



FISIOLOGIA DE CULTIVOS: CAFEEIRO



Paulo Roberto de Camargo e Castro
Professor Titular - ESALQ/USP

PROPAGAÇÃO DE MUDAS

- Cafeeiro arábica, por ser alógamo, propagação por sementes;
- Semente de boa qualidade é fator condicionante da produtividade;
- Boas sementes devem originar de ótimas matrizes com alto nível de granação;
- Semeadura de abril a julho, período de colheita;
- Mudanças preparadas em saquinhos ou tubetes, estando prontas para plantio com 5 a 6 pares de folhas.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

EMBRIÃO

DA SEMENTE DE CAFÉ



FRUTO DE CAFÉ



COTILEDONES

EIXO
EMBRIÃO

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

- Sementes perdem viabilidade em pouco tempo sob condições ambientais;
- Poder germinativo menor que 60% em 5 meses e quase zero após 10 a 12 meses;
- Germinação superior a 90% após coleta (endocarpo, pergaminho e embrião superficial);
- Germinação epígea, emergência 4 a 5 semanas após a sementeira.



a

b

**Sementes de café com endocarpo (pergamimho) (a)
e sem (b)**

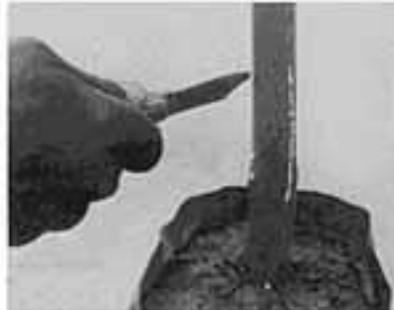
ENXERTIA DO CAFEIRO

- Pode ser utilizada para melhorar a produção e a qualidade do café.
- Mudanças enxertadas são usadas em áreas com problemas de nematoides, quando variedades tolerantes de *Coffea canephora* são utilizadas como porta-enxertos.
- A enxertia é por garfagem, em mudas no estágio de “palito de fósforo” e “orelha de onça”.

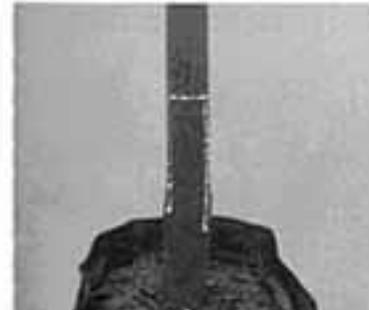
ENXERTIA DO CAFEIEIRO



1 Preparação da borbulha para enxertia



2 Abertura da janela no porta-enxerto



3 Incisão no porta-enxerto
Escorrimento de látex



4 Descolamento da lingüeta do
porta-enxerto



5 Corte da lingüeta



6 Janela do porta-enxerto
completamente livre



7 Colocação da borbulha no local de
enxerto



8 Amarração do enxerto com
fita plástica transparente



9 Enxerto concluído

ESTAQUIA DO CAFFEIRO

- Utilizada no cafeeiro conilon, por ser uma planta alógama.
- Enraizamento em viveiros com utilização de microaspersão.
- Enraizamento de estacas: Tratamento rápido com ácido indolbutírico em talco 5000 mg L⁻¹, cultivar Mundo Novo.



ESTIMULANTES

- Aceleração do crescimento de mudas: Pulverizações mensais com giberelina 100 mg L^{-1} , sob condições inverniais. Repouso de gemas dormentes: Pode ser quebrado com aplicações de giberelina de 100 a 500 mg L^{-1} .
- Aldicarb em cafeeiro 'Mundo Novo': Incrementou os teores de fósforo, potássio e nitrogênio nas folhas durante dois anos.
- Inseticidas sistêmicos: Aldicarb (20 g/cova) e Actara (800 g ha^{-1}) possuem também efeito significativo na produção de café por aumento na absorção de nutrientes e ação indireta na síntese de hormônios endógenos.

ACTARA 250 WG MUDAS/VIVEIRO

CAFÉ

Aplicação: 2º Par de Folhas - Catuaí 99



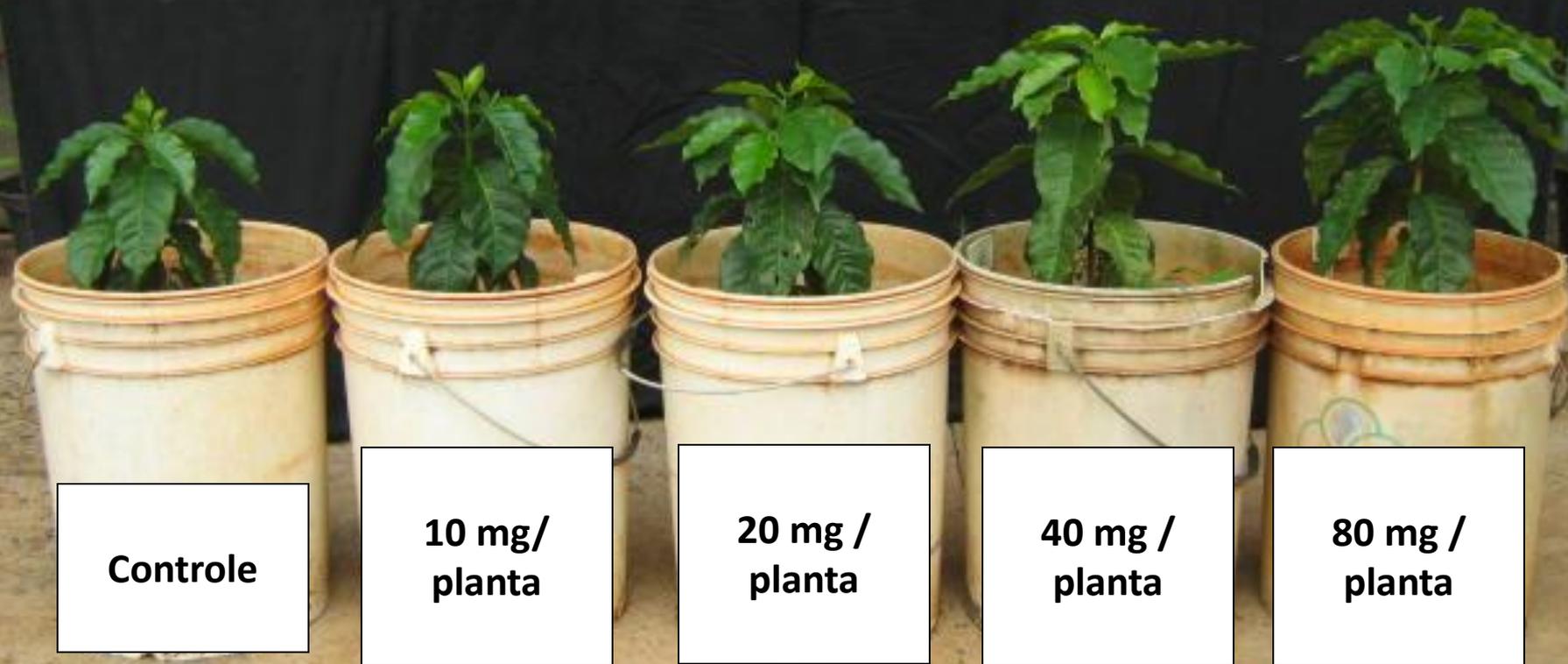
ACTARA 250 WG
60 G/100 L = 4 L /M2

ACTARA 250 WG
60 G/100 L = 4 L /M2

TEST.



FECHAMENTO MAIS
RÁPIDO DO CANTEIRO



Controle

**10 mg /
planta**

**20 mg /
planta**

**40 mg /
planta**

**80 mg /
planta**

FENOLOGIA DO CAFEIRO

- Maioria das plantas emite as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico. O cafeeiro arábica leva 2 anos para completar o ciclo fenológico.
- O ciclo fenológico, para as condições climáticas tropicais do Brasil, foi subdividido em seis fases distintas:
 - (1) vegetação e formação das gemas foliares;
 - (2) indução e maturação das gemas florais;
 - (3) florada;
 - (4) granação dos frutos;
 - (5) maturação dos frutos;
 - (6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

FENOLOGIA DO CAFEIEIRO





0 - Gema dormente



1 - Gema entumescida



2 - Abotoado



3 - Florada



4 - Pós-florada



5 - Chumbinho



6 - Expansão dos frutos



7 - Grão verde



8 - Verde cana



9 - Cereja



10 - Passa



11 - Seco

FENOLOGIA DO CAFEIRO

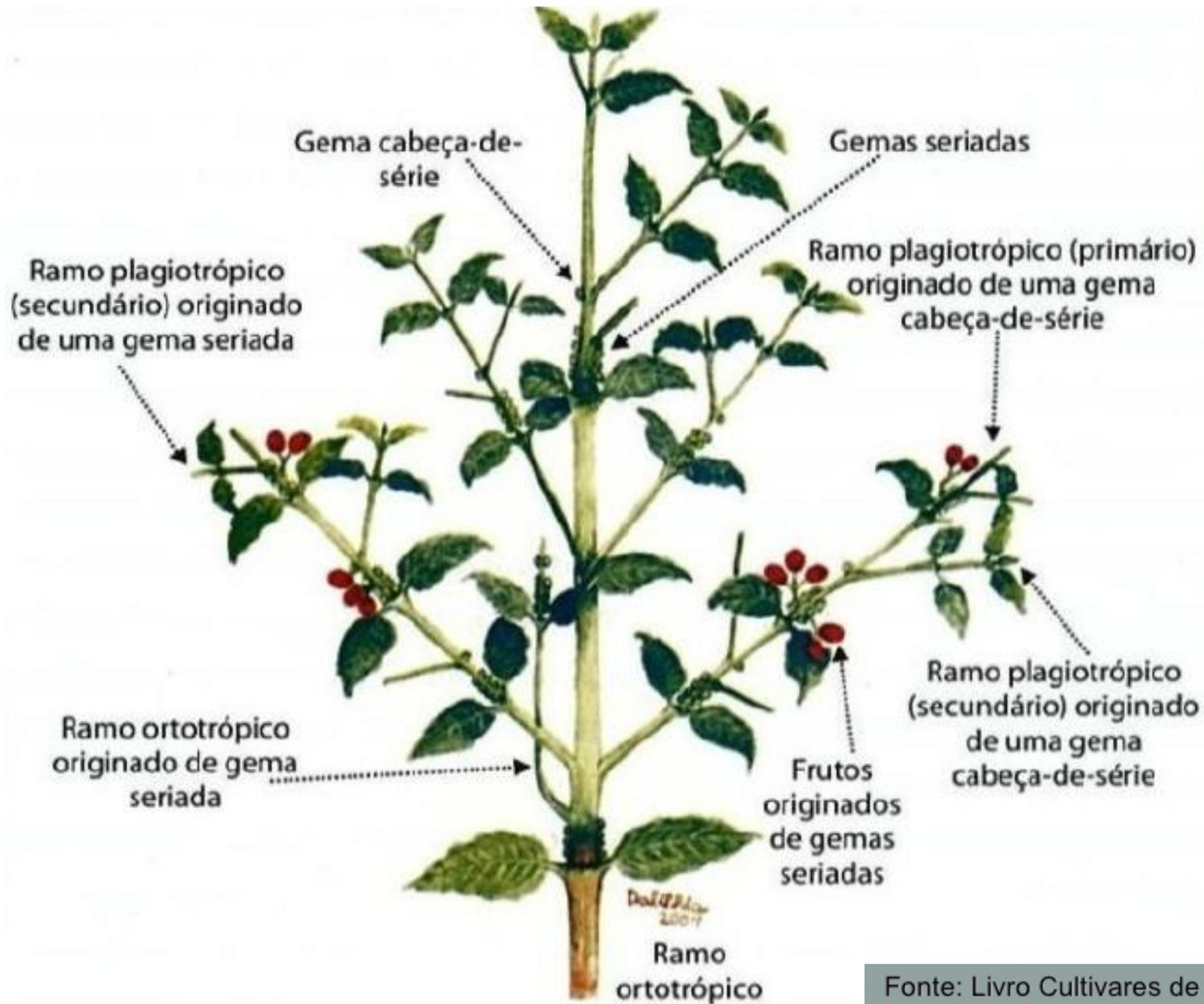
DESENVOLVIMENTO DE RAÍZES

- O sistema radicular do cafeeiro é do tipo pivotante. Este se caracteriza por raiz principal (em média de 35-45 cm), raízes axiais (de 3-8 cm) e raízes laterais (paralelas à superfície do solo, que originam as raízes absorventes);
- De maneira geral 90% das raízes absorventes está nos 30 cm superficiais do solo;
- Em ensaio com cafeeiros jovens, cultivados em soluções nutritivas, verificou-se que temperaturas entre 24-27 °C nas raízes, são as melhores para o cafeeiro.



DESENVOLVIMENTO AÉREO

- O cafeeiro, é um arbusto de crescimento contínuo que apresenta dimorfismo nos ramos, caracterizado pela presença de ramos ortotrópicos, que crescem verticalmente, os quais dão origem aos ramos plagiotrópicos, com crescimento lateral e numa inclinação que varia entre 45 e 90°, em relação ao eixo principal, sendo estes os responsáveis pela produção econômica da planta.
- Na axila de cada folha dos ramos plagiotrópicos são formadas as gemas florais, denominadas gemas seriadas.



DESENVOLVIMENTO FOLIAR

- A formação das folhas está associada com o crescimento do caule, especialmente dos ramos laterais, tendo-se em vista que os primórdios foliares resultam diretamente da atividade da gema apical.
- O crescimento relevante é aquele comprometido com a formação de nós e não com a extensão dos entrenós, embora os dois processos estejam de algum modo relacionados.
- O cafeeiro é uma planta perene de crescimento mais ou menos contínuo, que normalmente não perde todas as folhas em uma época do ano.
- Folhas individuais vivem de alguns meses a mais de um ano. A perda de folha se intensifica na época seca.

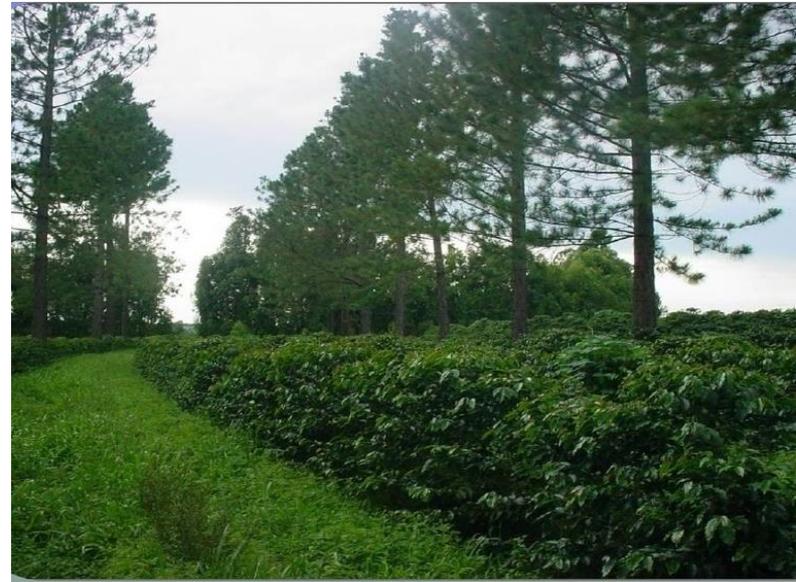


FATORES ECOLÓGICOS

- **Temperatura:** a mais favorável à germinação é de 30 °C. Plântulas de cafeeiro crescem melhor quando submetidas a temperatura de 30 °C durante o dia e 23 °C durante a noite. Quando surgem os primeiros ramos a temperatura ótima decresce para 26 °C durante o dia e 20 °C durante a noite. Após o primeiro ano de vida as temperaturas de 23 e 17 °C, diurna e noturna, respectivamente, são as mais adequadas para o desenvolvimento da fase adulta.
- **Água:** o cafeeiro pode suportar deficiência hídrica de até 150 mm, principalmente quando não se estende até a floração, se o solo tiver boa capacidade de retenção de água na zona radicular, o cafeeiro vegeta e produz até o limite de 200 mm de déficit hídrico.

FATORES ECOLÓGICOS

- **Luminosidade:** No cafeeiro a intensidade luminosa é que possui maior influência sobre o comportamento das plantas. O sombreamento pode alterar as condições do microclima, diminuindo a transpiração, assegurando maior umidade do ar e protegendo as plantas de ventos fortes.
- **Vento:** o vento frio quando forte e persistente prejudica bastante o cafeeiro. Seus efeitos podem ser simplesmente mecânicos, pelas reações fisiológicas prejudiciais ou pelas lesões, que facilitam a penetração de microrganismos. O vento frio e forte restringe a transpiração, mantendo a folhagem túrgida e rígida, provocando lesões e entrada de fungos e bactérias.



SOLOS E NUTRIÇÃO

- O cafeeiro tem grande adaptabilidade com relação aos solos para seu cultivo, sendo cultivado desde solo de baixa fertilidade do Cerrado Brasileiro, a solos vulcânicos, muito férteis, da América Central.
- O solo ideal para o cultivo do cafeeiro deve ser profundo, com pelo menos 1 m e ausência de pedras; sem compactação; bem drenado; de boa fertilidade; não devendo ser excessivamente arenoso.
- A nutrição mineral do cafeeiro vem sendo abordada em uma visão do equilíbrio nutricional, dos mecanismos de absorção dos nutrientes e de suas funções no metabolismo das plantas, fatores esses associados ao aumento de produtividade e qualidade.

SOLO ADEQUADO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAFEIEIRO

Características		
Profundidade (cm)	0-10	0-20
P ($\mu\text{g cm}^{-3}$) (resina)	30-40	15-20
S-SO ₄ ($\mu\text{g cm}^{-3}$)	10-15	15-20
K (% CTC)	3,5-4,5	3,0-3,5
Ca (% CTC)	45-55	35-45
Mg (% CTC)	10-15	10-15
V %	60-70	50-60
CTC	7-10	5-7
B (mg dm^{-3})	1,0-1,2	0,6-1,0
Cu**	2-3	1-2
Zn**	5-7	4-6

* HCl 0,05N. ** Duplo ácido.

RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PLANTIO

Fertilizante	Cova	Sulco
	40x40x40 cm	40x40x100 cm
P ₂ O ₅	80 g	200 g
K ₂ O	12 g	30 g
Calcário dolomítico ou	200 g	500 g
Calcário calcinado	100 g	250 g
B	0,20 g	0,50 g
Cu	0,20 g	0,50 g
Zn	1,00 g	2,50 g
Esterco de curral* ou	10 L	25 L
Esterco de galinha*	4 L	10 L
Palha de café*	2 L	5 L

* Adubos orgânicos devem ser fermentados previamente ou serem aplicados 30-45 dias antes do plantio.

NUTRIÇÃO MINERAL

- Na planta, a absorção de nitrogênio, potássio e cálcio crescem acentuadamente à medida que o cafeeiro se torna mais velho, não acompanhada nas mesmas proporções pelas absorções de fósforo e magnésio. Essas exigências duplicam quando a cultura inicia a fase de produção, extraindo grandes quantidades de N e K, em ordem decrescente, Ca, Mg, S e P. A partir do 5º ano os grãos de café respondem por aproximadamente 1/3 das exigências minerais do cafeeiro em produção.
- O cafeeiro é altamente exigente em N, sendo este um dos elementos exigidos em maior proporção juntamente com o K. a nutrição nitrogenada adequada é evidenciada pelo desenvolvimento rápido, aumento de ramos frutíferos e formação de folhas verdes e brilhantes.

NUTRIÇÃO MINERAL

- O potássio é para o cafeeiro, o 2º nutriente mais importante depois do N. As quantidades de K nas partes vegetativas da planta são suficientes para mostrar que este nutriente desempenha um papel importante na adubação dessa cultura.
- Em termos quantitativos, o fósforo é um macronutriente menos exigido pelo cafeeiro para seu crescimento vegetativo e produção. No plantio e período de formação do cafezal, é comum aplicarem-se formulações relativamente ricas em P e quando a planta inicia o ciclo produtivo baixa-se a proporção do P nas misturas, em que o N e o K passam a predominar.

NUTRIÇÃO MINERAL

- O cálcio é o terceiro nutriente mais exigido pelo cafeeiro. As quantidades de Ca nas raízes, caules e ramos do cafeeiro são da mesma ordem de grandeza que as de K. Há uma grande necessidade desse elemento para o crescimento das raízes.
- O cafeeiro cresce acentuadamente entre 1,5 – 2,5 anos de idade, quando passa então a vegetar e produzir; considera-se que até os 7,5 anos de idade as exigências minerais são crescentes. Assim, a recomendação de adubação do cafeeiro deve ser adequada à produção estimada.
- O boro, juntamente com o zinco, são os micronutrientes que apresentam maiores problemas de deficiência no cafeeiro.

NUTRIÇÃO MINERAL

- Para manutenção da produtividade do cafeeiro devemos supri-lo com quantidades adequadas e equilibradas de macro e micronutrientes. Isto porque esse processo obedece a lei de Shelford, isto é tanto a falta como o excesso desses nutrientes promoverá, respectivamente, sintomas de deficiência ou de toxidez limitando a produtividade.
- A análise de precisão do solo no que se refere aos nutrientes essenciais é fundamental, assim como a análise foliar para detectarmos tendências para a falta ou excesso dos nutrientes.
- O equilíbrio do CTC e a água aplicada no cafezal devem ser monitorados para o sucesso da produção da cultura. Além disso a utilização de um agente anti-estressante poderá proteger o cultivo de estresses abióticos e bióticos.

RELAÇÕES HÍDRICAS

- A exigência do cafeeiro em disponibilidade hídrica é bastante variável, de acordo com a espécie e as fases do ciclo da planta. No período de vegetação e frutificação (outubro – maio) a planta precisa de bastante umidade no solo. Na fase de colheita e repouso (junho – setembro) é baixa a necessidade de água.
- A transpiração do cafeeiro medida durante um ano inteiro, teve como valor médio $6,29 \text{ g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, sendo que a quantidade transpirada foi 7273 litros de água por planta por ano, considerando-se o espaçamento de $3,5 \times 3,5 \text{ m}$ essa quantidade correspondeu a 593 mm de chuva.

RELAÇÕES HÍDRICAS E FOTOSSÍNTESE

- O choque hídrico causado por chuva ou irrigação é o principal fator para desencadear a florada. Acentuado aumento na umidade relativa do ar, também poderá provocar o florescimento do cafeeiro.
- Quanto ao mecanismo fotossintético, considera-se que a planta de cafeeiro se classifica como C3. Foram feitas estimativas da taxa fotossintética do cafeeiro e os valores variaram desde 0,7 mg de CO₂ dm⁻² h⁻¹, em condições de campo, até 16,0 sob condições controladas. As taxas de fixação de CO₂ são variáveis entre os diversos materiais genéticos, sendo maiores em *C. arabica* do que em *C. canephora*.

FOTOPERÍODO

- O cafeeiro arábica é uma planta de dia curto, com fotoperíodo crítico situado entre 13 e 14 h; somente produzindo gemas florais quando os dias não excederem 13 horas de luz.
- O ciclo bienal de produção do cafeeiro, pode ser parcialmente explicado pela baixa diferenciação de gemas florais que ocorre em anos de grande produção, provocada pela alta demanda que exerce a frutificação em desenvolvimento, sobre os nutrientes orgânicos e minerais. Deve ser considerado também o efeito de um balanço hormonal desfavorável à diferenciação das gemas florais promovido pela presença de grande quantidade de frutos.

FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO

- A maturação das anteras pode coincidir com a antese ou verificar-se alguns dias antes. A polinização realiza-se antes da flor se abrir completamente, assegurando um elevado grau de autofecundação, acima de 94%, desde que *C. arabica* é uma espécie auto-fértil; em *C. canephora*, que apresenta auto-incompatibilidade, a polinização ocorre após a abertura completa das flores, sendo os grãos de pólen transportados pelo vento ou insetos.
- O desenvolvimento do botão floral até a antese depende do número médio de folhas por nó, do número total de folhas presentes em cada ramo e do teor de amido nos ramos. A presença de folhas no nó floral é essencial para o desenvolvimento dos botões, sendo que uma área de aproximadamente 4,7 cm² de folhas é necessária para abertura de uma flor.

FLORESCIMENTO DO CAFEIEIRO



FRUTIFICAÇÃO E MATURAÇÃO

- O crescimento do fruto de café compreende 5 fases: (1) período sem crescimento visível – fase “chumbinho”; (2) fase de expansão rápida, ao fim da qual o endocarpo endurece (pergaminho); (3) formação do endosperma, que ocorre durante a parte final da fase de expansão (endosperma leitoso); (4) endurecimento do endosperma, que continua até antes da maturação (granação); (5) maturação (cereja).
- Na maturação, além da mudança visível de cor que passa de verde a vermelho ou amarelo, conforme o cultivar, outras modificações ocorrem. O pericarpo aumenta de volume e o endosperma torna-se mais denso pela deposição de matéria seca, pelo que o fruto aumenta de tamanho e peso. A taxa de respiração eleva-se nesse período. Os teores de nitrogênio total e proteínas insolúveis tendem a aumentar, enquanto as proteínas solúveis e aminoácidos permanecem constantes.

FORMAÇÃO DOS GRÃOS DE CAFÉ



BIORREGULADORES

- Manutenção da copa: compacta e após poda, pulverização com chlormequat (Tuval) 1500 mg L^{-1} para evitar auto-sombreamento.
- Aplicação de 2,4 – D (auxina) 5 mg L^{-1} : aumenta a fixação de folhas e frutos em cafeeiro.
- Redução da colheita precoce e aumento da tardia: três a oito pulverizações com giberelina 100 mg L^{-1} alteram o padrão produtivo do cafeeiro.
- Maturador: ethephon 600 mg L^{-1} em cafeeiro aberto, 10% de frutos cereja, demais frutos desenvolvidos, maturação homogênea e colheita uniforme.

ADAPTAÇÃO AO AMBIENTE

- Os parâmetros adotados nos mapeamentos da aptidão climática baseam-se em levantamentos dos fatores encontrados nas áreas de origem da espécie considerada e nas regiões onde a cultura é implantada com sucesso.
- Para o cafeeiro arábica as regiões com temperaturas entre 18-22°C, são consideradas aptas. O cafeeiro robusta encontra-se adaptado a médias anuais entre 22-26°C.
- O cafeeiro cresce sob ampla faixa de precipitação, desde 800 mm, até 4000 mm; sendo que regiões com precipitação anual entre 1200 a 1800 mm são consideradas aptas para o cafeeiro arábica. Regiões mais secas e frias, no período da colheita, produzem café de melhor qualidade.
- Os limites de altitude para as principais regiões cafeeiras situam-se entre 400 e 1200 m.

ESTRATÉGIAS DE PRODUTIVIDADE

- Um melhor estudo dos materiais genéticos nas diversas regiões produtoras, assim como sua adaptabilidade, poderiam auxiliar no aumento de produção. O adensamento poderia ser realizado mediante estudos para reduzir o estresse por planta, aumentando a produção por área, sendo imprescindível uma adubação balanceada adequada ao manejo adotado.
- O conhecimento dos princípios fisiológicos obtidos através da pesquisa e sua aplicação na cultura do cafeeiro tem contribuído para o aumento nos índices de produção, além de estudos envolvendo processos como transpiração, crescimento, fotossíntese e balanço de água na planta, são relevantes também estudos relacionados a nutrição mineral e com fatores responsáveis pela floração e frutificação. Os níveis de sombreamento em algumas regiões pode reduzir a variabilidade de colheita, aumentando a estabilidade do sistema.



OBRIGADO

prcastro@usp.br