se observado que, com o desenvolvimento das folhas, os sintomas desaparecem por completo, notadamente quando as condições ambientais tornam-se adversas para o desenvolvimento da doença. Na virose couro-de-sapo, as plantas infectadas geralmente apresentam a parte aérea vigorosa, sem sintomas evidentes. Já as raízes não engrossam, não acumulam amido e tornam-se fibrosas. A sua epiderme fica corticosa, apresentando rachaduras longitudinais. Os sintomas produzidos nas raízes são muito característicos, permitindo a identificação da presença dessa virose quando da colheita (MEISSNER FILHO; VELAME, 2006).

Medidas de controle

A principal medida de controle das viroses é a seleção de material de plantio sadio, de preferência oriundo de variedades resistentes e a eliminação de plantas afetadas dentro do cultivo.

REFERÊNCIAS

FUKUDA, C. **Doenças da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1986. 26 p. VI Curso Intensivo Nacional de Mandioca realizado em Cruz das Almas, BA, 1986.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 2005. v. 2, 663 p.

KITAJIMA, E. W.; WETTER, C.; OLIVEIRA, A. R.; SILVA, D. M.; COSTA, A. S. Morfologia do vírus do mosaico comum da mandioca. **Bragantia**, v. 24, p. 247-260, 1965.

MEISSNER FILHO, P. E.; VELAME, K. V. C. **O vírus do couro de sapo da mandioca**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/CouroSapo/index.htm>. Acesso em: 29 set. 2014.

RODRIGUEZ, M. A. D.; OLIVEIRA, A. M. G.; DINIZ, M. S.; ALVES, A. C. C. **Ferrugem da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 2 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Mandioca em foco, 37).

ROSSMAN, A. Y.; PALM, M. E. Why are Phytophthora and other Oomycota not true Fungi? **Pest Management**, v. 17, p. 217-219, 2006.

SIVIERO, A.; TREMACOLDI, C. R. Ocorrência da ferrugem da mandioca causada por *Uromyces manihotis* no Estado do Pará. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 924, ago. 2011. Suplemento.

TAKATSU, A.; FUKUDA, C. **Recomendações e medidas a serem tomadas, face à ocorrência de superalongamento da mandioca causada por *Sphaceloma manihoticola* na região de Belém, PA**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1977. 6 p.

CAPÍTULO 10. MANEJO DAS PRINCIPAIS PRAGAS DA CULTURA DA MANDIOCA

Aloyséia Cristina da Silva Noronha

INTRODUÇÃO

Na cultura da mandioca, as pragas (insetos e ácaros) são representadas por várias espécies, existindo aquelas que se apresentam no campo atacando a planta durante um curto período de tempo, dando condições para a recuperação da planta sob condições ambientais favoráveis. Outras pragas atacam a planta por um período prolongado, causando maiores reduções no rendimento da cultura. De modo geral, as pragas podem causar dano à planta de mandioca pela redução da taxa foliar e da taxa fotossintética, pelo ataque às hastes e ao material de plantio. Dessa forma, os métodos de controle das pragas devem enfatizar a resistência de plantas, o controle biológico, o controle cultural e o uso de inseticidas biológicos, ou seja, o manejo integrado.

Neste texto são apresentadas informações sobre o manejo de insetos e ácaros considerados de importância para a cultura e região, como o mandarová, o ácaro-verde-da-mandioca, a mosca-branca, os cupins, as formigas e brocas-do-caule.

MANDAROVÁ

O mandarová (*Erinnys ello* e *E. alope*) é uma das pragas de maior importância para a cultura da mandioca, não somente por sua ampla distribuição geográfica, como também por sua alta capacidade de consumo foliar, especialmente nos últimos instares larvais (Figura 1). As lagartas, que vivem de 12 a 15 dias e alimentam-se das folhas, podem causar severo desfolhamento, o qual, durante os primeiros meses de cultivo, pode reduzir o rendimento e até mesmo ocasionar a morte de plantas jovens. É de ocorrência esporádica. Ataques da praga são comuns nos mandiocais brasileiros, geralmente cíclicos, podendo não ocorrer em alguns anos, sendo mais frequente em períodos chuvosos. A forma adulta do mandarová é uma mariposa de cor acinzentada, de hábito noturno, capaz de voar a grandes distâncias.

Fotos: Alayséia Noronha



Figura 1. Ovo, larva e pupas de mandarová.



Manejo: O manejo integrado utiliza diversas técnicas de controle (BELLOTTI et al., 1989; FARIAS; BELLOTTI, 2006):

- Controle cultural: É recomendado arar o terreno após a colheita, para eliminação de pupas do inseto; eliminar as plantas invasoras presentes na plantação, principalmente as da família da mandioca, as euforbiáceas, que servem de hospedeiras; em caso de ataques contínuos em uma região, é recomendado realizar a rotação de culturas.
- Controle mecânico: Em plantios pequenos, recomenda-se a catação manual das lagartas e sua destruição.
- Controle físico: Utilização de armadilhas para a captura de adultos, o que permite reduzir a população, prevenindo o agricultor contra ataques intensos. A contagem de adultos com armadilha luminosa mostrou-se eficiente na identificação de revoadas de *E. ello* e permite de maneira otimizada o monitoramento da infestação de ovos e larvas no campo (AGUIAR et al., 2010).
- Controle biológico: O mandarová tem uma série de inimigos naturais capazes de exercer um bom controle, seja com parasitoides ou com predadores de ovos e larvas. O inseticida biológico seletivo à base de *Bacillus thuringiensis* tem mostrado grande eficiência no controle do mandarová, principalmente quando aplicado em lagartas jovens. O controle também pode ser feito pela aplicação de *Baculovirus erinnyis*, um vírus de ocorrência natural que ataca as lagartas, ocasionando infecção generalizada nas larvas. Após inspeções, no mínimo semanais, em plantios com até 5 meses, a aplicação do *B. erinnyis* deve ser feita quando forem encontradas de cinco a sete lagartas pequenas por planta. O *B. erinnyis* pode ser obtido pela maceração de lagartas infectadas na lavoura, as quais se apresentam descoradas, com perda dos movimentos e da capacidade de se alimentar, encontrando-se dependuradas nos pecíolos das folhas. Para o preparo da “calda”, utilizar apenas as lagartas recém-mortas. As lagartas não usadas de imediato devem ser conservadas em congelador ou freezer e descongeladas antes do preparo da calda. A dose para pulverizar 1 ha é obtida usando-se: 8 lagartas grandes (7 cm a 9 cm de comprimento); 22 lagartas médias (4 cm a 6 cm); 30 lagartas pequenas (até 4 cm) ou 18 g de lagartas ou 20 mL de líquido (lagartas esmagadas). Para o preparo da “calda”, proceder da seguinte forma: 1) esmagar bem as lagartas infectadas, juntando um pouco de água para soltar o vírus (Figuras 2A 2B); 2) coar tudo com um pano limpo ou passar em peneira fina, para não entupir

o bico do pulverizador (Figuras 2C e 2D); 3) misturar o líquido coado numa quantidade de 200 L de água por hectare a ser pulverizado (Figuras 2E e 2F); 4) aplicar o *Baculovirus* nas primeiras horas da manhã ou à tardinha. Deve-se levar em consideração que as lagartas infectadas levam cerca de 6 dias para morrer, porém a partir do quarto dia elas deixam de se alimentar. A partir da utilização de armadilha luminosa, é possível o controle das infestações de mandarová em grandes áreas, com a utilização do *B. erinyis* (AGUIAR et al., 2010; RINGENBERG et al., 2010).

Fotos: Romulo da Silva Carvalho

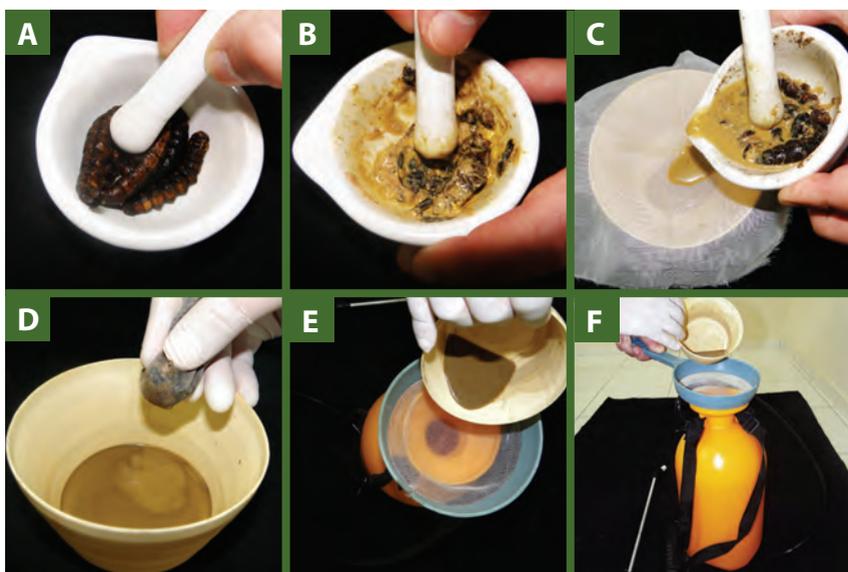


Figura 2. Preparo da calda de *Baculovirus* para o controle de mandarová.

Fonte: Ringenberg et al. (2010).

ÁCAROS

Os ácaros são uma das pragas mais severas que atacam a cultura da mandioca. Frequentemente atacam o cultivo durante a estação seca do ano, sendo encontrados em grande número na face inferior das folhas. Os sintomas típicos do dano são pontuações e manchas cloróticas, morte das gemas, algumas vezes deformações e queda das folhas, como consequência ocorre redução da área foliar e taxa fotossintética, ocasionando prejuízos à produção (MORAES; FLECHTMANN, 2008).



Dentre as espécies de ácaros fitófagos associadas com a cultura da mandioca, as mais comuns e causadoras de problemas pertencem aos gêneros *Mononychellus*, *Tetranychus* e *Oligonychus* (BELLOTTI et al., 1983). Os ácaros mais importantes para a cultura da mandioca no Brasil são o ácaro-verde (*Mononychellus tanajoa*) e o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), sendo a primeira espécie de maior importância, com a qual estudos têm sido realizados visando seu controle (NORONHA, 2001).

O ácaro-verde *M. tanajoa* (Tetranychidae) é considerado uma das principais pragas da cultura da mandioca. Esse ácaro é provavelmente nativo do Nordeste do Brasil (BELLOTTI et al., 1999), descrito originalmente em 1938, a partir de espécimes coletados em mandioca no Estado da Bahia, encontrando-se presente em várias regiões do Brasil (ALBUQUERQUE; CARDOSO 1980; FLECHTMANN, 1989), sendo de ocorrência comum na região Nordeste. É encontrado na superfície inferior das folhas de mandioca, alimentando-se do conteúdo celular, por meio da introdução do estilete no interior das células.

Os sintomas do ataque do ácaro-verde são mais evidentes na região apical, nos brotos, gemas e folhas novas. Os danos causados pelo ácaro iniciam com pequenas pontuações amareladas que afetam a formação das folhas, as quais se tornam reduzidas em plantas severamente atacadas, apresentando-se deformadas; com o encurtamento dos entrenós, as hastes tornam-se ásperas e de cor marrom, podendo haver o desfolhamento e morte do ápice dos ramos com redução na produtividade, além de afetar a quantidade e qualidade de material para plantio (Figuras 3 e 4).



Fotos: Aloysia Noronha

Figura 3. Planta de mandioca apresentando folhas com pontuações amareladas e deformadas, característica do ataque de ácaro-verde. Belém, PA.



Figura 4. Ataque de ácaro-verde em mandioca com encurtamento dos entrenós, hastes ásperas e de cor marrom. Ilha de Marajó, PA.

As condições climáticas favoráveis para o aumento da população de *M. tanajoa* verificam-se na região Nordeste, destacando-se as condições de semiárido (até 8 meses secos, 400 mm a 600 mm de precipitação anual). No semiárido do Nordeste, a ausência da praga contribuiu para o aumento no rendimento médio de raízes (28,1%) e parte aérea (28,6%) (FUKUDA et al., 1996). A presença desse ácaro foi observada em todos os acessos de mandioca do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA. Cerca de 32% dos acessos apresentaram os brotos afetados, entretanto, a ocorrência de chuvas provavelmente contribuiu para a recuperação das plantas (NORONHA; MOURA, 2011).

O ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) é de ampla distribuição geográfica e de ocorrência em várias culturas além de mandioca (BOLLAND et al., 1998). É encontrado na face inferior das folhas, preferencialmente nas partes mediana e basal da planta. As folhas atacadas apresentam, na face superior, pontos amarelados ao longo da nervura central, estendendo-se por toda a folha, adquirindo coloração bronzeada; posteriormente secam e caem. Em ataques severos, pode ocorrer perda das folhas basais e medianas da planta, avançando até a parte apical (FLECHTMANN, 1989).



Em geral, os ácaros inicialmente atacam plantas isoladas, em seguida pequenos grupos de plantas em determinados locais (focos) e, posteriormente, invadem toda a plantação. Os meios de dispersão envolvidos são a ação involuntária do homem, o vento e o transporte de material vegetal infestado.

A capacidade de aumento da população dos ácaros está relacionada com os fatores climáticos e varia segundo a planta hospedeira, o seu estado nutricional e a presença de inimigos naturais (NORONHA et al., 1995; MORAES; FLECHTMANN, 2008). Durante os períodos secos (baixa umidade relativa e alta temperatura), os ácaros têm alta taxa de reprodução. As chuvas fortes não somente causam aumento da umidade relativa, como também lavam as folhas, podendo ocorrer ainda a eliminação dos ácaros por afogamento ou pelo choque das gotas de água.

Manejo: São componentes importantes dentro do manejo de ácaros, as práticas culturais, o controle químico, a resistência de plantas e o controle biológico.

- Controle cultural: A adoção de determinadas práticas pode influenciar na população de ácaros na cultura, modificando condições que possam favorecer o desenvolvimento deles, como: seleção de manivas saudias para o plantio; destruição dos resíduos da colheita anterior; inspeções periódicas no cultivo para identificar focos de ácaros no início dos ataques e remoção de partes de plantas atacadas; eliminação de plantas hospedeiras de ácaros (OLIVEIRA, 2009).
- Controle químico: Não há produto registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para ácaros da mandioca (AGROFIT, 2015). Esse tipo de controle provoca desequilíbrio por eliminar insetos e ácaros benéficos, muito comuns nos mandiocais.
- Resistência de plantas: O uso de variedades de mandioca resistentes e/ou tolerantes é o meio ideal para controlar ou reduzir os ácaros e minimizar os danos causados à cultura. Algumas observações sobre biologia de *M. tanajoa* e avaliação de cultivares ao ataque do ácaro mostraram suscetibilidade e diferenças genéticas entre acessos de *Manihot*. (ARGOLO et al., 2005; BOAVENTURA et al, 2015; NORONHA et al., 1995; NORONHA; FUKUDA, 1989; SANTOS et al., 1977).



- Controle biológico: Os inimigos naturais dos ácaros fitófagos que ocorrem na cultura da mandioca agrupam os patógenos (fungos Entomophthorales) e predadores (DELALIBERA JUNIOR et al., 2004). Entre os artrópodes predadores, temos os ácaros e insetos. Os ácaros predadores da família Phytoseiidae, conhecidos como fitoseídeos, são considerados primordiais no controle da população da praga e tidos como mais eficientes que os insetos predadores, por seu baixo requerimento alimentar (MORAES, 1991).

MOSCA-BRANCA

São várias as espécies de mosca-branca relatadas em mandioca. Os adultos do inseto podem ser observados sacudindo-se os brotos das plantas para fazê-los voar, pois são encontrados na face inferior das folhas apicais, local onde realizam a postura. A fase jovem do inseto (ninfas) e a fase de 'pupa' podem ser encontradas na face inferior das folhas medianas e basais (Figura 5). Os danos são ocasionados pelos adultos e formas jovens ao se alimentarem das folhas, que ficam amareladas, encarquilhadas, secam e caem. As hastes começam a secar do ápice para a base. Observa-se nas folhas a presença de uma substância açucarada produzida pelo inseto, conhecida como mel ou mela, resultando na presença de um fungo conhecido como fumagina (*Capnodium* sp.), que cresce sobre a camada superior das folhas, provocando a redução da área fotossintética. Altas populações da praga ocasionam redução no rendimento de raízes e afetam a qualidade da farinha.

Manejo: Algumas alternativas de controle para minimizar os danos, promover a redução populacional e reduzir os prejuízos advindos do ataque do inseto são sugeridas (FARIAS; BELLOTTI, 2006; MOREIRA et al., 2006).

- Adubação adequada na área de cultivo, além do plantio da mandioca em consórcio com culturas não hospedeiras do inseto, pode favorecer a redução da praga.
- Pulverização das plantas atacadas com detergente neutro adicionado ao óleo vegetal, ambos a 1% de concentração, dirigindo o jato para a porção inferior das folhas e repetindo a operação em intervalos de 5 dias, até minimizar a presença de adultos/ninfas.
- Destruição dos restos culturais após a colheita.



- Vistorias regulares (monitoramento) para identificação de focos da praga.
- Utilização do fungo *Cladosporium cladosporioides* em pulverização. Esse fungo é um agente de controle natural de ninfas da mosca-branca.



Fotos: Aloyséia Noronha

Figura 5. Ninfas de mosca-branca na face inferior em folha de mandioca. Igarapé-Açu, PA.

CUPINS

Os cupins atacam o material de propagação armazenado, as plantas jovens e raízes das plantas em crescimento (Figura 6). Quando atacam as manivas-semente armazenadas, penetram pela parte seca, podendo invadi-las e destruí-las totalmente; nas plantas jovens, constroem galerias entre a medula e o córtex, impedindo assim o transporte de nutrientes. Por esse motivo, as plantas apresentam um secamento progressivo descendente e logo depois morrem. Quando esses insetos atacam as raízes de plantas desenvolvidas, observa-se, na epiderme, agregações de terra cristalizada sob as quais se localizam os cupins. Acredita-se que o maior dano é causado quando atacam as manivas-semente, embora possam afetar seriamente as plantas adultas, podendo também afetar o estabelecimento do cultivo, especialmente durante épocas de secas prolongadas (BELLOTTI et al., 1983). No Estado do Pará, a ocorrência de cupins causando danos em mandioca foi relatada no Município de Bujaru e em menor escala sem implicações econômicas nos municípios

de Castanhal, Benevides e Bragança (mesorregiões Metropolitana de Belém e Nordeste Paraense), com predominância de *Coptotermes* sp. e *Heterotermes* sp. (Isoptera) (BANDEIRA, 1981).

Manejo: Recomenda-se a manutenção das áreas limpas com eliminação dos restos culturais (BELLOTTI; SCHOONHOVEN, 1978).

Foto: Paulo Duarte



Figura 6. Cupins em haste (região do colo da planta) de mandioca. Belém, PA.

FORMIGAS

As formigas (*Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.) podem desfolhar rapidamente as plantas quando ocorrem em populações altas e/ou não controladas. Fazem um corte semicircular na folha, podendo também atingir as gemas quando os ataques são severos. Os formigueiros podem ser distinguidos facilmente no campo, pelos montículos de terra que são formados em volta do orifício de entrada. Em geral, os ataques ocorrem durante os primeiros meses de desenvolvimento da cultura. Sabe-se que a acumulação de carboidratos nas raízes depende da atividade fotossintética que ocorre no sistema foliar e, assim, qualquer distúrbio nessa parte da planta pode prejudicar a quantidade de substâncias amiláceas elaboradas (BELLOTTI et al., 1983; FARIAS; BELLOTTI, 2006).

Manejo: Deve-se efetuar o controle logo que se observem plantas com folhas e pecíolos cortados. O formicida a ser utilizado vai depender das



condições climáticas. Os insetos podem ser destruídos dentro do ninho, por meio de fumigação, feita nas épocas chuvosas. Em épocas secas, o uso de isca granulada colocada ao longo dos caminhos deixados pelas formigas é uma boa medida de controle (MATOS; CARDOSO, 2003).

A utilização de manipueira (subproduto da industrialização da mandioca) no controle de formigas cortadeiras foi testada na cultura da mandioca (FARIAS et al., 2006). O procedimento para a utilização da manipueira consta de: limpeza da área externa de cada formigueiro; depósito de 3 L do produto no olheiro principal; vedação do olheiro principal e dos demais olheiros do formigueiro para evitar a fuga das formigas.

BROCAS-DO-CAULE

As brocas-do-caule ou brocas-da-haste causam danos esporádicos ou localizados. As fêmeas da broca ovipositam em várias partes da planta. As larvas, com coloração branca, amarela ou marrom-clara, penetram na haste, fazem túneis e debilitam a planta (Figura 7). Assim, a presença no plantio tem como aspecto os excrementos ou exsudatos deixados junto à base da planta ou próximo aos orifícios nas ramas (Figura 8). As hastes podem secar e se partir, ocorrendo redução na qualidade e quantidade do material de propagação (manivas-semente). Nos períodos secos, as plantas atacadas podem perder as folhas e secar (FARIAS; BELLOTTI, 2006). No Brasil, as espécies mais comuns pertencem à ordem Coleoptera. A presença de coleobrocas em genótipos de mandioca foi observada na coleção de *M. esculenta* da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, com o registro das espécies *Pappista granicollis* (Curculionidae) e *Anisopodus lignicola* (Cerambycidae) (NORONHA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

Manejo: Recomenda-se observar periodicamente o plantio, principalmente durante períodos chuvosos e de temperatura mais elevada. A redução da população do inseto pode ser obtida com a destruição das hastes atacadas, com o uso de maniva-semente sadia e proveniente de plantações sem ocorrência de ataque da broca e com a utilização de armadilha para a coleta dos adultos (armadilha CNPMF) (CARVALHO et al., 2009).

Foto: Paulo Duarte



Figura 7. Larva da broca-do-caule em haste de mandioca. Belém, PA.

Fotos: Aloysia Noronha



Figura 8. Excrementos de broca-do-caule próximo aos orifícios de entrada da larva na haste de mandioca. Igarapé-Açu, PA.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Outras pragas não abordadas neste capítulo, como o percevejo-de-renda, a mosca-do-broto, a mosca-das-galhas e espécies de cochonilhas e ácaros já relatadas na Amazônia, também podem estar presentes e causar danos à cultura. Porém, não foram descritas neste capítulo por ainda não terem causado danos econômicos relevantes nas áreas de cultivo. A prática do monitoramento feita por técnicos e agricultores da área de cultivo da mandioca, desde o plantio até a colheita, inspecionando-se diferentes estruturas da planta (raízes, hastes e folhas), com a realização de visitas periódicas para verificação da presença de pragas e identificação de focos iniciais, bem como a identificação de insetos benéficos presentes na área de cultivo, torna possível estabelecer a melhor estratégia para o controle mais eficiente das pragas.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/serviços-e-sistemas/sistemas/agrofit>. Acesso em: 23 maio 2015.
- AGUIAR, E. B.; LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A.; BICUDO, S. J. Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L. 1758) para o controle com baculovirus (*Baculovirus erinnyis*). **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 55-59, 2010.
- ALBUQUERQUE, M.; CARDOSO, E. M. R. **A mandioca no trópico úmido**. Brasília, DF: Editerra, 1980. 251 p.
- ARGOLO, P. S.; NORONHA, A. C. S.; OLIVEIRA, V. S.; FUKUDA, W. M. G. Aspectos da biologia e preferência para alimentação e oviposição de *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) em quatro variedades de mandioca. **Magistra**, v. 17, n. 1, p. 23-27, 2005.
- BANDEIRA, A. G. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. **Acta Amazonica**, v. 1, n. 1, p. 149-152, 1981.
- BELLOTTI, A. C.; SCHOONHOVEN, A. **Cassava pest and their control**. Cali: CIAT, 1978. 71 p.
- BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A.; VARGAS, O.; ARIAS, V. B.; GUERRERO, J. M. **Descripción de las plagas que atacan la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y características de sus daños**. Cali: CIAT, 1983. 51 p. (CIAT. Guía de estudio).
- BELLOTTI, A. C.; ARIAS, V. B.; REYES, J. A. **Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L.) (gusano cachón de La Yuca)**. Cali: CIAT, 1989. 62 p. (CIAT. Guía de estudio).
- BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 343-370, 1999.

BOAVENTURA, V. J.; RINGENBERG, R.; LEDO, C. A. S. Genetic dissimilarity for resistance to *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari, Tetranychidae) among domesticated and wild *Manihot* species. **Acta Scientiarum**, v.37, n. 4, p. 441-446, Oct-Dec, 2015.

BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden: Brill, 1998. 392 p.

CARVALHO, R. S.; RODRIGUEZ, M. A. D.; ALVES, A. A. C.; OLIVEIRA, R. S.; DINIZ, M. S. **Biomonitoramento e supressão populacional de brocas da haste da mandioca *Sternocoelus* spp. utilizando armadilha CNPMF em Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 5 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 92).

DELALIBERA JUNIOR, I.; HAJEK, A. E.; HUMBER, R. A. *Neozygites manihotae* sp. nov., a pathogen of the cassava green mite. **Mycologia**, v. 96, n. 5, p. 1002-1009, 2004. Disponível em: <<http://www.mycologia.org/content/96/5/1002.full>>. Acesso em: 29 set. 2014.

FARIAS, A. R. N.; BELLOTTI, A. C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 591-671.

FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P. **Manipueira e plantas armadilhas no controle de formigas cortadeiras na cultura da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 2 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Mandioca em Foco, 32).

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FUKUDA, W. M. G.; CAVALCANTI, J.; MAGALHÃES, J. A.; IGLESIAS, C. Avaliação de germoplasma de mandioca para resistência ao ácaro verde (*Mononychellus tanajoa* Bondar) em quatro ecossistemas do Nordeste semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 15, n. 1/2, p. 67-78, 1996.

MATOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. Principais pragas e métodos de controle. In: MATTOS, P. L. P. de; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 13). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/pragas.htm>. Acesso em: 29 set. 2014.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 167, p. 55-62, 1991.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MOREIRA, M. A. B.; FARIAS, A. R.; ALVES, M. C. S.; CARVALHO, H. W. L. **Alternativas para o controle da mosca-branca, *Aleurothrixus aepim* na cultura da mandioca em Sergipe**. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 56).



NORONHA, A. C. S.; DUARTE, P. R. M.; OLIVEIRA, J. M.; PEREIRA, A. K. R.; CUNHA, E. F. M. Coleobrocas em genótipos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) açucarada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. **Anais...** Cruz das Almas: SBM: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 1 CD-ROM.

NORONHA, A. C. S. O ácaro verde da mandioca. In: SÁ, L. A.; MORAES, G. J. **Ácaros de importância quarentenária**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 21-29. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 25).

NORONHA, A. C. S.; MOURA, E. F. *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Acari, Tetranychidae) no banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: SBM: ABAM, 2011. 1 CD-ROM.

NORONHA, A. C. S.; MORAES, G. J.; CIOCIOLA, A. I. Biologia de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) em variedades de mandioca. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 489-494, 1995.

NORONHA, A. C. S.; FUKUDA, W. M. G. Avaliação de variedades de mandioca para resistência ao ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*). **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 8, n. 1, p. 55-61, 1989.

OLIVEIRA, A. M. G. (Ed.). **Sistema de produção de mandioca para o Extremo Sul da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 48 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Sistemas de produção, 3).

OLIVEIRA, J. M.; NORONHA, A. C. S.; ALFAIA, J. P.; CUNHA, E. F. M. Coleobrocas em acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Amazônia Oriental. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2., 2014, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 1 CD-ROM.

RINGENBERG, R.; PIETROWSKI, V.; CARVALHO, R. S. **Baculovirus erinnyis para o controle biológico do mandarová da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 2 p.

SANTOS, J. H. R.; ALMEIDA, F. C. G.; CAVALCANTE, R. D.; PINHO, J. L. N. Resposta de cultivares de mandioca, *Manihot esculenta* Crantz ao ataque do ácaro *Mononychellus tanajoa* (Bondar), no Estado do Ceará – Brasil. **Fitossanidade**, v. 2, n. 2, p. 34-37, 1977.



CAPÍTULO 11. RENTABILIDADE DE FARINHEIRAS NO ESTADO DO PARÁ

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, o principal produto da mandioca é a farinha de mesa ou farinha de mandioca, obtida das raízes desse vegetal. Os processos de produção e processamento dos produtos da mandioca na região amazônica ainda são muito rústicos e artesanais, mesmo assim houve algum aporte de inovação nos últimos anos, principalmente com a disponibilidade de energia elétrica em alguns locais, possibilitando a mecanização de algumas fases no processamento da farinha.

A produção de farinha de mandioca e a produção de farinha de tapioca apresentam-se com excelente potencial para organização de pequenos negócios rurais na Amazônia, porém ainda são processadas na maioria por pequenos empreendimentos na informalidade, em ambientes denominados no Estado do Pará de “casas de farinha”, estruturas produtivas que processam pelo método artesanal as raízes de mandioca, muito embora já seja possível encontrar na região Nordeste Paraense alguns empreendimentos utilizando processo semimecanizado.

De acordo com o Censo Agropecuário Brasileiro de 2006, o Estado do Pará conta com 67.456 estabelecimentos agropecuários que produzem mandioca, o equivalente a apenas 8,1% dos estabelecimentos existentes no Brasil (IBGE, 2006), ressaltando-se que há 23 anos (1992 a 2014) o Pará vem se destacando no cenário brasileiro como o maior produtor de mandioca do Brasil (IBGE, 2014), com uma área cultivada de 302.300 ha e produção de 4.621.692 t de raiz em 2013. Sua produção de raiz contribui com 22,05% da produção nacional, seguido pelo Paraná com 18,21%, a Bahia com 8,72%, o Maranhão com 6,24% e o Rio Grande do Sul com 5,49%. É a cultura de maior importância econômica, social e cultural, chegando a ocupar duas pessoas no campo durante o ano para cada 3 ha cultivados, com estimativa de geração de 200 mil ocupações no meio rural no Estado do Pará (CONTO et al., 1997, HOMMA, 2000).

Praticamente toda a produção de raízes de mandioca do Pará é consumida na forma tradicional de farinha de mesa, representando assim um dos principais componentes da dieta alimentar da população. A maioria da produção de farinha ocorre nos “retiros ou casas de farinha” de agricultores familiares, com infraestrutura rústica e na informalidade. Destacam-se dois grupos de farinha feitas da raiz classificados conforme o processo de fabricação: farinha de mandioca-d’água e farinha de mandioca-seca,



divididas em diferentes granulometrias (fina, média e grossa). Segundo Chisté e Cohen (2006), a principal diferença entre a farinha-d'água (farinha de puba) e a farinha-seca é a existência de uma etapa prévia de fermentação das raízes na produção da farinha-d'água, por aproximadamente 4 dias. Há regiões em que é produzida a farinha mista, em menor escala, com 50% da massa seca e o restante com a massa de molho n'água.

A farinha de tapioca é um produto genuinamente paraense de grande aplicação na culinária e bastante consumido com açaí, café e como sorvete pela população, mas são raras as informações na literatura a respeito desse produto (GUIMARÃES et al., 1988).

É um produto obtido tendo a fécula (amido) como matéria-prima, considerada o subproduto mais nobre da mandioca, sendo empregada desde a indústria de alimentos até a extração de petróleo (FELIPE et al., 2013). A farinha de tapioca possui característica granular, coloração branca-alva, crocante, elevado teor de amido e baixo teor de proteína, portanto constituindo-se em um alimento altamente calórico. Segundo Cereda e Vilpoux (2003), a tecnologia de fabricação de farinha de tapioca surgiu aproximadamente em 1940, no Distrito de Americano, Município de Santa Isabel do Pará, pelo produtor João Miguel. Nesse local, havia 23 farinheiras em 1988, das quais apenas 4 produziam goma ou fécula úmida e 19 produziam a farinha de tapioca. Atualmente, estima-se que existem cerca de 140 fabriquetas de farinha de tapioca.

Em 2013, a produção nacional de fécula foi de 473,72 mil toneladas, sendo o Paraná o principal produtor com 70% da produção nacional. O Pará produziu apenas 1,5 mil toneladas de fécula, o que corresponde a 0,3% da produção nacional (ALVES et al., 2014), mesmo tendo uma capacidade instalada para processamento de 200 t/dia (FELIPE, 2012). Toda a fécula utilizada na produção de farinha de tapioca no Distrito de Americano é importada do Estado do Paraná, que detém 56% das fecularias e concentra 68% da capacidade instalada total no País (GROXKO, 2011).

Torna-se importante o estudo da viabilidade de farinheiras para produção de farinha de mesa e de farinha de tapioca, pois um número expressivo de famílias do meio rural paraense vive da produção e do processamento da farinha e de outros produtos. Em sua maioria, trata-se de produtos com processamento simples e de baixo nível tecnológico, mas que apresentam potencial de agregação de valor altamente significativo.



Estudos de análise econômica do cultivo da mandioca e de agroindústrias familiares para determinação da receita bruta, margem bruta e ponto de equilíbrio têm sido realizados no Estado da Paraíba por Souza et al. (2013) e no Pará por Alves e Modesto Júnior (2012), Modesto Júnior e Alves (2013).

Analisa-se a rentabilidade de três farinheiras no Estado do Pará que produzem farinha de mesa e farinha de tapioca. Apresenta-se os fluxogramas de produção, determina-se as receitas operacionais, ponto de equilíbrio, margem de contribuição, lucratividade e taxa de retorno dos empreendimentos.

COLETA DOS DADOS

A pesquisa foi realizada em junho de 2014 em três empreendimentos, sendo dois de produção de farinha de mesa e outro de farinha de tapioca.

Os empreendimentos de produção de farinha de mesa são representativos do processo de fabricação semiartesanal e semimecanizado na região Nordeste Paraense, localizados na comunidade Três de Outubro, no Município de Castanhal. A agroindústria de produção de farinha de tapioca está localizada no Distrito de Americano, no Município de Santa Isabel do Pará, na Mesorregião Metropolitana de Belém, cuja unidade produtiva destaca-se no arranjo produtivo pelas inovações apresentadas a partir de mudança do processamento manual para semimecanizado, com a introdução de equipamentos de aço inox, cevadeira elétrica, plataforma elétrica para peneiramento e forno mecânico.

Foram obtidas informações por meio de entrevista pessoal com os proprietários dos empreendimentos sobre o fluxograma de produção, custos de produção de farinha de mesa e de farinha de tapioca e o preço de comercialização, características dos empreendimentos, atividade econômica do proprietário e tipo de mão de obra utilizada, cujos dados foram tratados com recursos de planilha Excel. Observações visuais e anotações do funcionamento dos equipamentos introduzidos complementaram as informações.

Os resultados médios dos custos de produção e preço dos produtos foram submetidos a uma análise financeira durante o período estudado para determinação das receitas operacionais que correspondem às operações normais de vendas da produção. O ponto de equilíbrio foi obtido pela razão



entre o custo total e o preço de venda do saco de 60 kg produzido, que é o momento quando despesas e lucros se igualam, ou seja, quando o produto deixa de custar e passa a dar lucro. A margem de contribuição foi gerada pela diferença entre a receita operacional e o custo variável, dividindo-se pela receita operacional em percentagem, que é quantia que irá garantir a cobertura do custo fixo e do lucro, após a empresa ter atingido o ponto de equilíbrio. Lucratividade indica o percentual de ganho obtido sobre as vendas realizadas e taxa interna de retorno (TIR), valor que, aplicado a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, sejam iguais aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente, e foi obtida pela razão entre o lucro líquido e o investimento inicial em percentagem. A TIR expressa em meses significa o tempo necessário para retorno do investimento inicial, obtido pela divisão entre investimento inicial e lucro líquido (MARTINS, 2003).

O CASO DA FARINHEIRA SEMIARTESANAL DO NORDESTE PARAENSE

A farinha de processo semiartesanal possui estrutura de porte médio de fabricação de farinha-seca (em maior quantidade) e farinha-d'água, com instalações rústicas (Figura 1). A mão de obra é contratada e composta por 12 pessoas, sendo 8 descascadores, 1 lavador que também conduz a raiz ao triturador mecânico de motor a diesel, 1 prensador que também executa a etapa de esfrelamento da massa e 2 torradores.



Foto: Moisés Modesto

Figura 1. Farinheira semiartesanal, de porte médio, produtora de farinha-seca e farinha-d'água, no Município de Castanhais, PA, 2014.

Em prospecções feitas pelo Pará, observou-se a existência de retiros de farinha com apenas um forno e processo totalmente manual e artesanal, com capacidade de produção de 3 sacos de farinha/trabalhador/semana, totalizando 144 sacos de 60 kg de farinha por trabalhador/ano. Na farinheira pesquisada, representativa do sistema semiartesanal, observou-se que a capacidade de produção foi de 280 sacos/trabalhador/ano, cuja diferença está relacionada à escala de produção em virtude da introdução de equipamentos mecanizados em algumas etapas de produção da farinha. (MODESTO JUNIOR; ALVES, 2015). Se considerarmos um valor médio de produção anual dos dois sistemas de fabricação na ordem de 212 sacos/trabalhador, é possível estimar a ocupação de 92 mil pessoas no Estado do Pará trabalhando nas agroindústrias e “casas de farinha”, considerando que a produção de 4.681.102 t de raiz de mandioca foi transformada em 1.170.276 t de farinha no Estado do Pará, em 2013 (IBGE, 2013).

O investimento inicial para montagem do empreendimento foi estimado em R\$ 38.182,65 e o investimento fixo de R\$ 20.580,00 foi referente à construção de 1 galpão em madeira com cobertura de telha de amianto, 1 tanque em alvenaria para lavagem da raiz, 1 triturador de raiz de mandioca com motor a diesel de 90 HP, 1 prensa manual para espremer a massa (Figura 2), 1 triturador elétrico para esfarelar a massa prensada, 2 fornos para torragem manual da farinha (Figura 3), 3 cochos de madeira de lei para recebimento da farinha torrada, peneiras e 1 balança com capacidade de 150 kg. Para composição do investimento inicial, somam-se os custos fixos, materiais diretos, outras despesas e reserva técnica de 10%, como garantia para operacionalização das atividades nos primeiros meses do empreendimento (Tabela 1).

Foto: Moisés Modesto



Figura 2. Prensa manual utilizada para espremer a massa da raiz de mandioca.



Foto: Moisés Modesto

Figura 3. Fornos de torragem manual da farinha de mesa.

Tabela 1. Resultados operacionais da agroindústria de farinha de mandioca, em junho de 2014.

Discriminação	Valores (R\$)	%	Meses
1. Investimento inicial (1.1+1.2+1.3+2.1+2.2.1)	38.182,65	-	-
1.1. Equipamentos e construção do galpão	20.580,00	-	-
1.2. Outras despesas	4.400,00	-	-
1.3. Reserva técnica (10% Σ 1.1; 1.2; 2.1; 2.2.1)	3.471,15	-	-
2. Custos	22.710,50	-	-
2.1. Custos fixos	971,50	-	-
2.2. Custos variáveis (2.2.1+2.2.2)	21.739,00	-	-
2.2.1. Mão de obra direta	8.760,00	-	-
2.2.2. Materiais diretos incluindo matéria-prima	12.979,00	-	-
3. Produção e receita operacional	24.520,00	-	-
3.1. Produção de farinha de mandioca (280 sacos)	23.800,00	-	-
3.2. Produção de raspa de raiz (240 sacos)	720,00	-	-
4. Lucro operacional	1.809,50	-	-
4.1. Contribuição social (10% do item 4)	180,95	-	-
5. Lucro líquido (4-4.1)	1.628,55	-	-
6. Margem de contribuição	2.781,00	11,34	-
7. Ponto de equilíbrio (sacos)	267,18	-	-
8. Lucratividade	-	8,82	-
9. Taxa de retorno/prazo de retorno	-	4,27	23,45

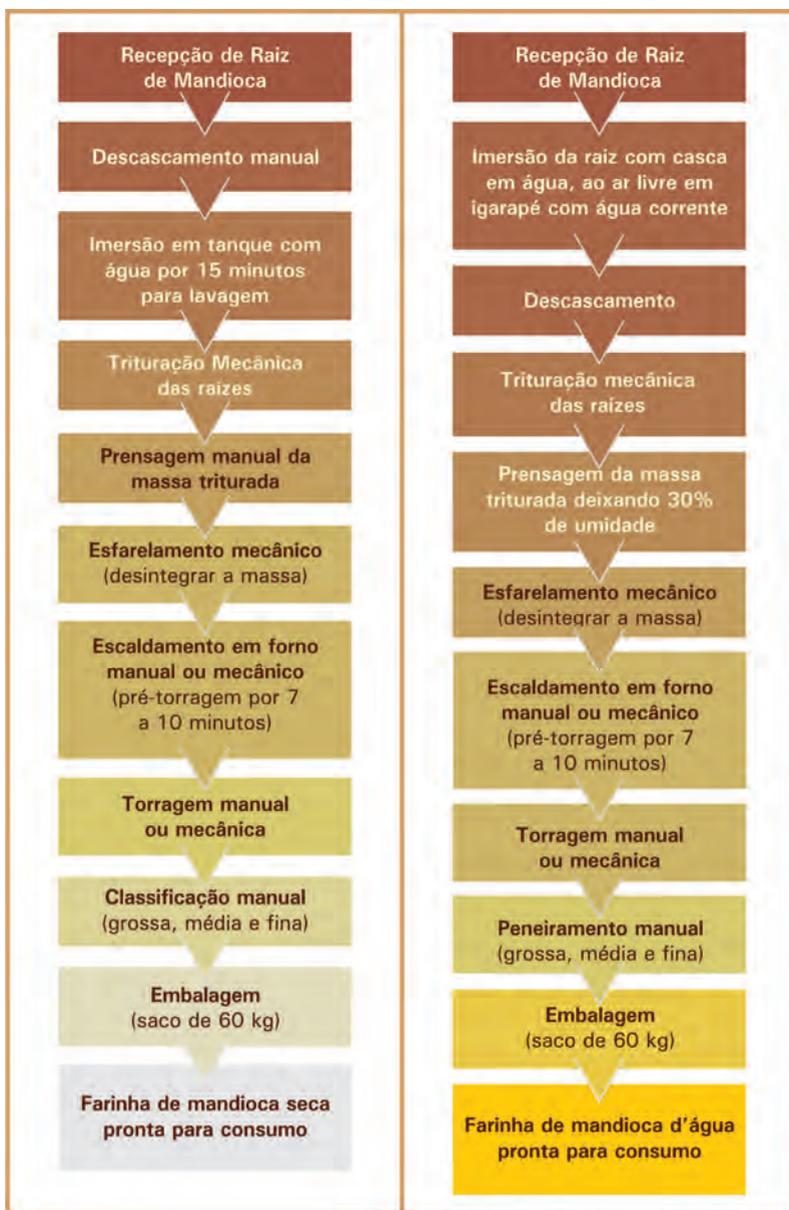


Figura 4. Fluxogramas de processamento da farinha de mandioca-seca e farinha de mandioca-d'água no Município de Castanhal, PA, 2014.



Identificou-se que a capacidade de produção de farinha de mesa foi de 280 sacos de 60 kg por mês. Toda a matéria-prima necessária para a produção da farinha, na ordem de 67,2 t/mês, de raiz foi adquirida pelo empreendimento no valor de R\$ 165,00, em junho de 2014. Os fluxogramas de fabricação de farinha-seca e farinha-d'água são mostrados na Figura 4.

O produto final dessa agroindústria segue padrão de consumo e regulamentação nacional, sendo predominante a farinha-seca dos subgrupos média e fina, classe amarela e tipo 1. A comercialização é feita de modo coletivo com mais agricultores, que entregam o produto a um produtor de farinha de mesa com maior capacidade de produção, o qual se incumbem de colocar no mercado o produto embalado em pacotes de 1 kg com código de barra e logomarca.

Os custos operacionais médios mensais da agroindústria de farinha de mesa são descritos na Tabela 1. O lucro líquido mensal ficou na ordem de R\$ 1.628,55 e a margem de contribuição se estabilizou em R\$ 2.781,00, que representa quanto a empresa dispõe para pagar as despesas fixas e gerar o lucro líquido.

Considerando o preço de venda do saco da farinha em junho de 2014 em R\$ 85,00, o ponto de equilíbrio foi de 267,18, que corresponde à quantidade mínima de sacos de farinha que o empreendedor deve comercializar por mês para cobrir as despesas fixas e variáveis. Com essa receita, o retorno do investimento ocorre em 23,45 meses, considerando a taxa de 4,27%.

O desempenho financeiro dessa agroindústria pode melhorar com aperfeiçoamentos nas etapas de descascamento, lavagem, prensagem e torragem. A substituição da torragem manual para a mecanizada, a ampliação dos tanques de lavagem e melhoria nos fornos de torragem visando economia de lenha podem melhorar o desempenho dos indicadores financeiros.

O CASO DA FARINHEIRA SEMIMECANIZADA DO NORDESTE PARAENSE

O empreendedor trabalha na produção de farinha de mandioca há 30 anos e, no início, adotava o processo de fabricação artesanal e semiartesanal. Há 3 anos fez o investimento em equipamentos para adotar o processamento semimecanizado da farinha de mandioca. A farinheira possui estrutura de porte médio de fabricação de farinha-seca, com instalações em alvenaria

(Figura 5). A mão de obra é contratada e composta por 4 trabalhadores, sendo 1 responsável pela lavagem e trituração das raízes, 2 que executam as etapas de prensagem e esfarelamento da massa e 1 trabalhador que se incube de efetuar o escaldamento, torragem e embalagem da farinha. A etapa de descascamento, que ocupa mais mão de obra, foi terceirizada e passou a ser feita pela comunidade, nas residências de sete pessoas, situadas próximo da farinheira, cerca de 100 m de distância. O pagamento pelo descascamento das raízes é feito conforme o rendimento no valor de R\$2,00 por caixa com capacidade de 35 kg, o equivalente a R\$57,14 por tonelada de raiz descascada.

Foto: Moisés Modesto



Figura 5. Farinheira semimecanizada, de porte médio, produtora de farinha-seca no Município de Castanhal, PA, 2014.

O investimento inicial para montagem do empreendimento foi estimado em R\$ 175.993,59 e o investimento fixo de R\$ 134.900,00 foi referente à construção de 1 galpão em alvenaria com cobertura de telha de amianto, 1 tanque em alvenaria para lavagem da raiz, 1 triturador de raiz de mandioca em madeira com motor de 7,5 CV, 2 prensas manuais tipo parafuso em ferro e madeira para espremer a massa, 2 trituradores elétricos em madeira com motor de 5 CV para esfarelar a massa prensada (Figura 6), 3 fornos em alumínio e alvenaria completos com engrenagens e motor de 7 CV para escaldamento e torragem mecanizada da farinha (Figura 7), 1 exaustor com motor de 2 CV, 4 cochos de madeira de lei para recebimento da farinha torrada, peneiras, 1 balança com capacidade de 200 kg e uma lagoa para captação da manipueira (líquido expelido da raiz da mandioca por ocasião da prensagem). Para composição do investimento inicial, somam-se os custos fixos, materiais diretos, outras despesas e reserva técnica de 10%, como garantia para operacionalização das atividades nos primeiros meses do empreendimento.



Fotos: Moisés Modesto

Figura 6. Triturador elétrico utilizado para esfarelar a massa prensada da raiz de mandioca.



Fotos: Moisés Modesto

Figura 7. Fornos completos com engrenagens e motor elétrico utilizados para escaldamento e torragem da farinha de mandioca.

Identificou-se que a capacidade de produção de farinha de mesa foi de 800 sacos de 50 kg por mês. Toda a matéria-prima necessária para a produção da farinha na ordem de 160 t por mês de raiz foi adquirida pelo empreendimento no valor de R\$ 230,00/tonelada, em outubro de 2014. O processamento da farinha é feito de segunda-feira a sábado e o trabalho se inicia às 6 h da manhã, com término às 16 h. Na segunda-feira, é feito o descascamento das raízes, a lavagem e a trituração, ocasião em que é adicionado um corante para dar cor amarelo intenso à farinha, na forma de pó, na dosagem de 400 g/20 L de água, solução suficiente para mil quilos de farinha. Da terça-feira em diante, é efetuada a prensagem, o esfarelamento da massa, o escaldamento, a torragem e embalagem da farinha. A Figura 8 contém o fluxograma de fabricação de farinha-seca pelo processo semimecanizado.

O produto final dessa agroindústria segue padrão de consumo e regulamentação nacional, sendo predominante a farinha-seca dos subgrupos média e fina, classe amarela e tipo 1. A comercialização é feita para um produtor de farinha com maior capacidade de produção, o qual se incumbem de colocar no mercado o produto embalado em pacotes de 1 kg com código de barra e logomarca.

Os custos operacionais médios mensais da agroindústria de farinha de mesa são descritos na Tabela 2. O lucro líquido mensal ficou na ordem de R\$ 1.886,25 e a margem de contribuição se estabilizou em R\$ 8.848,00, que representa quanto o empreendedor dispõe para pagar as despesas fixas e gerar o lucro líquido.

Considerando o preço de venda do saco da farinha em outubro de 2014 em R\$ 77,00, o ponto de equilíbrio foi de 788,39 sacos, que corresponde à quantidade mínima de sacos de farinha que o empreendedor deve comercializar por mês para cobrir as despesas fixas e variáveis. Com essa receita, o retorno do investimento ocorre em 93,30 meses, considerando a taxa de 1,09%.



Figura 8. Fluxograma de processamento semimecanizado da farinha de mandioca-seca no Município de Castanhal, PA, 2014.



Tabela 2. Resultados operacionais do processamento semimecanizado de farinha de mandioca em outubro de 2014.

Discriminação	Valores (R\$)	%	Meses
1. Investimento inicial (1.1+1.2+1.3+2.1+2.2.1)	175.993,59	-	-
1.1. Equipamentos e construção do galpão	134.900,00	-	-
1.2. Outras despesas	4.400,00	-	-
1.3. Reserva técnica (10% Σ 1.1; 1.2; 2.1; 2.2.1)	15.999,42	-	-
2. Custos	60.704,17	-	-
2.1. Custos fixos	6.752,17	-	-
2.2. Custos variáveis (2.2.1+2.2.2)	53.952,00	-	-
2.2.1. Mão de obra direta	13.942,00	-	-
2.2.2. Materiais diretos incluindo matéria-prima	40.010,00	-	-
3. Produção e receita operacional	62.800,00	-	-
3.1. Produção de farinha de mandioca (800 sacos)	61.600,00	-	-
3.2. Produção de raspa de raiz (600 sacos)	1.200,00	-	-
4. Lucro operacional	2.095,83	-	-
4.1. Contribuição social (10% do item 4)	209,58	-	-
5. Lucro líquido (4-4.1)	1.886,25	-	-
6. Margem de contribuição	8.848,00	14,09	-
7. Ponto de equilíbrio (sacos)	788,39	-	-
8. Lucratividade	-	7,10	-
9. Taxa de retorno/prazo de retorno	-	1,09	93,30

O CASO DE UMA FARINHEIRA DE TAPIOCA DO NORDESTE PARAENSE

O empreendedor, no final de 2010, constituiu microempresa com objetivo de efetuar compra direta da principal matéria-prima (fécula) do Estado do Paraná, emissão de nota fiscal e regularização perante o Ministério do Trabalho e o Ministério da Previdência Social.

A farinha é de instalações rústicas, de piso revestido com cimento, cercado de grade de madeira de 2 m de altura, estrutura de madeira roliça, cobertura de telha de concreto, sem divisórias e sem forração. Essa observação também foi constatada por Ponte (2000) como característica predominante nas farinhas do Distrito de Americano. Na Figura 9, observa-se o fluxograma de produção de farinha de tapioca, com as etapas feitas por processo manual e mecanizado.

A literatura disponível sobre o processamento de farinha de tapioca é escassa, porém relatos de Alves e Modesto Júnior (2012), Ponte (2000) e Silva et al. (2013) indicam que o produto é fabricado de forma artesanal e em pequena escala. Cereda e Vilpoux (2003) relatam que os equipamentos utilizados na produção de farinha de tapioca não são fabricados em linha, somente por encomenda. Porém, constata-se que alguns produtores fazem experimentação de adaptação de máquinas e equipamentos, o que resulta em diferenças de instalações, equipamentos e eficiência de uma agroindústria para outra. Foi com essa concepção que a agroindústria prospectada aperfeiçoou as etapas de encaroçamento com utilização de betoneira de aço inox, semelhante à utilizada para bater massa de concreto na construção civil, porém sem as aletas de turbilhonamento, obtendo sucesso no encaroçamento da massa (Figura 10). A substituição da torragem manual para espocamento da farinha pelo processo mecanizado (Figura 11) também foi importante na elevação da produtividade da farinheira.

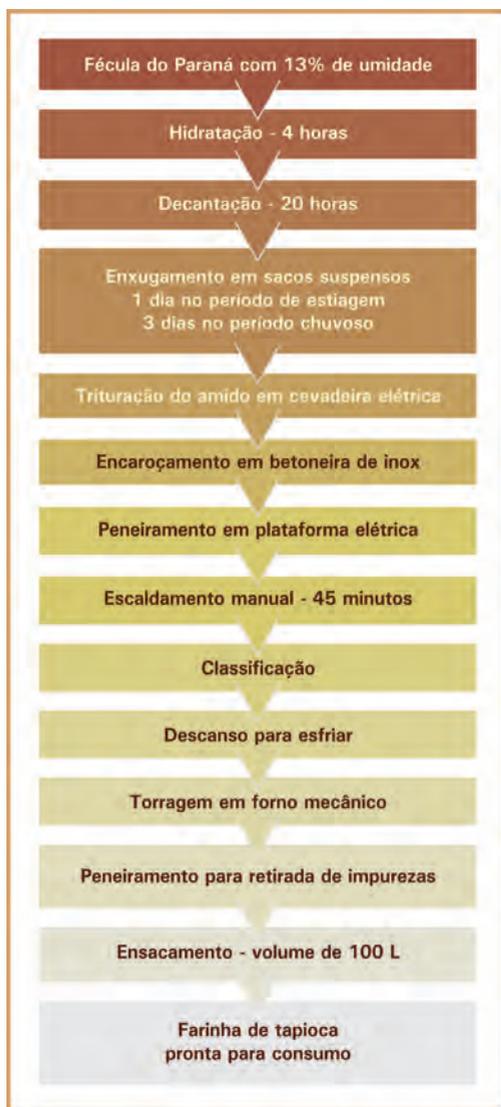


Figura 9. Fluxograma de fabricação de farinha de tapioca feita pela agroindústria familiar do Distrito de Americano, em Santa Isabel do Pará, 2014.



Foto: Moisés Modesto

Figura 10. Betoneira elétrica de aço inox sem as aletas de turbilhamento utilizada para encaroçamento da massa, em 2014.



Foto: Moisés Modesto

Figura 11. Forno mecânico utilizado para torragem e espcamento da farinha de tapioca, em 2014.

O investimento inicial foi estimado em R\$ 52.258,09 e o investimento fixo com a construção da agroindústria e equipamentos foi calculado em R\$ 36.475,00 para uma escala de produção média mensal de 399 pacotes de 14 kg de farinha de tapioca. Para composição do investimento inicial, somam-se os custos fixos, materiais diretos, outras despesas e reserva técnica de 10%, como garantia para operacionalização das atividades nos primeiros meses do empreendimento. O custo operacional mensal da agroindústria de farinha de tapioca está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados operacionais da agroindústria de farinha de tapioca em junho de 2014.

Discriminação	Valores (r\$)	%	Meses
1. Investimento inicial (1.1+1.2+1.3+2.1+2.2.1)	52.258,09	-	-
1.1. Equipamentos e construção do galpão	36.475,00	-	-
1.2. Outras despesas	4.400,00	-	-
1.3. Reserva técnica (10% Σ 1.1; 1.2; 2.1; 2.2.1)	4.750,73	-	-
2. Custos	26.264,26	-	-
2.1. Custos fixos	3.304,36	-	-
2.2. Custos variáveis (2.2.1+2.2.2)	22.959,90	-	-
2.2.1. Mão de obra direta	3.328,00	-	-
2.2.2. Materiais diretos incluindo matéria-prima	19.631,90	-	-
3. Receita operacional	32.107,50	-	-
3.1. Venda de farinha de tapioca	32.107,50	-	-
4. Lucro operacional	5.843,24	-	-
4.1. Contribuição social (10% do item 4)	584,32	-	-
5. Subtotal	5.258,92	-	-
5.1. Imposto de renda (27,5%)	1.446,20	-	-
6. Lucro líquido (5-5.1)	3.812,72	-	-
7. Margem de contribuição	9.147,60	28,49	-
8. Ponto de equilíbrio (sacos)	328,30	-	-
9. Lucratividade	-	3,51	-
10. Taxa de retorno/prazo de retorno	-	7,30	13,71

O lucro líquido médio mensal foi de R\$ 3.812,72 e a lucratividade de 3,51%, mantendo uma boa média percentual de ganho sobre a venda realizada por uma microempresa. A margem de contribuição de R\$ 9.147,60 representa o recurso que a empresa dispõe para pagar as despesas fixas e gerar o lucro líquido. O ponto de equilíbrio em sacos de farinha de tapioca foi de 328,30 fardos ao preço de R\$ 80,00, que consiste no volume comercializado para cobrir as despesas fixas



e variáveis, o que significa dizer que abaixo desses volumes de produção e preços o fabricante tem prejuízo. A taxa de retorno do investimento foi de 7,30%, com a recuperação do investimento inicial em 13,71 meses (Tabela 3).

Do ponto de vista operacional, alguns ajustes, tais como o deslocamento da matéria-prima por esteiras objetivando reduzir o manuseio, podem aumentar a escala de produção melhorando os indicadores financeiros e a substituição dos equipamentos de madeira e ferro por aço inox podem melhorar a qualidade do produto, apesar de a farinha de tapioca produzida em Santa Isabel do Pará já atender aos padrões da Legislação Brasileira (SILVA et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O empreendimento familiar de fabricação de farinha de mesa pelo processo semiartesanal representa um grande negócio, pois gera emprego e renda e obteve um lucro líquido de R\$ 1.628,55 por mês, que permite o retorno do investimento em apenas 23,45 meses.

A farinha que utiliza processamento semimecanizado apresentou lucro líquido 13,66% maior que a farinha semiartesanal, porém com investimento 4,61 vezes maior.

A viabilidade econômica da farinha de tapioca foi ainda maior, com retorno de investimento inicial em 13,71 meses, considerando que boa parte das etapas de fabricação da farinha ocorre de forma mecanizada, resultando em aumento da escala de produção e da produtividade da mão de obra, ressaltando-se que a farinha de tapioca tem maior valor agregado que a farinha de mesa.

Os indicadores econômico-financeiros do empreendimento podem melhorar se a matéria-prima (fécula) for adquirida de produção local, pois o custo do frete seria reduzido. Porém, a sobrevivência do empreendimento irá depender da capacidade do empreendedor de adotar tecnologias que aumentem a eficiência de sua produção, até mesmo passando a empacotar o produto com rotulagem, marca e com destino direto ao mercado varejista.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Custo e rentabilidade do processamento de farinha de tapioca no distrito de americano, município de Santa Isabel do Pará, Pará. **Amazônia**, Ciência & Desenvolvimento, v. 8, n. 15, p. 7-18, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/Revista/revistaamazonia15.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

ALVES, L. R. A.; FELIPE, F. I.; VERONEZE, G. P. **VBP de fécula atinge R\$ 1 bilhão**. Piracicaba: CEPEA, USP, 2014. 9 p. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_FeculaMandioca_abr14.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2014.

CEREDA, M. V.; VILPOUX, O. F. Processos de fabricação de sagu, tapioca e farinha de tapioca. In: CEREDA, M. V.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 220-245. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 73 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 267). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43362/1/Doc.267.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2014.

CONTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; HOMMA, A. K. O. **Sistemas de produção da farinha de mandioca no nordeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 50 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 97).

FELIPE, F. I.; ALVES, L. R. A.; VIEIRA, R. M. Fécula de mandioca: produção na Tailândia versus Brasil. **Agroanalysis**, v. 33, n. 3, p. 28, mar. 2013. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Agroanalysis_marco_2013.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2013.

FELIPE, F. I. **Desempenho da indústria de fécula de mandioca em 2011 e perspectivas para 2012**. Brasília, DF: CEPEA, ESALQ, USP, 2012. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Mandioca/26RO/App_desempenho_industria_fecula.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2014.

GROXKO, M. **Mandiocultura**. Curitiba: Secretaria de Agricultura e do Abastecimento do estado do Paraná, Departamento de Economia Rural, 2011. 14 p. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura_2011_12.pdf>. Acesso em: 18 set. 2012.

GUIMARÃES, M. C. F.; BARBOSA, W. C.; OLIVEIRA, M. L. S.; LIMA, C. L. S. Caracterização tecnológica e química do produto farinha de tapioca. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DE QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 6., 1988, Manaus. **Anais...** Manaus: Associação dos Profissionais de Química da Amazônia, 1988. p. 179-188.

HOMMA, A. Em favor da farinha de mandioca. **Gazeta Mercantil**, Belém, 27 out. 2000. p. 2.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. **Número de Empresas e Outras Organizações**. Produção de Lavouras Temporárias. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P#13>>. Acesso em: 2 jan. 2012.



IBGE. Sidra. Banco de dados agregados. **Produção Agrícola Municipal:** Agricultura. Rio de Janeiro, 1992-2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

IBGE. Sidra. Banco de dados agregados. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=LA&z=t&o=26>>. Acesso em: 5 ago. 2015.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 262 p.

MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Minha farinha meu grande negócio. **Ver-a-Ciência**, n. 4, p. 44-49, jun./set. 2013. Disponível em: <http://www.veraciencia.pa.gov.br/upload/arq_arquivo/123.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2013.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Produção de farinha de mandioca e farinha de tapioca no estado do Pará como oportunidades de negócios para empreendedores e agricultores da Amazônia. In: DENARDIN, I. F.; KOMARCHESKI, R. (Org.). **Farinheiras do Brasil:** tradição, cultura e perspectivas da produção familiar de farinha de mandioca. Matinhos: UFPR Litoral, 2015. Cap. 7, p. 147-171. Disponível em: <http://www.ppgdts.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/09/Farinheiras-do-Brasil_EBOOK.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.

PONTE, L. A. S. X. **Tradição e mercado:** os produtores de farinha de tapioca no Distrito de Americano-PA: suas representações e identidade. 2000. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 185-191, jan. 2013.

SOUZA, R. F.; SILVA, I. F.; SILVEIRA, F. P. M.; DINIZ NETO, M. A.; ROCHA, I. T. M. Análise econômica no cultivo de mandioca. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p. 141-150, abr./jun. 2013. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/2250/pdf_709>. Acesso em: 30 jun. 2014.



CAPÍTULO 12. BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

Rosival Possidônio do Nascimento

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca exerce importante papel no cenário agrícola nacional e internacional, tanto como fonte de energia para a alimentação humana e animal, quanto como geradora de emprego e de renda (CARDOSO; SOUZA, 2000).

A produção estimada de mandioca no Brasil, para 2015, foi de 23,98 milhões de toneladas (IBGE, 2015), com rendimento médio de 15,25 t ha⁻¹. A região Norte, principal produtora do País, tem uma estimativa de produção de 8,24 milhões de toneladas, tendo o Pará como o maior produtor nacional, com 5,26 milhões de toneladas e produtividade média de 15,37 t ha⁻¹, participando com 63,8% da produção da região Norte e 21,9% da produção nacional.

Tanto as folhas como as raízes de mandioca podem ser utilizadas na alimentação humana. Entretanto, o consumo das raízes em âmbito mundial é muito mais expressivo. Dentre os principais produtos da mandioca, destacam-se a fécula e a farinha. Do total de mandioca produzida no Brasil, 20% são destinados à extração da fécula e cerca de 80%, à fabricação de farinha (ALMEIDA; SILVA, 2004).

Nos estados do Norte e Nordeste, o processamento das raízes acontece principalmente nas chamadas “Casas de Farinha”, que são estruturas produtivas representantes do método tradicional e artesanal, ou seja, baseado na mão de obra familiar. No entanto, muito já se observa a instalação de agroindústrias de processamento da mandioca, as famosas “Farinheiras”, que apresentam estrutura de trabalho semimecanizado ou totalmente mecanizado, apresentando maior escala de produção.

O consumo médio da farinha de mandioca no Brasil é de 7,78 kg, determinado com base na aquisição alimentar domiciliar per capita anual por grandes regiões, segundo Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002–2003 (IBGE, 2003). Contudo, regionalmente, esse consumo é de 33,82 kg para a região Norte, 15,33 kg para o Nordeste, 1,43 kg para o Sudeste, 1,04 kg para o Sul e 1,36 kg para o Centro-Oeste.

Dessa forma, produzir farinha deixa de ser apenas o consumo de subsistência e a manutenção de uma cultura centenária para se transformar em excelente negócio, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, capaz de atender não apenas às demandas locais do produto, mas também



proporcionar a melhoria da qualidade de vida das pessoas que se envolvem com a atividade, criar alternativas de mercado, fortalecer o desenvolvimento socioeconômico da região e garantir o atendimento às necessidades atuais e futuras das gerações.

PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MANDIOCA

A farinha é tradição na mesa do paraense, que a consome quase diariamente com peixe frito ou mesmo como acompanhamento do açaí e do feijão com arroz. Apesar disso, apenas recentemente passou a ser enquadrada como alimento. A partir de então, as unidades de beneficiamento artesanais ou industriais, bem como seu processo de fabricação, devem cumprir as exigências legais. Tais práticas envolvem desde detalhes na construção do prédio que abrigará a unidade de beneficiamento até os cuidados com o processo, seguindo orientações e recomendações que possibilitarão a melhoria da qualidade do produto, resultando em maior produtividade, melhoria no padrão de vida dos trabalhadores e maior proteção ao meio ambiente.

Na agroindústria de manipulação de alimentos, as instalações devem ser projetadas de forma a facilitar procedimentos operacionais de fluxos contínuos, sem cruzamento de etapas e linhas do processo de produção, compreendendo desde o recebimento da matéria-prima até o produto acabado ou a distribuição para comercialização e consumo. A separação adequada das atividades deve estar garantida por meios físicos ou outras medidas efetivas que permitam evitar a contaminação cruzada e facilitar as operações higiênicas. Dentre elas, destaca-se a localização da agroindústria. Uma agroindústria de mandioca não deve permitir a entrada de animais domésticos ou criações e deve se situar distante de áreas urbanas, esgotos a céu abertos, estradas de alto tráfego de veículos e outros agentes nocivos à fabricação dos produtos. Porém, sugere-se a escolha de local com facilidade de acesso para o escoamento da produção. O projeto da instalação deve ser concebido de maneira a restringir o trânsito de pessoas não essenciais à produção.

As Boas Práticas de Fabricação da Farinha são procedimentos higiênicos, sanitários e operacionais que devem ser aplicados em todo o fluxo da produção, desde a obtenção de ingredientes, matérias-primas e embalagens até a distribuição do produto final, com o objetivo de garantir a qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados à alimentação humana. Os requisitos são descritos a seguir.



Prédio

A agroindústria de processamento da mandioca deverá ter muito bem definida suas divisões de acordo com a escala de produção e o processo de fabricação, mantendo espaço adequado entre os equipamentos para facilitar o trânsito da equipe de trabalho.

Área de recepção

Destina-se ao recebimento das raízes de mandioca, onde é procedido seu descascamento e lavagem para serem encaminhadas à área de processamento. Recomenda-se que seja pavimentada e revestida, assim como o tanque de lavagem.

Área de trituração e prensagem

É destinada à transformação da mandioca em massa e sua prensagem.

Área de processamento

Nessa área, a mandioca é triturada, prensada, torrada, classificada, pesada e embalada. É também nessa área que se obtêm os subprodutos.

Área de armazenamento e expedição

Consiste em um depósito para receber os produtos devidamente embalados para serem armazenados na forma de sacos de farinha, sobre estrado de madeira, bem como os subprodutos.

Instalações sanitárias

Devem ser em número suficiente para ambos os sexos, devidamente isolados dos compartimentos de manipulação dos produtos, de acordo com legislação específica.

Higiene do estabelecimento

Como toda indústria alimentícia, tanto as instalações quanto os equipamentos devem ser devidamente higienizados antes, durante e após a jornada de trabalho.



Higiene pessoal

Todo pessoal deverá trajar uniforme do tipo avental, touca para prender o cabelo, luvas, botas de borracha branca, máscara para nariz e boca, entre outros, conforme a legislação específica, bem como, manter a máxima higiene pessoal possível.

Destinos adequados dos resíduos líquidos e sólidos

As raízes depois de descascadas são lavadas em tanques na área de recepção. A água desse tanque deverá ser trocada quatro vezes ao dia e a água suja deverá ser direcionada por canoleta tubulação de PVC para ser descartada para local apropriado.

Depois de prensada, a massa de mandioca libera uma substância popularmente chamada de manipueira, que se constitui basicamente de água, HCN (ácido cianídrico) e fécula. O HCN, apesar de muito tóxico, é volátil à temperatura de 50 °C.

Caso a manipueira não seja imediatamente aproveitada, é necessário retê-la em tanque de decantação para obtenção da fécula e posterior aproveitamento ou descarte do tucupi, que pode ser utilizado como fonte de nutrientes para a própria cultura da mandioca.

O beneficiamento da mandioca gera também resíduo sólido, como: casca, entrecasca, crueira, entre outros, que podem ser usados como adubo ou na alimentação animal.

A água deverá ser abundante e de excelente qualidade, livre de impurezas e sua qualidade deverá ser monitorada constantemente por exame bacteriológico.

Máquinas equipamentos e mobiliários

O dimensionamento de máquinas, equipamentos e mobiliários deve assegurar a perfeita adaptação das dimensões corporais do manipulador e ter relação direta com o volume de produção, os tipos de produtos e o sistema de distribuição e venda. Devem ainda ser construídos com material sanitário atóxico, ter cantos arredondados, e ser soldados com acabamentos que não permitam acúmulo de resíduos e com pintura clara e atóxica.

Os equipamentos devem ser localizados no espaço de trabalho, obedecendo ao fluxo operacional e propiciando fácil acesso a eles, com entorno livre, de modo a garantir seu perfeito funcionamento, circulação de ar e dos operadores, manutenção e higienização.

ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FARINHA

Para a obtenção da farinha de mandioca, é necessário realizar as etapas descritas no fluxograma a seguir (Figura 1).

Colheita

A mandioca pode ser colhida com 1 ou 2 ciclos de cultivo (Figura 2). O pedúnculo, ou pequenos caules remanescentes, deve ser eliminado, pois sua presença dificulta o descascamento e aumenta o teor de fibra no produto final.

O transporte deve ser feito no período máximo de 24 horas após a colheita. Após esse período, já começam a ocorrer os ataques de microrganismos e patógenos, principalmente fungos.



Figura 1. Etapas do processo para fabricação de farinha de mandioca.



Fotos: Rosival Possidônio

Figura 2. Colheita manual e mecânica.

Recepção das raízes

O processamento inicia-se com a recepção das raízes de mandioca. Posteriormente, as raízes devem ser descarregadas em local coberto, porém arejado, preferencialmente com piso impermeabilizado.

Descascamento

O descascamento das raízes pode ser feito mecanicamente, por um equipamento chamado de lavador-descascador (Figura 3), que possibilita simultaneamente a lavagem com fluxo contínuo de água e o descascamento das raízes. Se o descascamento for manual, deve ser feito, preferencialmente, com o raspador ou faca de aço inox (Figura 4).



Foto: Rosival Possidônio

Figura 3. Descascamento mecanizado.

Foto: Rosival Possidônio



Figura 4. Descascamento manual.

Nesta etapa, os cuidados com a higiene são fundamentais para que as bactérias não iniciem seu processo de proliferação. As cascas devem ser eliminadas da área de trabalho para evitar o aparecimento de insetos indesejáveis.

Com o descascamento das raízes, é produzido resíduo sólido (cascas) que, se empilhado ao ar livre e receber água de chuva, ocasionará a produção de manipueira tóxica ao ambiente, podendo provocar alteração físico-química do solo, com cheiro desagradável, além de ser um ótimo atrativo para roedores e insetos. Portanto, recomenda-se que as cascas, antes da destinação final, sejam secas ao sol e permaneçam armazenadas em locais cobertos, ou mesmo sejam destinadas à alimentação animal (Figura 5) ou retornem para as áreas de cultivo para reposição de matéria orgânica ao solo.

Fotos: Rosival Possidônio



Figura 5. Cascas de raízes de mandioca secas ao sol prontas para alimentação animal.



Lavagem

Concluído o descascamento manual, é necessário fazer uma lavagem para remoção de cascas ou impurezas remanescentes. Após a lavagem, as raízes limpas devem ser imersas em solução 0,5% de água clorada, o que dificultará o surgimento de bactérias e fungos contaminantes (Figura 6).



Foto: Rosival Possidônio

Figura 6. Lavagem das raízes de mandioca imersas numa solução de 0,5% de água clorada.

A área de lavagem da mandioca deve possuir ralos de escoamento para drenagem da água e tanto piso como paredes devem ser revestidos de material impermeável.

Trituração/Ralação

Esta etapa consiste na transformação das raízes em massa. As raízes limpas devem ser levadas para o triturador (Figura 7), constituído por cilindros providos de lâminas serrilhadas, fixadas paralelamente entre si.



Fotos: Rosival Possidônio

Figura 7. Exemplos de trituradores de raiz de mandioca.

Prensagem

A prensagem tem a função de comprimir a massa e reduzir ao máximo sua umidade, facilitando a mão de obra do torrador e diminuindo o tempo de duração do processo de torragem. Existem vários tipos de prensas, sendo mais recomendadas as prensas de fuso e hidráulica (Figuras 8 e 9).

Nesta etapa ocorre a maior produção de manipueira, que deve ser drenada para tanques com o objetivo do aproveitamento da fécula e do tucupi.

Fotos: Rosival Possidônio



Figura 8. Exemplos de prensas manuais.

Fotos: Rosival Possidônio



Figura 9. Exemplo de prensa hidráulica.

Esfarelamento da massa

Ao sair da prensa, a massa apresenta-se na forma de blocos compactos. Por isso, antes do cozimento, deve-se efetuar o esfarelamento por processo manual (Figura 10) ou mecânico (Figura 11).



Foto: Rosival Possidonio

Figura 10. Esfarelamento manual da massa.

Foto: Rosival Possidonio

Figura 11. Esfarelamento mecânico.

Durante esse processo, acontece a formação de grumos por causa da fécula. Por isso, esta etapa tem a finalidade de dar uniformidade à granulometria da farinha. A malha da peneira será determinada pelo tamanho dos grãos que se quer obter (Figuras 12 e 13).

Foto: Rosival Possidonio



Figura 12. Peneiramento mecânico da massa escaldada.

Foto: Rosival Possidonio



Figura 13. Peneiramento manual da massa escaldada.



Torração

A massa esfarelada deve ser levada ao forno até ficar bastante seca, apresentando aspecto crocante. Na maioria das casas de farinha, essa operação é realizada em 40 minutos (Figuras 14 e 15).



Foto: Rosival Possidonio

Figura 14. Torração da farinha e forno mecânico.



Foto: Rosival Possidonio

Figura 15. Torração da farinha em forno manual.

Classificação

A farinha de mandioca é classificada com o objetivo de atender às exigências do mercado consumidor e, por meio da oferta de produtos de melhor qualidade, obter maior valor comercial.

A classificação da farinha obedece aos seguintes critérios: grupo, granulometria, classe e tipo.

- Grupo: seca, d'água e bijusada.
- Granulometria (subgrupo): fina, média e grossa.
- Classe (coloração): branca e amarela.
- Tipo: 1, 2 e 3.

O tipo define a qualidade, quanto menor o número melhor é a qualidade da farinha.

Embalagem

O uso da embalagem contribui para a conservação da qualidade da farinha e proteção contra contaminação, dá maior durabilidade ao produto e atende à preferência do consumidor, indicando qual é o tipo, a classe, a qualidade e a quantidade.

São utilizados sacos de polipropileno com capa impermeável de proteção interna para dar durabilidade e proteger a farinha de contaminações. Os pesos mais utilizados são de 30 kg, 50 kg e 60 kg. São feitas embalagens em sacos plásticos resistentes e transparentes com 1 kg ou 2 kg, que são acondicionados em sacos de polipropileno de 30 kg.

Armazenamento

É muito importante ter local adequado e protegido para armazenagem da farinha, usando estrado de madeira, para evitar o contato com solo e paredes (Figura 16).



Foto: Rosival Possidonio

Figura 16. Embalagem e armazenamento da farinha de mandioca.

Nota importante

Vários fatores de qualidade e ambientais estão envolvidos na produção da farinha, devendo-se, antes da produção, obedecer às normativas ambientais e sanitárias da legislação brasileira, sobretudo da Anvisa e do Mapa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção das boas práticas de fabricação de farinha de mandioca garante um produto de melhor qualidade e seguro, que não ofereça perigo à saúde do consumidor, além da possibilidade de contribuir para aumentar o prazo de validade do produto.

Estes procedimentos, quando utilizados em todas as etapas do processo de produção, resultam em maior produtividade, maior proteção ao meio ambiente e, conseqüentemente, na melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e consumidores do produto.



Com o enquadramento da farinha de mandioca como alimento, esta deixa de ser apenas uma cultura centenária de subsistência, destacando-se como um excelente negócio, capaz de atender não apenas à demanda local do produto como criar alternativas de mercado em toda a sua cadeia produtiva, fortalecendo o desenvolvimento socioeconômico da região.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. O.; SILVA LEDO, A. R. Um caso mais que perverso das elasticidades. **Informe GEPEC**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2004.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. S. Aspectos econômicos. In: MATTOS, P. L. P. de; GOMES, J. de C. (Coord.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p.92-106. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 37).

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Dados de previsão de safras de janeiro de 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003**: aquisição alimentar domiciliar per capita, por grandes regiões, segundo os produtos, período 2002-2003. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2002aquisicao/defaulttab.shtm>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

CAPÍTULO 13. PROCEDIMENTOS DE FABRICAÇÃO DOS DERIVADOS DE MANDIOCA: Recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade

Laura Figueiredo Abreu

Rafaella de Andrade Mattietto

INTRODUÇÃO

A partir da planta da mandioca, são obtidos diversos produtos tradicionalmente consumidos na maioria dos estados da região Norte do Brasil, como a farinha de mesa, o tucupi, a fécula, a farinha de tapioca e a maniva.

Durante as etapas de beneficiamento da mandioca e obtenção de seus produtos derivados, observa-se a ocorrência de alguns fatores críticos que podem prejudicar a sua qualidade e a segurança alimentar dos seus consumidores. Entre esses fatores, destacam-se: as precárias condições higiênico-sanitárias das unidades processadoras, a presença residual de ácido cianídrico (HCN) acima dos níveis seguros para o consumo humano e o uso indiscriminado de corantes artificiais, alguns potencialmente carcinogênicos, na obtenção da farinha e do tucupi. Por ainda haver predominância de produção em nível artesanal, há a ausência de processos com parâmetros estabelecidos que garantam o padrão de identidade e qualidade recentemente estabelecido por órgãos reguladores locais e nacionais.

A forma de obtenção desses produtos segue, tradicionalmente, uma sequência de processos artesanais ou semimecanizados que podem apresentar variações pelas características de cada localidade. Não existem normas de qualidade para a fabricação de todos esses produtos derivados da mandioca, apenas a Instrução Normativa nº 52 para farinha de mesa (BRASIL, 2011). Mas, no Estado do Pará, vêm-se fazendo um esforço de regulamentar e padronizar esses produtos, sem perder as suas características regionais, mas garantindo a segurança alimentar.

Foi publicado no Diário Oficial do Estado do Pará, em 16 de julho de 2012, o decreto que regulamenta a Lei nº 7.565, de 25 de outubro de 2011, que trata das normas para licenciamento, registro e comercialização de produtos artesanais comestíveis de origem animal e vegetal no Estado do Pará. Atualmente, foi publicado apenas o regulamento para produção de tucupi, e os demais estão em andamento (AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ, 2008, 2012).

Nesses regulamentos, são estabelecidos padrões de identidade/qualidade e recomendações mínimas de cuidados higiênico-sanitários a serem atendidos por produtores artesanais, sem a necessidade de atender ao rigor de algumas legislações específicas para a indústria de alimentos. Tais recomendações garantem a qualidade mínima dos produtos e



buscam evitar problemas grosseiros de segurança alimentar. Como os derivados da mandioca, normalmente, têm um período de comercialização curto, existem poucos relatos de problemas de conservação durante o armazenamento. Mas, com a divulgação dos pratos típicos da região Norte e, mais especificamente, da cozinha paraense, em eventos gastronômicos, a demanda por seus derivados tem aumentado e incentivado produtores a aumentar seu volume de vendas e, conseqüentemente, buscar novos mercados. Esse fato pode demandar maiores períodos de armazenamento. Nesses casos, problemas de contaminação durante as etapas de processamento serão evidenciados e podem acarretar prejuízos à qualidade desses produtos e colocar em risco a saúde de consumidores. Fica propício o surgimento de bolores, proliferação de microrganismos patogênicos, alterações de cor, alteração de sabor e textura, defeitos de embalagem, dentre outros.

Dessa forma, um conhecimento básico sobre algumas contaminações físicas, químicas e microbiológicas é necessário para entender e possibilitar a mitigação destas. Alguns requisitos legais também precisam ser conhecidos e aplicados.

FATORES CRÍTICOS DO PROCESSAMENTO DE DERIVADOS DA MANDIOCA

Problemas higiênico-sanitários em unidades processadoras

Cuidados higiênico-sanitários, quando adotados adequadamente, entram em acordo com as recomendações da Instrução Normativa nº 52 (BRASIL, 2011), evitando a desclassificação e proibição de comercialização da farinha, caso ocorram as seguintes situações: I - aspecto generalizado de mofo ou fermentação; II - mau estado de conservação; III - odor estranho impróprio ao produto que inviabiliza a sua utilização para o uso proposto; IV - presença de insetos vivos ou mortos.

Segundo a IN nº 52, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) também poderá efetuar análises de substâncias nocivas, matérias macroscópicas, microscópicas e microbiológicas relacionadas ao risco à saúde humana, de acordo com a legislação específica, independentemente do resultado da classificação do produto. O produto será desclassificado

quando se constatar a presença das substâncias nocivas em limites superiores ao máximo estabelecido na legislação específica ou a presença de substâncias não autorizadas para o produto.

Portanto, os produtos devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor.

Presença residual de cianeto

O ácido cianídrico (HCN) ou íon cianeto (CN⁻), princípio tóxico da mandioca, se ingerido ou mesmo inalado, representa sério perigo à saúde, podendo levar a casos extremos de envenenamento. Doenças associadas ao consumo excessivo de cianeto são o hipertireoidismo, a neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica, e o kongo, uma paralisia rápida e permanente. Sabe-se que o teor de cianeto nos produtos derivados da mandioca pode ser reduzido a níveis seguros, desde que sejam empregadas práticas de processamento adequadas.

Popularmente a mandioca é classificada como brava ou mansa dependendo da concentração de compostos cianogênicos em sua raiz, contudo, ambos os tipos possuem a linamarina (*2-β-D-gluco-pyranosyloxy-2-methylpropanenitrile*), o principal glicosídeo cianogênico da planta (a lotraustalina está em menor proporção). Quando o tecido da planta é danificado, a linamarina é hidrolizada por uma enzima endógena denominada linamarase (β-glicosidase), resultando na liberação do cianeto (MONTAGINAC et al., 2009). Ou seja, o glicosídeo cianogênico precisa ser transformado em cianeto pela enzima para que ele seja eliminado nas etapas de processamento. Isto acontece quando a mandioca e suas partes são moídas ou trituradas, colocando o glicosídeo em contato com a enzima.

Corantes artificiais na farinha e no tucupi

Apesar de não estar documentada, a adição de corantes sintéticos à produção de farinha é uma prática costumeira realizada por unidades processadoras na região Norte. Tal prática tem como objetivo conferir ou intensificar a coloração amarela, o que, para a maioria dos consumidores, torna o produto mais atraente. Porém, essa atividade pode acarretar prejuízos graves e irreversíveis à saúde, pois os corantes utilizados são, em grande parte, empregados sem critério com relação à sua escolha e,



principalmente, à dosagem utilizada. Os corantes também estão presentes no tucupi, quando o líquido da prensagem da farinha é aproveitado para sua produção. Dentre os corantes que conferem cor amarela, pode-se citar o amarelo-tartrazina (limite máximo de 0,005-0,03 g/100 g ou g/100 mL), comum em casas de farinha na Bahia (OLIVEIRA, 2008), e amarelo-crepúsculo (limite máximo de 0,005-0,05 g/100 g ou g/100 mL). O corante tartrazina há alguns anos vem sendo bastante discutido por grupos de saúde e órgãos de regulamentação, uma vez que vem sendo associado a reações de natureza alérgica, entre as quais asma brônquica e urticária, especialmente em pessoas alérgicas ao ácido acetilsalicílico.

Equipamentos e utensílios

De acordo com a Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997 (BRASIL, 1997), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa/MS), que aprova o Regulamento Técnico sobre Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos, “todo **equipamento** e utensílio utilizado nos locais de manipulação de alimentos que possam entrar em contato com o alimento devem ser confeccionados de **material que não transmita substâncias tóxicas**, odores e sabores, que sejam não absorventes e resistentes à corrosão e **capaz de resistir a repetidas operações de limpeza e desinfecção**”.

E quanto aos projetos de construção de equipamentos, também diz que “todos os **equipamentos** e utensílios devem ser desenhados e **construídos de modo a assegurar a higiene e permitir uma fácil e completa limpeza e desinfecção e, quando possível**, devem ser instalados de modo a permitir um acesso fácil e uma limpeza adequada, além disto devem ser utilizados exclusivamente para os fins a que foram projetados”.

Existe uma série de empresas nas regiões Norte e Nordeste que fabricam linhas para processamento de farinhas de mesa e fécula. Isto já não ocorre para os demais produtos derivados, como farinha de tapioca, tucupi e maniva. Em ambos os casos, as linhas são encomendadas a essas empresas ou confeccionadas pelos proprietários de acordo com a sua capacidade financeira e necessidades de produção. Observa-se nesses equipamentos e utensílios que as peças que entram em contato com a matéria-prima são confeccionadas em chapas de ferro carbono, ferro galvanizado ou madeira (CRUZ et al., 2005). Outro fator limitante de alguns equipamentos

é a sua dificuldade de operação no que diz respeito às etapas de limpeza e sanificação, que são responsáveis por quase um terço do tempo de produção de uma indústria alimentícia (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

Recomenda-se a alteração das especificações dos materiais utilizados por outros mais adequados. De maneira geral, uma alternativa de menor custo seria a adoção de revestimentos e materiais poliméricos de grau alimentício, como pinturas em epóxi ou substituição por materiais de plásticos, como tanques de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno de alta densidade (PEAD) e polipropileno (PP), que permitam a ação de substâncias sanificantes. As peças de madeira podem ser substituídas por peças de teflon ou náilon. Contudo, o aço inoxidável é a melhor das opções, mas de custo mais elevado.

Microrganismos

Com o objetivo de ilustrar os efeitos de algumas das contaminações microbiológicas possíveis de serem detectadas em produtos como a farinha, já que a IN 52 não especifica limites de tolerância, estão relacionadas a seguir as características e fontes de contaminação de três diferentes grupos de microrganismos: *Bacillus cereus*, Coliformes e *Salmonella*. Pela Anvisa, os níveis de tolerância desses microrganismos são determinados em produtos similares, tais como: raízes e tubérculos secos, desidratados ou liofilizados e amidos, farinhas, féculas e fubá, em pó ou flocados, de acordo com a RDC nº 12 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2001).

O microrganismo patogênico *B. cereus* causa doenças como a gastroenterite humana. Produz dois tipos de toxina que causam vômitos e diarreia, separadamente. As principais fontes de contaminação são o solo, o ar e a poeira que carrega os esporos dos chamados aerobacilos. Pode estar presente nesses produtos até o limite de tolerância de 10^3 UFC/g de produto (Unidades formadoras de colônia por grama de produto) (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2001; MASSAGUER, 2005). Vale ressaltar que o gênero *Bacillus* em geral possui outras espécies que não são patogênicas, mas são importantes deteriorantes, causando problemas de processo em alimentos. Nesse contexto, de produto rico em amido, podemos destacar o *B. polymixa*, que produz uma enzima que degrada o amido, a β -maltose. Também produz gás e aumento de acidez por fermentação dos açúcares (MASSAGUER, 2005).



Coliformes a 45 °C, representados principalmente pela *Escherichia coli*, estão presentes no trato intestinal do homem e de animais. São indicadores de contaminação fecal recente, direta ou indireta, e avalia a sanitariedade do estabelecimento. A diarreia é o principal sintoma dessa contaminação. Pode estar presente nesses produtos até o limite de tolerância de 10³ NMP/g de produto (MASSAGUER, 2005).

Salmonella sp pode estar presente no ar, solo, água, seres humanos, animais, fezes, alimentos e equipamentos. Pode causar febres tifoide e paratifoide e infecções gastrointestinais. Deve estar ausente nesses produtos, quando analisadas alíquotas de 25 g da amostra (MASSAGUER, 2005).

ETAPAS DOS PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DA MANDIOCA E RECOMENDAÇÕES DE QUALIDADE

Dentre os principais produtos derivados da mandioca, destacam-se as farinhas de mesa e tapioca, a fécula, o tucupi e a maniva. A farinha de mesa é o subproduto da mandioca considerado genuinamente brasileiro pela difusão do seu consumo em todas as regiões do País. É obtida pela moagem da raiz por meio de processos tecnológicos adequados. Já a farinha de tapioca é o produto obtido sob a forma granulada a partir da fécula de mandioca (produto amiláceo extraído da raiz). O tucupi, por sua vez, é o líquido obtido no processo da prensagem da massa ralada da raiz de polpa amarela. Esse líquido é recolhido sob a prensa quando é denominado de manipueira, e pode ser preparado para diversos fins. Outro produto bastante apreciado na região Norte, a maniva, é proveniente do cozimento das folhas da mandioca por um longo período de tempo, dando origem ao famoso prato culinário conhecido como maniçoba.

Uma breve descrição dos detalhes de obtenção desses derivados da mandioca está apresentada a seguir, de acordo com informações de literatura (CEREDA, 2005a, 2005b; CRUZ et al., 2005; FOLEGATTI et al., 2005) e observações de campo, organizadas conforme o fluxograma da Figura 1. Após cada descrição, existem recomendações teóricas de melhoria desses processos para obtenção de produtos de qualidades, atendendo aos requisitos legais.



Figura 1. Fluxograma adaptado de produção para farinha-seca e farinha de tapioca, fécula, maniva e tucupi.

Fonte: Cereda (2005a, 2005b); Cruz et al. (2005); Folegatti et al. (2005).



Etapas iniciais para obtenção de produtos da mandioca

Recepção e estocagem da mandioca

O armazenamento pode ser a céu aberto, desde que o produto seja industrializado no mesmo dia da colheita. Entretanto, se existir uma área coberta, esta é preferencialmente recomendada. O uso de basquetas plásticas que permitam uma fácil higienização é igualmente recomendado, para que a mandioca não fique em contato direto com o solo.

Esta etapa pode ser responsável pela incorporação de diferentes tipos de contaminação, portanto, deve-se manter as raízes protegidas da ação do ambiente (chuvas e poeira), insetos e animais.

Lavagem e descascamento da raiz

Em pequenas unidades, este processo é feito manualmente por imersão das raízes em rios ou tanques e o descascamento, com auxílio de facas. Na indústria, as raízes são colocadas em lavadores-descascadores (contínuos ou descontínuos), que, além de lavar, retiram a película parda. Existem diversos tipos de equipamentos para esse fim no mercado. É extremamente importante que não haja pedaços de cascas nas raízes, pois isso prejudica a qualidade dos produtos a serem obtidos. Uma rigorosa inspeção deve ser então realizada para certificação do bom desenvolvimento desta etapa. Caso necessário, deve-se realizar a *repinicagem*, que nada mais é do que a remoção manual de partes contendo cascas ainda aderidas.

Na lavagem manual, deve-se evitar a imersão em leitos de rios, com o risco de contaminação do ambiente, além de não ser uma água potável adequada para a lavagem. O uso de lavagem por aspersão seria mais recomendado, visando à redução do desperdício de água. Para o descascamento, deve-se usar facas de aço inoxidável e evitar a contaminação cruzada (transferência de microrganismos patogênicos de um alimento contaminado para outro) das raízes com casca para as raízes descascadas. O uso de basquetas plásticas, passíveis de higienização, é útil para auxiliar na lavagem da raiz descascada, evitando o manuseio inadequado pelos operadores.

Os equipamentos, em sua maioria, são confeccionados em madeira e as partes responsáveis pelo descascamento são revestidas com chapas de aço inoxidável. Pela existência de ranhuras de difícil acesso, sua limpeza e sanificação são dificultadas. Portanto, especial atenção deve ser dada à limpeza desses equipamentos, pois resíduos de matéria orgânica propiciarão a proliferação de microrganismos e fermentação. Recomenda-se o uso de escovas e jatos de água para a total remoção de resíduos, imediatamente após o uso.

Ralação

As raízes limpas e descascadas são levadas a raladores, popularmente chamados de caititus, que irão reduzir a mandioca a uma massa. Assim como foi relatado para os descascadores contínuos, deve-se ter os mesmos cuidados de higiene com os raladores, antes e após o seu uso. Ainda existem raladores confeccionados quase em sua totalidade em madeira, o que deve ser evitado ao máximo.

A massa ralada deve ser recebida em um tanque de alvenaria revestido, ou ainda em carros de armazenagem com rodas, que são particularmente mais indicados, pois facilitam o transporte de uma etapa a outra. É imprescindível que as superfícies de contato dos materiais sejam lisas e sem porosidade, higienizáveis e sanificáveis.

Nesta etapa, normalmente é incorporado o corante para farinhas amarelas. É necessário que seja feito o cálculo da quantidade de corante necessário para a quantidade de massa a ser triturada, respeitando os limites máximos especificados, quando forem utilizados corantes artificiais. O uso de corantes naturais também é possível, contudo, pesquisas são necessárias para determinar as quantidades ideais, características sensoriais e de estabilidade.

Apesar de não existir especificação de limites para a farinha, de acordo com a legislação de aditivos, dentre todos os alimentos listados, o corante tartrazina, por exemplo, não pode estar presente em concentrações maiores que 0,03 g por 100 g de farinha. Mas, ressalta-se a necessidade de especificação de limites para a farinha, levando em consideração o hábito de consumo de diferentes regiões. Por exemplo, para 300 kg de farinha que se vá produzir não deve ser utilizado mais do que 90 g de corante, conforme cálculo abaixo:

$$\text{Peso de Corante (g)} = \frac{\text{Peso de farinha (kg)} \times 1.000 \times 0,03}{100} = 300 \times 1000 \times 0,03/100 = 90 \text{ g}$$



Prensagem

A massa ralada é extremamente úmida e esse excesso de água é retirado na etapa de prensagem. Existem vários equipamentos disponíveis no mercado para esse fim, nos quais é realizada a compressão da massa e o líquido retirado é chamado de *manipueira*. A *manipueira* é rica em amido e é a partir de seu tratamento que será obtida a fécula (goma) e a farinha de tapioca. A massa compactada segue para a obtenção de farinha-seca.

Nesta etapa, é usual a utilização de sacas de ráfia (polipropileno trançado), que são, muitas vezes, inapropriadamente reutilizadas. Para essa reutilização seria imprescindível garantir a higienização e sanificação destas, bem como a secagem, entre os processamentos, para evitar a proliferação de microrganismos e a contaminação de uma batelada para a outra. Isto pode ser feito a partir da lavagem em água corrente seguida da imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm (100 mL de água sanitária, com 2-2,5% de cloro ativo, em 10 L de água potável), por 15 minutos. Essa solução pode ser utilizada para a sanificação dos mais diferentes utensílios e equipamentos, mas não pode ser reaproveitada, pois após o uso perde seu poder de ação.

Etapas de obtenção de farinha-seca

Desintegração da massa

O uso de trituradores ou desintegradores visa desagregar o bloco compacto de massa de mandioca que sai após prensagem. Essa etapa é também conhecida por esfarelamento da massa e visa prepará-la para as etapas de escaldamento e torração. Deve-se ter os mesmos cuidados de higiene com os desintegradores antes e após o seu uso.

Secagem e torração

Na produção da farinha de mandioca, o escaldamento e a torração têm os mesmos objetivos, que são: eliminar água, dar sabor característico e desenvolver uma cor adequada (CRUZ et al., 2005). Existem formas manuais e mecanizadas de revolver a massa nos fornos. Utensílios de madeira, como pás, rodos e vassouras de palha (piassava), ainda são comuns nos produtores artesanais, mas são materiais inadequados, pois não permitem a constante higienização. Nos sistemas mecanizados, algumas pás ainda são de madeira, recomendando-se também a mudança de tipo de material, pois, além de não serem higienizáveis, podem incorporar resíduos no produto.

É necessário que a farinha seca e torrada seja resfriada para evitar a aglomeração e o emboloramento decorrente da alta temperatura em que sai do processo de torração. O resfriamento pode ser realizado ao natural, com revolvimentos da farinha, acondicionamento em depósitos próprios ou carros de armazenagem com rodas. A simples retirada da farinha do forno de aquecimento para outro local já ajuda nesse processo.

É comum verificar nas unidades produtoras resíduos de farinha nos torradores de processos anteriores. A limpeza e a higienização são recomendadas logo após o processamento.

Nesta etapa, também ocorre a intensa liberação do cianeto para o ambiente de produção, expondo os manipuladores periodicamente à ação desse gás tóxico. É necessário o uso de equipamentos de proteção coletiva e individual (EPC e EPI), como exaustores, máscaras e óculos de proteção, a fim de evitar a ocorrência de doenças crônicas graves.

Peneiragem e classificação

A peneiragem auxiliará na classificação da farinha em função do tamanho dos grânulos.

Os caroços ou aglomerados de farinha resultantes da peneiragem podem ser triturados em moinhos e, em seguida, podem ser novamente peneirados, para se enquadrarem na classificação desejada. Caso a agroindústria realize essa etapa, deve-se ter o cuidado para triturar adequadamente a farinha, para não pulverizá-la.

Como esta é a última etapa de processamento pela qual passa a farinha antes da embalagem, é importante que os trituradores estejam limpos, para evitar incorporação de sujidades grosseiras e microrganismos indesejáveis.

Acondicionamento

O tipo de embalagem irá depender do mercado que se quer atender. Usualmente comercializa-se a farinha seca e torrada para venda no atacado, em sacos de polipropileno trançado de 50 kg. No comércio varejista, sacos plásticos de polietileno de 0,5 kg ou 1 kg são comumente utilizados.

A farinha deve estar em temperatura ambiente para ser acondicionada, para evitar-se a condensação de vapores dentro da embalagem, que pode ocasionar a perda de crocância e também sua deterioração por microrganismos incorporados durante o processo.



As embalagens, antes de serem utilizadas, devem ser armazenadas adequadamente em locais que garantam sua integridade e evitem a contaminação. A reutilização de sacos de rafia não é recomendada, nem de sacos de tecido, pois estes incorporam sujidades e microrganismos que irão contaminar novos produtos a serem embalados.

A etapa de acondicionamento de um produto é extremamente importante, contudo, é muitas vezes negligenciada. Qualquer sujidade ambiente poderá ser incorporada ao produto quando for embalado, sem a possibilidade de correção dessa falha, detectada quase sempre pelo consumidor final.

Observa-se que ambientes de casas de farinha são muito contaminados e sem cuidados com a limpeza periódica de equipamentos, móveis, tetos, pisos e paredes. Pessoas, maquinários de produção e estrutura de construção geram contaminação, que pode ir de um microrganismo aderido a uma partícula de poeira no ar, até pedaços de equipamentos e partes de insetos. Portanto, os ambientes de acondicionamento, assim como todo o estabelecimento de produção, devem ser mantidos limpos e com a menor incidência de partículas no ar (poeira).

Etapas para obtenção de fécula (goma)

Decantação da manipueira

Na fabricação da farinha, o processo de prensagem elimina, aproximadamente, 60% da água existente na raiz, juntamente com cerca de 10% de amido (CRUZ et al., 2005). Essa água liberada (manipueira) é levada para tanques de decantação, para obtenção da fécula úmida. Os tanques de decantação são geralmente de alvenaria, com revestimento de azulejo. Neles, a manipueira permanece de 8 a 12 horas, quando o amido se decanta e pode ser separado da água e das outras impurezas (CRUZ et al., 2005). A água é eliminada para as lagoas de estabilização e a fécula úmida pode ser recolhida manualmente dos tanques.

Por ser uma etapa em que existe um alto teor de umidade, a proliferação de microrganismos é favorecida. Portanto, a limpeza e sanificação desses tanques antes e após o processo é de extrema importância. Como a fécula será comercializada ainda parcialmente úmida, qualquer contaminação estará propícia a se desenvolver nesse produto, acelerando processos fermentativos.



Etapas de obtenção de farinha de tapioca

A fécula úmida é a matéria-prima para obtenção da farinha de tapioca.

Esfarelamento

A fécula úmida deve passar por um processo de peneiramento (malha de 2 mm a 2,5 mm), trituração, ou qualquer outro meio que permita desaglomerar a fécula. É uma etapa de pré-preparo para a formação dos grânulos.

Encaroçamento

Tradicionalmente é feito em panos, para confecção dos grânulos característicos desse tipo de produto. Entretanto, existem casas de farinha que têm utilizado com sucesso a adaptação do equipamento da construção civil conhecido por betoneira para fazer os grânulos. O tempo de permanência no equipamento deverá ser ajustado, para que haja a formação dos grânulos desejados. Após a formação dos grânulos, a farinha passa por uma peneira de malha de cerca de 2,8 mm, para padronização.

Em termos sanitários, a betoneira confeccionada em material liso, sem porosidade e passível de higienização é a forma mais recomendada de encaroçamento. No arranjo produtivo de farinha de tapioca do Distrito de Americano, Município de Santa Isabel do Pará, já existem farinheiras que adotam betoneiras feitas de aço inoxidável. No caso de uso de telas de material polimérico, estas devem ser higienizadas e sanificadas periodicamente. O uso de panos de algodão é desaconselhável pela dificuldade na manutenção da sua limpeza entre processos.

Escaldamento e espocagem

Estas etapas são realizadas em forno similar aos utilizados para fabricação de farinha de mesa. No escaldamento, os grânulos de fécula devem ser constantemente remexidos para evitar que grudem ou queimem na superfície do tacho/forno. Geralmente essa etapa leva de 15 a 20 minutos e aqui novamente conta-se com a experiência do operador. Depois de escaldados, os grânulos devem ser colocados em depósitos, onde ficam até o dia seguinte. Os locais onde serão armazenados devem ser limpos e protegidos de sujidades, de fácil lavagem, podendo ser utilizados os carros de armazenamento diversas vezes mencionados neste capítulo.



Após o descanso, os grânulos escaldados voltam ao forno para a etapa conhecida por espocagem. Nessa operação, a temperatura do forno deve ser bem mais elevada que no escaldamento e, ao entrarem em contato, os grânulos expandem-se como pipocas, ficando brancos e opacos e com a aparência de isopor. Recomendam-se os mesmos cuidados de limpeza e higienização mencionados para os fornos de farinha de mesa, bem como substituição de utensílios e materiais de fabricação dos seus componentes.

Classificação e acondicionamento

A farinha de tapioca pode igualmente passar por peneiras para ter uma classificação e padronização, embora ainda não existam especificações técnicas para esse tipo de produto. Atualmente, têm-se as classificações P, M e G, em termos de tamanho de grãos. O acondicionamento é da mesma forma descrita no item sobre obtenção da farinha-seca.

Etapas de obtenção da maniva

Lavagem

Nesta etapa, recomenda-se o uso de aspersão para evitar desperdício de água e para auxiliar na remoção de sujidades. O uso de chuveiros e a distribuição dessas folhas em esteiras ou caixas, ambas passíveis de higienização, também são recomendados.

Moagem

Existem dois modos de produção de maniva: moer as folhas antes ou depois do seu cozimento. O modo tradicional e mais utilizado é a moagem anterior ao cozimento. As folhas lavadas são colocadas em moedores elétricos podendo ou não ter a adição de água.

A manutenção dos moedores é uma etapa que precisa de cuidados, para evitar contaminação cruzada entre processos. Normalmente são utilizados moedores elétricos de carne. Atualmente, existem moedores confeccionados em aço inoxidável, que são os mais recomendados. O uso de utensílios de ferro carbono que entram em contato com as folhas podem causar seu escurecimento por oxidação de pigmentos. Esses equipamentos são facilmente desmontáveis, devendo-se higienizar e sanificar as peças entre os processos.

Cozimento

O tempo de cozimento das folhas da mandioca são convencionados tradicionalmente em 7 dias, o que equivaleria teoricamente a 168 horas. Contudo, em avaliações de campo, observa-se que os tempos de cozimento variam entre 8 a 12 horas por dia, no máximo, o que daria em torno de 56 a 84 horas de cozimento. Além da questão de segurança alimentar, em eliminar todo o cianeto das folhas, acredita-se que o tempo de cozimento influencie diretamente na questão sensorial que seria a eliminação do sabor característico de folhas verdes e melhoria da palatabilidade e digestibilidade. A tradição também deve ser considerada, afinal a maniçoba é uma iguaria de festa e seu preparo na Amazônia segue um ritual herdado dos ancestrais indígenas.

Nesta etapa, também ocorre intensa liberação do cianeto para o ambiente de produção, recomendando-se os mesmos cuidados tomados na etapa de secagem e torração da farinha de mesa.

Resfriamento, embalagem e congelamento

Após o cozimento, observa-se que é prática realizar a embalagem da maniva ainda quente em sacos plásticos de 1 kg, o que é válido, desde que o seu resfriamento ocorra da forma mais rápida possível. Contudo, verifica-se a tendência em deixar a maniva resfriando em temperatura ambiente. O resfriamento lento possibilita a germinação de esporos de microorganismos que não foram inativados durante o cozimento, podendo causar alterações neste produto.

Etapas de obtenção do tucupi

Fase líquida da manipueira

A obtenção da manipueira pode ser considerada como uma das etapas mais críticas da produção do tucupi. Observa-se que a manipueira que sai das prensas é recolhida em sua grande maioria de forma inadequada, não tendo um coletor específico e devidamente dimensionado para tal função. Normalmente são tanques de alvenaria ou baldes de plástico improvisados, posicionados abaixo das prensas. Alguns estabelecimentos já utilizam tanques de aço inoxidável e o auxílio de bombas positivas para o transporte desse líquido.



Na impossibilidade desses sistemas, recomenda-se o uso de dispositivos que garantam que o líquido será recolhido em recipientes específicos para esse fim e passíveis de higienização. Tanques de alvenaria revestidos, baldes de aço inoxidável ou sacos novos posicionados em baldes solucionariam essa questão.

Cozimento, sal e condimentos

A etapa de cozimento tem a mesma função de eliminar o cianeto da manípueira e dispersar o amido residual existente. A adição de condimentos, além de dar sabor ao tucupi, também auxilia na sua conservação, pelas propriedades bactericidas de alguns deles. Algumas localidades costumam adicionar açúcar ou adoçantes artificiais no tucupi, bem como corantes semelhantes ao utilizados para farinha-seca, quando essa manípueira não é resultante do processo de fabricação da farinha de mandioca de polpa amarela.

Acondicionamento

São utilizadas garrafas de plástico como embalagem para o tucupi. Contudo, não é recomendada a reutilização de garrafas de refrigerantes e outros produtos. Garrafas de vidro e de plástico novas são preferidas. O envase a quente é uma prática aconselhável, considerando que serve para eliminar uma possível contaminação da garrafa e o oxigênio dissolvido, mas deve ser seguida de um rápido resfriamento. Nesse caso, forma-se vácuo no resfriamento causando a colapsagem (deformação) de garrafas plásticas. Contudo, tal procedimento necessita ser avaliado previamente por meio de pesquisas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da crescente demanda pelo consumo de produtos derivados da mandioca, como a farinha, a fécula, a farinha de tapioca, a maniva e o tucupi, um maior número de consumidores estará exposto a possíveis problemas de intoxicação e infecção alimentar. Assim, a adoção de procedimentos básicos de boas práticas de fabricação é urgente nesse setor. Principalmente em estabelecer programas de higienização das unidades de processamento entre turnos, além de atender aos limites de segurança de algumas substâncias inerentes a eles, como o cianeto e os corantes artificiais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Instrução Normativa 001/2008, de 24 de junho de 2008. Estabelece Padrão de Identidade e Qualidade do Tucupi para comercialização no Estado do Pará. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, PA, 26 jun. 2008. Executivo 3, p. 7.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. **Tucupi**. Belém, PA: Gerência de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal, 2012. 13 p.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 182 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico da Farinha de Mandioca. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 nov. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o regulamento Técnico sobre Condições Higiénico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 ago. 1997.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 10 jan. 2001.

CEREDA, M. P. Fabricação de farinha de tapioca na Vila de Americano, Município de Santa Izabel do Pará, PA: um estudo de caso. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005b. Cap. 4, p. 156-185.

CEREDA, M. P. Produtos e subprodutos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005a. Cap. 1, p. 13-60.

CRUZ, R.; RIBEIRA, H. H. P.; FERNANDES, A. R.; SILVA, C. A. B. Processamento de mandioca: produção de farinha seca, raspas e amido em dois tamanhos de empreendimento. In: SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimento agroindustriais**: produtos de origem vegetal. Viçosa: UFV, 2005. v. 2, 459 p.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; FERREIRA FILHO, J. R. A indústria da farinha de mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. Cap. 2, p. 61-141.

MASSAGUER, P. R. **Microbiologia dos processos alimentares**. São Paulo: Livraria Varela, 2005. 258 p.



MONTAGINAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 17-27, 2009.

OLIVEIRA, L. L. **Perfil higiênico-sanitário das unidades de processamento da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região Sudoeste da Bahia**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.



CAPÍTULO 14. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E AGREGAÇÃO DE VALOR À MANDIOCA

Ana Vânia Carvalho

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) exerce papel de destaque no cenário agrícola nacional e internacional, tanto como fonte de carboidratos para a alimentação humana e animal, quanto como geradora de emprego e renda (CARDOSO, 2003).

Em nível mundial os maiores produtores da cultura são Nigéria, Tailândia e Indonésia, com produções de 36,8, 30,1 e 22 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2009). Os estados do Pará, Paraná e Bahia, maiores produtores do País, produzem juntos 11,8 milhões de toneladas, correspondendo a 48,2% do total nacional, dos quais o Pará contribui com 18,7%, o Paraná com 16,4% e a Bahia com 13,1%. Dos 20 maiores produtores nacionais, 13 municípios encontram-se no Estado do Pará (IBGE, 2012). Segundo projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a produção de mandioca deve crescer 1,20% ao ano, nos próximos anos. Dessa forma, em 2019/2020, a produção de mandioca deverá alcançar 30,2 milhões de toneladas (BRASIL, 2010).

Além de a mandioca ser uma importante cultura na região Norte, sobretudo como fonte de renda, e fazer parte da alimentação da população, na última safra incrementou a produtividade da agropecuária nacional, constituindo o maior destaque no PIB. Com uma expansão de 3,2% em relação ao segundo trimestre de 2011, foi o único grande setor que conseguiu aumentar a produção. Em comparação ao terceiro trimestre de 2010, o avanço foi de 6,9% (IBGE, 2012).

A cultura da mandioca, de importância econômica, social e cultural no Brasil, teve área cultivada de 1.757.734 ha e produção de 23.044.557 t de raiz em 2012 (IBGE, 2012). Há 22 anos, o Estado do Pará vem liderando o ranking nacional como maior produtor de mandioca, com uma área de 301.364 ha e produção de 4.617.543 t em 2012. Sua produção destina-se basicamente à transformação de farinha de mesa, principal produto de agregação de valor na região Norte, com preço variável em função da qualidade do produto, sobretudo pela falta de uniformidade e padronização, destinando-se a diferentes nichos de mercado, sendo até mesmo exportada para outras regiões e estados do País. Dentre os principais produtos derivados da mandioca, destacam-se a farinha de mesa e de tapioca, a fécula, o tucupi e a maniva.



Porém, salienta-se a necessidade de maior agregação de valor à raiz e aos derivados da mandioca, por meio do desenvolvimento e fabricação de novos produtos (por exemplo, barras de cereais, *snacks*, farinhas enriquecidas, etc.) ou mesmo o aperfeiçoamento de produtos já desenvolvidos e consagrados pelos consumidores, como a farinha, o tucupi e a maniva.

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EXTRUDADOS A PARTIR DA FARINHA DE MANDIOCA

O processo de extrusão vem ganhando destaque e expansão na indústria de alimentos por ser uma importante técnica que, além de aumentar a variedade de alimentos processados, apresenta muitas vantagens quando comparado a outros sistemas tradicionais de processamento de alimentos, como versatilidade, custo relativamente baixo, alta produtividade, produtos de alta qualidade, e por representar um processo ambientalmente seguro, sendo uma tecnologia catalogada como limpa (CARVALHO, 2000; GUY, 2001). A tecnologia de extrusão permite o emprego de matérias-primas para transformação em alimentos industrializados prontos para o consumo, convenientes, de maior vida útil e de grande aceitação pelo público consumidor, como é o caso dos *snacks* e cereais matinais.

As matérias-primas mais utilizadas na formulação de cereais matinais extrudados são o arroz, o trigo, a aveia e o milho. Nas formulações desses produtos podem ser usadas misturas desses cereais, na forma de farinha, *grits*, farinhas integrais, assim como podem ser misturados com outros ingredientes, para variar a aparência, textura, sabor, aroma e outras características dos produtos (DANDY; DOBRASZCZYK, 2001).

A mandioca destaca-se como uma das principais culturas do Brasil, sendo a maior parte da sua produção destinada à fabricação de farinha de mandioca. O restante divide-se em extração do amido e consumo final (CEREDA; VILPOUX, 2003). Embora seja a forma mais ampla de aproveitamento industrial da mandioca, a farinha não é um produto muito valorizado, o que torna interessante seu aproveitamento para processamento de produtos mais elaborados e de maior valor agregado, como é o caso dos produtos extrudados.

DESENVOLVIMENTO DE CEREAL MATINAL EXTRUDADO DE FARINHA DE MANDIOCA ENRIQUECIDO COM CONCENTRADO PROTEICO DE SORO DE LEITE

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios que vem despertando o interesse de inúmeros pesquisadores em todo o mundo por sua potencialidade nutricional, funcional e econômica. O soro de leite, na forma de concentrado proteico, vem sendo aplicado pela indústria de alimentos na confecção de produtos dietéticos, nos quais age como substituinte da gordura e modifica as propriedades de textura dos produtos aos quais é aplicado (ANTUNES et al., 2004). Porém, é a qualidade nutricional das proteínas do soro de leite que tem despertado o maior interesse em seu aproveitamento. O Índice de Eficiência Proteica (PER) e o Valor Biológico (VB) dessas proteínas superam os obtidos pelas caseínas, especialmente por as proteínas do soro de leite serem ricas em aminoácidos sulfurados (ANTUNES, 2003; SWAISGOOD, 1996). Atribuem-se também às proteínas do soro de leite possíveis atividades hipocolesterolêmica, anti-inflamatória, de proteção e reparo das células entéricas, dentre outras (COSTA, 2004; McINTOSH et al., 1998; MORENO, 2002).

Silva et al. (2011) desenvolveram um cereal matinal de farinha de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite e observaram que a adição desse concentrado propiciou a obtenção de um cereal matinal com alto teor proteico, com um incremento de proteínas de 574% quando comparado ao teor de proteínas presente na farinha de mandioca. Além disso, o cereal matinal sabor canela apresentou teor considerável de fibras (2,93%), ficando próximo de alimentos considerados como fonte de fibras (>3%), de acordo com a legislação vigente.

Segundo os autores, o emprego de farinha de mandioca e concentrado proteico de soro de leite é uma alternativa para a elaboração de cereal matinal extrudado, obtendo-se um produto final com boas características sensoriais e nutricionais.

O fluxograma de processamento do cereal matinal obtido é apresentado na Figura 1.



Figura 1. Fluxograma do processo de produção do cereal matinal extrudado.

Para o processamento do cereal matinal, a formulação é preparada adicionando-se 15% de concentrado proteico de soro de leite, 12% de açúcar refinado e 0,7% de canela em pó à farinha de mandioca, sendo as amostras condicionadas para o teor de umidade de 13% (SILVA et al., 2011).

O processamento do cereal matinal é realizado em extrusora monorrosca, sendo adotados os seguintes parâmetros fixos: temperatura nas zonas do extrusor (Zona 1 = 40 °C; Zona 2 = 60 °C; Zona 3 = 80 °C), velocidade do parafuso de 177 rpm, matriz circular de 3,85 mm e sistema de corte na saída da matriz. Após a extrusão dos cereais matinais, é aspergida sobre eles uma solução de sacarose a 60 °Brix na proporção de 14% (14 g de solução de sacarose para cada 100 g de cereal matinal). Em seguida, os extrudados devem ser secos em estufa com circulação de ar a 60 °C até obter-se umidade final de 6%. O produto seco é embalado, sendo recomendada uma embalagem flexível laminada (BOPPmetalizado/PE/BOPP), e posteriormente distribuído para comercialização.

Fotos: Ana Vania Carvalho

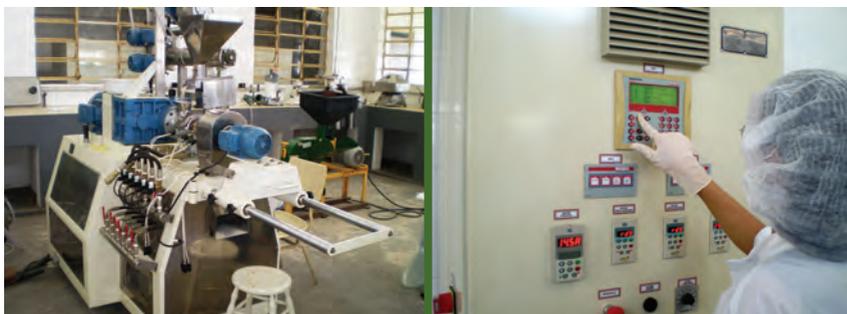


Figura 2. Extrusora e painel de controle.

Foto: Ana Vania Carvalho



Figura 3. Cereal matinal extrudado sabor canela.



DESENVOLVIMENTO DE SNACKS DE TERCEIRA GERAÇÃO POR EXTRUSÃO DE MISTURAS DE FARINHAS DE PUPUNHA E MANDIOCA

A pupunheira (*Bactris gasipaes*) é uma palmeira multicaule nativa do clima tropical úmido da Amazônia. Produz frutos comestíveis, denominados pupunha, de sabor muito apreciado, fazendo parte dos hábitos alimentares da região amazônica (FERREIRA; PENA, 2003). Os frutos, geralmente consumidos após cozimento em água e sal, podem também ser utilizados na fabricação de farinhas para usos variados, representando uma fonte de alimento potencialmente nutritiva, por seu alto conteúdo de carotenoides biodisponíveis, além de teores consideráveis de carboidratos, proteínas e lipídios (GOIA, 1992; YUYAMA; COZZOLINO, 1996; YUYAMA et al., 1991).

Os *snacks* de terceira geração, denominados também de produtos intermediários (*half-products*) ou *pellets*, são produtos que não estão expandidos após a extrusão. Estes são submetidos posteriormente às etapas de secagem e de expansão por meio da fritura rápida em óleo, por aquecimento com ar quente ou forno de microondas, estando então prontos para o consumo. Esse tipo de produto apresenta baixa umidade (4% a 10%), permitindo seu armazenamento por longo período de tempo sem deterioração microbiana. Os *pellets* são elaborados a partir de farinhas de cereais e tubérculos, amidos, entre outros (ASCHERI et al., 2000; CARVALHO et al., 2002).

Carvalho et al. (2009) desenvolveram *snacks* de terceira geração por extrusão a partir da incorporação de 15%, 20% ou 25% de farinha de pupunha à farinha de mandioca e verificaram, de maneira geral, elevação no teor de proteínas, lipídeos, fibra alimentar e carotenoides totais nos *snacks* com o aumento da porcentagem de farinha de pupunha incorporada à farinha de mandioca. Além disso, os autores concluíram que os *snacks* desenvolvidos podem ser considerados alimentos energéticos, pois apresentam em média altos teores de carboidratos e lipídeos, além de apresentarem boa aceitação sensorial.

Segundo Carvalho et al. (2009), para o processamento dos *snacks*, adicionou-se farinha de pupunha à farinha de mandioca nas proporções de 15%, 20% e 25%, além de 1,5% de sal. As formulações foram processadas em extrusora monorroscas, adotando-se os seguintes parâmetros: temperatura

nas zonas do extrusor (Zona 1 = 30 °C; Zona 2 = 40 °C; Zona 3 = 60 °C; Zona 4 = 65 °C; Zona 5 = 70 °C), velocidade do parafuso (177 rpm), taxa de alimentação de 292 g/min e matriz laminar de 1 mm. A temperatura de secagem após o processo de extrusão deve ser de 60 °C em estufa com circulação de ar, durante 3 horas. Os extrudados secos são fritos em óleo à temperatura de 180 °C por cerca de 5 a 8 segundos, sendo embalados e distribuídos para comercialização.

Foto: Ana Vania Carvalho



Figura 4. *Snack* de farinha de pupunha e mandioca.

PROCESSAMENTO DE CHIPS DE MACAXEIRA

Nos últimos anos, buscando atender às mudanças de mercado, novos produtos à base de macaxeira estão sendo testados e inovados, a fim de suprir a demanda existente. Os produtos derivados de macaxeira são geralmente preparados para consumo doméstico ou em restaurantes, sendo fabricados e consumidos em curto período de tempo.



Uma possibilidade de valorização e incremento no cultivo da macaxeira é a produção de salgadinhos fritos do tipo *chips*, por ser uma tecnologia simples, de fácil transferência, baixo custo de implantação e um produto de mercado crescente, o qual pode ser inserido em programas de alimentação (ROGÉRIO et al., 2005).

O mercado de *chips* vem ocupando um espaço cada vez maior, particularmente nos centros urbanos. Grande parte desses produtos são *chips* de batatas ou outras matérias-primas ricas em amido, como banana e mandioca. O termo *chips* é originalmente americano e refere-se a fatias finas de uma matéria-prima frita em óleo ou gordura (GRIZOTTO; MENEZES, 2003, 2004).

De acordo com Carvalho e Abreu (2009) e Carvalho et al. (2010), para o processamento do *chips* de macaxeira, devem ser utilizadas raízes de macaxeira da variedade 'Água Morna'. As raízes devem ser lavadas em água limpa e de boa qualidade, para remoção da terra aderida à superfície, e em seguida sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, durante 20 minutos. O descascamento é realizado com auxílio de facas de aço inoxidável e as raízes descascadas são fatiadas no sentido transversal em cortador de frios (do tipo rotatório) com espessura de aproximadamente 1 mm.

Após o corte, as fatias de macaxeira são fritas em óleo de soja utilizando-se fritadeira a gás, com temperatura do óleo em 180 °C (± 5 °C) e tempo de fritura de cerca de 70 segundos. Após a fritura, drena-se o excesso de óleo dos *chips* em papel absorvente e adiciona-se 1,5% de sal, sendo estes embalados em embalagem flexível laminada (BOPP metalizado/PE/BOPP) e encaminhados para comercialização. O rendimento médio do processo é de 40%, ou seja, para cada 10 kg de raízes obtém-se cerca de 4 kg de *chips* de macaxeira.

O fluxograma para obtenção do *chips* de macaxeira está descrito na Figura 5.



Figura 5. Processamento para obtenção de *chips* de macaxeira.

O processo para obtenção dos *chips* de macaxeira é um método simples, que permite a obtenção de um produto final com ótima aparência, coloração, crocância e tempo de vida útil de 15 dias. Além disso, representa uma boa alternativa para a conservação das raízes que, por apresentarem elevado teor de umidade, possuem reduzida vida pós-colheita (CARVALHO; ABREU, 2009).

Foto: Ana Vania Carvalho

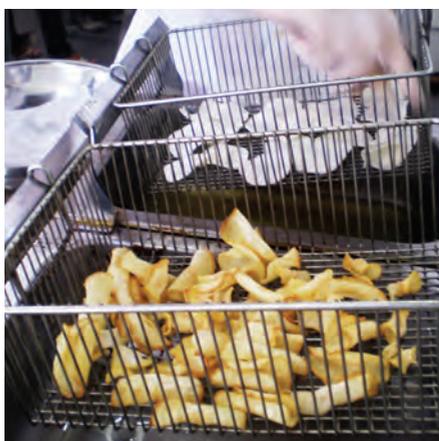


Figura 6. *Chips* de macaxeira.



MANDIOCA PRÉ-PROCESSADA ARMazenada SOB CONGELAMENTO

A macaxeira descascada surgiu no mercado como resposta à demanda por produtos de fácil preparo e maior conveniência. Dentre os vários métodos que podem ser empregados para a conservação das raízes de macaxeira descascadas, o congelamento constitui um método com grande potencial por controlar ambos os tipos de deterioração: fisiológica e microbiológica.

Para o processamento das raízes de mandioca, inicialmente as raízes são selecionadas, descartando-se aquelas que apresentam injúrias. A seguir, elas são lavadas em água corrente, descascadas manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável e lavadas novamente. Posteriormente, as raízes devem ser cortadas em pedaços de cerca de 6 cm de comprimento, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L durante 10 minutos, enxágue em solução de hipoclorito de sódio a 5 mg/L, acondicionadas em sacos de polietileno com capacidade de 1 kg de raízes e armazenadas sob congelamento a -18 °C. Durante toda a comercialização, a cadeia de frio deve ser mantida, ou seja, as embalagens devem ser mantidas a -18 °C (CARVALHO et al., 2011).

Segundo Carvalho et al. (2011), os resultados da caracterização físico-química e sensorial obtidos sugerem que o congelamento de raízes de mandioca pré-processadas acondicionadas em sacos plásticos é um método eficaz para retardar o surgimento de modificações e deteriorações, sendo possível prolongar sua vida útil por até 150 dias.

DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS À BASE DE FARINHA DE TAPIOCA

Como alternativa para as pessoas que procuram opções para uma alimentação saudável, as barras de cereais foram lançadas no mercado. Elas foram introduzidas no Brasil há cerca de uma década, direcionadas inicialmente aos adeptos de esportes, e com o passar do tempo foram aumentando o seu público, conquistando até executivos (FREITAS; MORETTI, 2006). Elas são populares como alimentos portáteis e podem ser consumidas entre as refeições ou junto com o almoço ou jantar (PALLAVI et al., 2013). Representam um alimento nutritivo com vários ingredientes, incluindo cereais, frutas, castanhas e açúcar (LOBATO et al., 2012).

O processamento das barras ocorre em duas fases: fase sólida, compactação de grãos (cereais), castanhas e frutas secas em uma variedade de combinações; fase contínua, quando ocorre a adição de substâncias vinculativas, tais como: mel, melaços, açúcar mascavo, sacarose, xarope de glucose, açúcar invertido, lecitina de soja, glicerina, pectina cítrica, óleos, gordura vegetal e outros (MENDES et al., 2013).

Tabela 1. Formulação de barra de cereal sabor cupuaçu.

Ingrediente	Formulação (g/100 g)
Ingredientes secos	
Farinha de tapioca	20
Aveia em flocos	14
Quinoa em grãos	6
Castanha-do-brasil	10
Xarope de aglutinação	
Polpa de cupuaçu	15
Açúcar refinado	11
Gordura de palma	1,5
Maltodextrina	7
Glicerina	2,5
Xarope de glicose	12
Lecitina de soja	1

Para a formulação da barra de cereal à base de farinha de tapioca, são utilizados os seguintes ingredientes: farinha de tapioca, aveia em flocos, quinoa, castanha-do-brasil, polpa de cupuaçu, açúcar refinado, gordura de palma, maltodextrina, glicerina, xarope de glicose e lecitina de soja.

Para o processamento da barra de cereais à base de farinha de tapioca, todos os ingredientes são pesados em balança. A seguir, o xarope de aglutinação é preparado em recipiente de aço inoxidável, onde os ingredientes são aquecidos sob agitação, com acompanhamento do teor de sólidos solúveis totais em refratômetro, até a obtenção de um xarope de 85 °Brix a 89 °Brix. Os ingredientes secos são misturados ao xarope de aglutinação à temperatura em torno de 95 °C, seguida de enformagem e prensagem, para a obtenção de formato. Após resfriamento, as barras de cereais são desenformadas e cortadas em tamanhos retangulares, de peso constante de 25 g cada unidade. A seguir, as barras de cereais são acondicionadas individualmente em embalagens de filme flexível (PET/PEBD/AL/PEBD) e conduzidas para a comercialização.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação de produtos agrícolas em produtos processados com alto valor agregado é desejável. O processamento, além de outras vantagens, pode proporcionar maior aproveitamento e extensão da vida de prateleira de produtos considerados perecíveis, como é o caso da raiz de mandioca. Além disso, o desenvolvimento de novos produtos ou mesmo aperfeiçoamento de processos já existentes a partir da raiz da mandioca é importante, pois colabora para maior agregação de valor à raiz, geração de renda para os produtores rurais, novas oportunidades para as agroindústrias regionais por meio da oferta de novos produtos com qualidade e alto valor agregado, incrementando a dieta regional e incentivando desde a agricultura familiar até a agroindústria estabelecida.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manolo, 2003. 135 p.
- ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. logurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2004.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; MATSUURA, F. C. A. U. Elaboração de pellets de farinha de raspa de mandioca por extrusão termoplástica (escala piloto e industrial). **Alimentaria**, v. 37, n. 309, p. 101-106, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/planos%20e%20programas/projecoes_web1.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2011.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, R. V.; ASCHERI, J. L. R.; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, set./out. 2002.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASCHERI, J. L. R. Produção de snacks de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 277-284, 2009.

CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; FERREIRA, T. F. Obtenção e avaliação físico-química e sensorial de "chips" de mandioca submetidos a pré-tratamentos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 182-187, 2010.

CARVALHO, A. V.; ABREU, L. F. **Processo agroindustrial**: elaboração de *chips* de macaxeira. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 222).

CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; SOUZA, T. C. L.; FERREIRA, T. F.; ABREU, L. F. Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 223-228, 2011.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 577-620. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

COSTA, E. L. **Efeito do processamento térmico e enzimático na obtenção de hidrolisados do isolado protéico do soro de leite com atividade anti-hipertensiva**. 2004. 100 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DANDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and Cereal Products**: Chemistry and Technology. Maryland: Aspen Publishers, 2001. 428 p.

FAO. **FAOSTAT**. 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 11 dez. 2011.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 251-255, maio/ago. 2003.

FREITAS, G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2006.

GOIA, C. H. **Processamento, caracterização e estabilidade da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H. B. K.)**. 1992. 71 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

GRIZZOTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de "chips" de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 79-86, dez. 2003. Supl.

GRIZZOTO, R. K.; MENEZES, H. C. Efeito da fermentação na qualidade de "chips" de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 170-177, abr./jun. 2004.

GUY, R. **Extrusión de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 208 p.



IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**: SIDRA. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 out. 2014.

LOBATO, L. P.; PEREIRA, A. E. I. C.; LAZARETTI, M. M.; BARBOSA, D. S.; CARREIRA, C. M.; MANDARINO, J. M. G. M.; GROSSMANN, M. V. E. Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidemia. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 49-58, 2012.

McINTOSH, G. H.; ROYLE, P. J.; LEU, R. K. L.; REGESTER, G. O.; JOHNSON, M. A.; GRINSTED, R. L.; KENWARD, R. S.; SMITHERS, G. W. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, v. 8, n. 5-6, p. 425-434, 1998.

MENDES, N. S. R.; GOMES-RUFFI, C. R.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S.; MELO, A. A. M.; SILVA, F. A.; DAMIANI, C. Oxidative stability of cereal bars made with fruit peels and baru nuts packaged in different types of packaging. **Brazilian Journal of Food Science and Technology**, v. 33, n. 4, p. 730-736, 2013.

MORENO, Y. M. F. **Influência das proteínas de soro de leite bovino no estado nutricional, composição corporal e sistema imune em corte de crianças com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS)**. 2002. 105 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PALLAVI, B. V.; CHETANA, R.; RAVI, R.; REDDY, R. Y. Moisture sorption curves of fruit and nut cereal bar prepared with sugar and sugar substitutes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 1-7, Aug. 2013.

ROGÉRIO, W. F.; LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A. Produção e caracterização de salgadinhos fritos de tuberosas tropicais. **Raízes e Amidos Tropicais**, v. 1, p. 76-85, out. 2005.

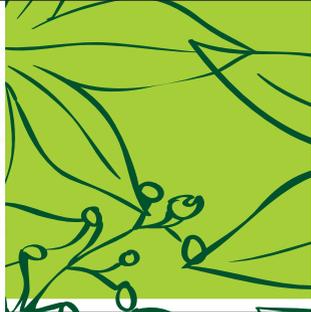
SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; CARVALHO, A. V.; SIMÕES, M. G. Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 260-266, 2011.

SWAISGOOD, H. E. Characteristics of milk. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food Chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 841-878.

YUYAMA, L. K. O.; FÁVARO, R. M. D.; YUYAMA, K.; VANNUCCHI, H. Bioavailability of vitamin A from peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and mango (*Mangifera indica* L.) in rats. **Nutrition Research**, v. 11, p. 1167-1175, 1991.

YUYAMA, L. K. O.; COZZOLINO, S. M. F. Efeito da suplementação com pupunha como fonte de vitamina A em dieta: estudo em ratos. **Revista de Saúde Pública**, v. 30, n. 1, p. 61-66, 1996.





Esta publicação apresenta um conjunto de informações agrônômicas e econômicas sobre o cultivo da mandioca e seu processamento, cujas atividades são representativas dos atores pertencentes à cadeia produtiva na região amazônica.

Os 14 capítulos abordam temas relevantes que vão desde a escolha da área para o plantio da mandioca até a agroindustrialização de produtos, incluindo a economia da produção de mandioca no mundo, no Brasil e na Amazônia. Também se destacam os artigos relacionados ao cultivo em diferentes níveis tecnológicos e aos aspectos técnicos e financeiros da cultura da mandioca e de agroindústrias processadoras de farinha de mesa e de farinha de tapioca.

Trata-se de um excelente compêndio para consulta de alunos, professores, pesquisadores, empresários e formuladores de políticas públicas interessados no desenvolvimento da cadeia produtiva da mandioca na Amazônia.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 12841