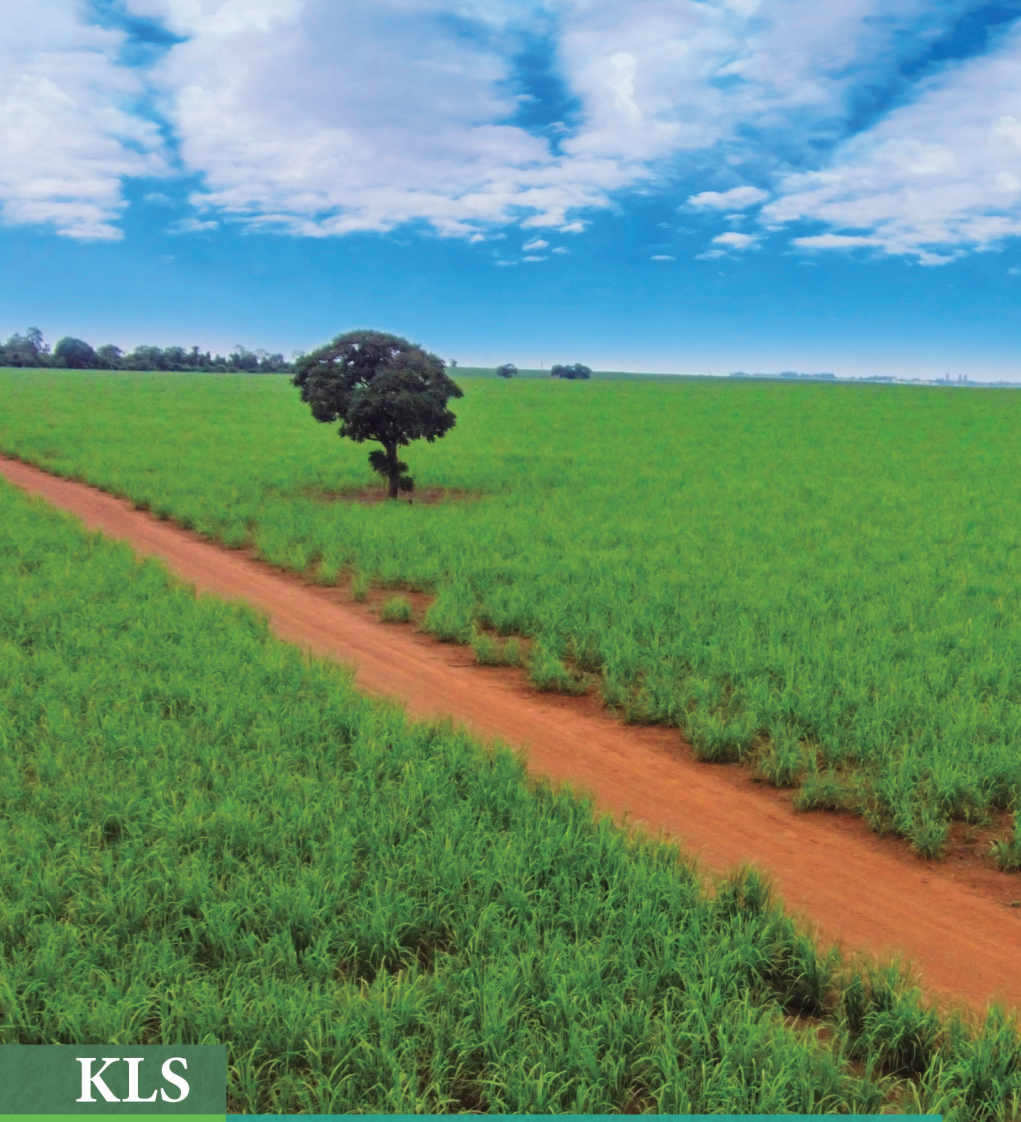


KLS

Fitotecnia: Cana-de-Açúcar e Café

Fitotecnia: Cana-de-Açúcar e Café

Bruno Oliveira Soares

© 2019 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Danielly Nunes Andrade Noé
Grasiele Aparecida Lourenço
Isabel Cristina Chagas Barbin
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica
Cristiano de Almeida Bredda
Isabella Alice Gotti

Editorial
Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)
Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Soares, Bruno Oliveira
S676f Fitotecnia: cana-de-açúcar e café / Bruno Oliveira Soares. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.
184 p.

ISBN 978-85-522-1399-4

1. Cultivo agrícola. 2. Manejo. 3. Canavial. 4. Cafeicultura. I. Soares, Bruno Oliveira. II. Título.

CDD 580

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2019
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 — Londrina — PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: http://www.kroton.com.br/

Sumário

Unidade 1

Introdução ao estudo da cultura da cana-de-açúcar 7

Seção 1.1

A cultura da cana-de-açúcar: importância, a indústria sucroenergética e questões socioambientais 9

Seção 1.2

Morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar 21

Seção 1.3

Fatores climáticos envolvidos no cultivo da cana-de-açúcar 34

Unidade 2

Aspectos de manejo, cultivo e colheita da cultura da cana-de-açúcar 47

Seção 2.1

Plantio da cana-de-açúcar 48

Seção 2.2

Tratos culturais da cana-de-açúcar 62

Seção 2.3

Inibição de florescimento, maturação e colheita da cana-de-açúcar 77

Unidade 3

Introdução ao estudo da cultura do café 93

Seção 3.1

Café: origem, importância, comercialização e questões socioambientais 95

Seção 3.2

Morfologia e fisiologia do café 109

Seção 3.3

Fatores climáticos envolvidos no cultivo do café 122

Unidade 4

Aspectos de manejo, cultivo e colheita da cultura do café 137

Seção 4.1

Plantio do café 139

Seção 4.2

Tratos culturais do café 150

Seção 4.3

Seleção de grãos e colheita 164

Palavras do autor

Seja bem-vindo, aluno! Desde o início da sua formação até agora, você vem passando por uma série de disciplinas destinadas a apresentar-lhe conhecimentos básicos que o embasarão a compreender os fatores relacionados ao plantio, manejo e colheita de diferentes espécies vegetais destinadas às atividades humanas.

Chegou a hora de aplicarmos estes conhecimentos. Nesta obra serão discutidos mais a fundo duas importantes culturas para o agronegócio brasileiro, primeiramente a cana-de-açúcar que em 1516 foi trazida para o Brasil com o intuito de montar um engenho para a produção de açúcar ainda na época do Brasil Colônia, até chegar aos dias atuais como a produção de álcool para combustível, do açúcar destinado as mais diferentes atividades e da energia, produzida por meio da queima do bagaço resultante dos processos anteriores. Posteriormente, estudaremos a cafeicultura, que veio para o Brasil por meio de algumas mudas trazidas por Francisco de Mello Palheta em 1727, e permite que desde 1779 nosso país realize a exportação de café além de atender o mercado nacional.

Como você pode perceber, estudaremos duas culturas com intensos aspectos históricos e econômicos que deverão fazer parte do seu conhecimento profissional, uma vez que o agronegócio que envolve estas culturas movimenta anualmente bilhões de reais no Brasil.

Para isso, este livro foi estruturado em quatro unidades. Na primeira unidade, serão estudados princípios básicos como importância, biologia e fatores climáticos relacionados à espécie. A segunda unidade tem por objetivo munir o estudante de ferramentas e conhecimentos relacionados aos tratos culturais específicos da lavoura canavieira de forma a auxiliá-lo a tomar as decisões adequadas em situações de produção e campo.

As terceira e quarta unidades vêm atender a abordagem relacionada à lavoura cafeeira, trazendo uma lógica muito similar às duas unidades anteriores, uma vez que na terceira unidade abordaremos conhecimentos destinados à descrição da planta e sua relação com o ambiente. Na quarta unidade, abordaremos as ações fitotécnicas específicas para o manejo da cultura.

As informação e dicas apresentadas neste material, aliadas ao seu esforço e dedicação permitirão a construção de um alicerce sólido para a formação de um profissional capaz de enfrentar as diferentes situações do dia a dia de uma empresa rural que tem como objetivo de trabalho o cultivo de cana-de--açúcar ou café.

Então, vamos ao estudo?

Unidade 1

Introdução ao estudo da cultura da cana-de-açúcar

Convite ao estudo

Caro aluno, convidamos você a iniciar a disciplina *Fitotecnia: cana-de-açúcar e café*. Neste momento vamos abordar a cultura da cana-de-açúcar desde seus aspectos históricos até o planejamento da área de plantio, prevendo a renovação da lavoura dentro de um ciclo produtivo no qual à medida que as colheitas são feitas, a produtividade decresce naturalmente.

A primeira função de um gerente agrícola de uma usina que se caracteriza por fomentar a atividade é dar a garantia do fornecimento da matéria-prima para a indústria, o que envolve, no caso da lavoura canavieira, o fornecimento de cana-de-açúcar ao longo de todo o período da safra, de modo a atender as necessidades da usina produtora tanto de açúcar quanto de álcool.

Assim, iremos perceber a importância de conhecer as diversas variedades de cana-de-açúcar, as possibilidades de utilizá-las em função de ciclos de vida precoce, médio e tardio, ou ainda, como escolher as variedades que atendam a ambientes com diferentes características relacionadas à fertilidade e à tolerância à seca ou encharcamento. Dessa forma deve-se iniciar um planejamento varietal que atenda às necessidades biológicas da cana-de-açúcar visando ao plantio de um campo de produção estruturado e planejado. O conhecimento da variedade, a fisiologia, seus aspectos morfológicos e as diferentes fases do cultivo da cana-de-açúcar serão de fundamental importância para entender que essa lavoura deve ser colhida de forma escalonada, uma vez que a usina deve funcionar o maior número possível de meses ao longo do ano.

Além de tudo saberemos da grande necessidade hídrica da cultura e seu impacto, tanto ambiental quanto nos custos de produção. Dentro desse contexto o conhecimento dos fatores climáticos, além de fornecerem subsídios para a escolha das variedades a serem utilizadas no plantio, são de extrema importância para definir a necessidade ou não da implantação de algum sistema de irrigação.

Uma usina sucroalcooleira, situada na cidade de Ribeirão Preto (SP), está abrindo sua segunda unidade com capacidade de moagem de 1.500.000 de

toneladas ano e capacidade diária de 10.000 toneladas de cana-de-açúcar acaba de contratá-lo para a implantação do canavial que precisa atender esta planta industrial. A usina dispõe de toda a área para realizar o plantio, e neste momento está catalogando os ambientes de produção que irá utilizar. Neste caso, vários fatores devem ser considerados por você, gerente, para realizar a implantação da lavoura. Seu principal desafio é analisar quais são as necessidades biológicas da cana-de-açúcar para seu cultivo. Dentre elas, podemos citar a análise das condições edafoclimáticas da região, das condições físicas e nutricionais do solo, do sistema e plantio, dos tratos culturais e da colheita.

Além disso, há a possibilidade desta usina fazer um contrato de parceria com produtores vizinhos arrendando suas terras ou comprado sua produção, e você, agrônomo responsável pela implantação deverá dar suporte a estes produtores.

E se o produtor te perguntar quais são as necessidades biológicas da cana-de-açúcar para seu cultivo, você sabe respondê-lo? Vamos ao trabalho.

Seção 1.1

A cultura da cana-de-açúcar: importância, a indústria sucroenergética e questões socioambientais

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta primeira parte do material conheceremos mais sobre o planejamento e implantação de um canavial, abordando a primeira função de um gerente agrícola de uma usina que se caracteriza por fomentar a atividade, e isto nada mais é do que dar a garantia do fornecimento da matéria-prima para a indústria, o que envolve no caso da lavoura canavieira o fornecimento de cana-de-açúcar ao longo de todo o período da safra de modo a atender as necessidades da usina produtora tanto de açúcar quanto de álcool.

Para colocar em prática os seus conhecimentos analise a seguinte situação. Uma usina sucroalcooleira acaba de contratá-lo pois precisa atender sua planta industrial. Nesse caso, vários fatores devem ser considerados por você, gerente, para realizar a implantação da lavoura.

Sabe-se que a usina atua com capacidade produtiva máxima e que a sua chegada deve manter o padrão produtivo da usina e racionalizar o uso de sua área. Assim, como primeira etapa do seu trabalho, você decidiu que deveria verificar se a área de plantio estava sendo bem utilizada e, pedindo um relatório sobre toda a área plantada, você recebeu a seguinte informação: para atender a demanda da usina, ela estava utilizando uma área total plantada de 25.000 ha. Essa área está dentro de um ótimo produtivo para a atender a usina? Quais os parâmetros que você, engenheiro agrônomo, teria para verificar essa produtividade sabendo que a usina trabalha como renovação total do canavial a partir do 6º corte?

São muitos os fatores a serem considerados não é mesmo? Nessa seção, você entenderá como o planejamento, a implantação e a escolha de variedades em função de um ambiente de produção são de extrema importância para definir a capacidade de fomentar uma usina canavieira.

Boa leitura e ótimos estudos!

Não pode faltar

A cana-de-açúcar foi descoberta pela primeira vez pelo homem ocidental em 327 a.C. por alguns generais de Alexandre, o Grande, e imediatamente

eles perceberam o potencial alimentar da planta. Rapidamente o seu cultivo se espalhou para o Egito, Chipre, Sicília e Espanha, sendo o açúcar consumido principalmente pelos nobres da Europa, onde foram encontradas anotações de quantidades de açúcar no testamento de reis e nobres (SHARPE, 1998).

Sua chegada ao Brasil ocorreu no ano de 1532, sendo oficialmente, atribuída a Martim Affonso de Souza que iniciou seu cultivo na Capitania de São Vicente. Lá, ele próprio construiu o primeiro engenho de açúcar. Mas foi no nordeste, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram. Devido às condições climáticas, em pouco tempo o Brasil se tornou o maior produtor e exportador de açúcar do mundo, pois no início a cana-de-açúcar era utilizada basicamente para a produção do açúcar e, em quantidades secundárias, a água ardente (CAVALCANTE, 2011).

Alguns acontecimentos foram bastante importantes para a indústria da cana-de-açúcar, como a Primeira Guerra Mundial, que dizimou as plantações de beterraba na Europa (principal concorrente da cana-de-açúcar para a produção do açúcar) e a criação do IAA (Instituto do Açúcar e do Álcool) durante o governo de Getúlio Vargas em 1933, estimulando a pesquisa e desenvolvimento de variedades de cana melhoradas contra doenças.

A crise do petróleo em 1973 estimulou o governo brasileiro a investir no desenvolvimento de tecnologias de motores que pudessem substituir a gasolina pelo álcool combustível para automóveis, com um programa denominado Proálcool. Este programa foi tão importante que ficou caracterizado como o maior programa de energia renovável já estabelecido em termos mundiais (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Alguns desafios que afetaram o setor sucroalcooleiro devem ser apresentados; dentre eles o desenvolvimento pelos Estados Unidos dos adoçantes sintéticos e do xarope de frutose, que atualmente ocupam 50% de um mercado que originariamente pertencia ao açúcar da cana-de-açúcar, além da tecnologia desenvolvida também nos EUA para a fabricação de álcool a partir de milho (LAWRANCE, 1993).

Apesar das dificuldades, da globalização e da rápida mudança de paradigmas a que está submetida, a indústria açucareira brasileira continua em expansão. Sua produção no final do milênio chegou a 300.000.000 de toneladas de cana moída/ano em pouco mais de 300 unidades produtoras, manufaturando 17 milhões de toneladas de açúcar e 13 bilhões de litros de álcool, enquanto os EUA produzem 7 bilhões de litros, sendo considerado o segundo maior produtor mundial de álcool (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Essa rápida introdução histórica teve por objetivo demonstrar a você, estudante, que mesmo sendo a cana-de-açúcar uma importante cultura no cenário econômico produtivo nacional, passou por momentos históricos de grande expansão bem como de retração, e é dentro dessas condições que uma atividade produtiva relacionada à implantação de uma lavoura deve ser estabelecida.

Pelos números observados no cenário brasileiro, com produção de 300.000.000 de toneladas de cana moída em pouco mais de 300 unidades produtoras, você tem condições de perceber que a atividade envolve grandes áreas produtoras.

Sobre a cultura da cana-de-açúcar, algumas informações básicas devem ser passadas nesse momento: seu ciclo produtivo de colheita dura aproximadamente um ano e uma lavoura de cana-de-açúcar passa por cinco a seis cortes antes de ser renovada (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010). Isso pode ser explicado pelo fato de que a cada corte executado na lavoura, a produtividade cai, por fatores ligados tanto à genética da planta como à **depauperação** provocada por fatores ambientes, pragas e doenças que serão discutidos em oportunidade futura.

Vocabulário

Depauperação: enfraquecimento, degradação, extenuação. Nesse sentido refere-se ao enfraquecimento da lavoura que ocorre naturalmente à medida que as colheitas vão acontecendo.

Fomento: estimular, ativar ou manter a ação, promover o desenvolvimento. No sentido do texto refere-se ao empenho do gerente de campo em manter a produção de matéria-prima para que a atividade da usina seja atendida.

A partir dessas informações vamos discutir agora sobre o planejamento da atividade canavieira relacionada à implantação e manutenção do canavial com o propósito de fomentar a usina para a qual a cana-de-açúcar está sendo destinada.

A lavoura canavieira é projetada para que cortes anuais sejam realizados a fim de promover a colheita da cana-de-açúcar e à medida que os cortes são feitos, por melhor que se cuide da lavoura, existe uma tendência natural de que a produtividade reduza ao longo do período.

Nesse contexto, o **fomento** agrícola nada mais é do que dar a garantia do fornecimento da matéria-prima para a indústria, o que envolve o fornecimento de cana-de-açúcar ao longo de todo o período da safra, de modo a

atender as necessidades da usina produtora tanto de açúcar quanto de álcool. Este conceito não se restringe somente à quantidade moída durante toda a safra, mas ao abastecimento hora a hora, englobando toda a capacidade logística do canavial.

Para atingir elevados índices de produtividade, quatro fatores devem ser levados em consideração:

1. Os fatores físicos que representam as condições edafoclimáticas de uma região.
2. Os fatores institucionais envolvendo as ações governamentais pela implantação de políticas agrícolas.
3. Os fatores relacionados ao incremento de produção, em que os principais atores são os órgãos de pesquisa e divulgação de tecnologias.
4. O sistema gerencial adotado que influi no desempenho estratégico e operacional de uma usina de açúcar ou álcool.

O planejamento agrícola está vinculado ao sistema gerencial adotado por cada usina e trabalha em função do seu planejamento industrial e como marco inicial para qualquer usina, seu ponto de partida passa pela previsão de moagem dos próximos três anos (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Para o planejamento agrícola, basicamente podemos destacar duas situações distintas: a primeira relacionada a um empreendimento que parte do zero, ou seja, da implantação de um canavial e, consequentemente, de uma usina em uma região onde não se plantava cana-de-açúcar anteriormente. Para esse planejamento, as principais fontes de informação para a decisão do plantio envolvem conhecimento de solo e clima a fim de tomar decisões de plantio. A segunda situação relaciona-se à renovação do canavial em uma unidade já implantada, e nesse caso a observação dos últimos cinco ou seis anos de produção, associados aos conhecimentos edafoclimáticos, auxiliarão na tomada de decisão sobre o planejamento.

Em ambos os casos, questões técnicas como disponibilidade de terra, potencial produtivo, oportunidades de mercado em relação à matéria-prima, arrendamento de terras, condições edafoclimáticas, topográficas e as condições viárias para escoamento de produção formam as variáveis que compõem a equação destinada a atender a demanda da unidade produtiva.

Assimile

O planejamento de produção envolve um pleno conhecimento sobre o ambiente, o planejamento de plantio e o planejamento varietal. Assim,

podemos definir o ambiente como sendo condições de solo, clima e histórico da área e todas as características que o gerente precisa para descrever o ambiente onde será realizado o plantio. A partir deste conhecimento, o planejamento de plantio, caracteriza-se pela disponibilização das áreas de plantio, tamanho, proximidade e escolha das variedades que deverão ser alocadas em cada área de plantio. A escolha das variedades que serão utilizadas, por sua vez, comporá o planejamento varietal destinado a este campo de produção.

A partir da análise de todos estes fatores, vamos observar o planejamento que foi desenvolvido para atender a uma usina que tem um canavial em equilíbrio organizado em áreas com talhões de mesmo tamanho e discriminadas por categorias de corte:

Tabela 1.1 | Sistema de produção de cana-de-açúcar em equilíbrio

Corte	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Produção (t)
Cana planta	-	3.150,00	-
1º Corte	120,00	2.700,00	324.000,00
2º Corte	100,00	3.150,00	315.000,00
3º Corte	92,00	3.150,00	289.800,00
4 º Corte	81,00	3.150,00	255.150,00
5 º Corte	73,00	3.150,00	229.950,00
Demais Cortes	66,00	1.575,00	103.950,00
Total		20.025,00	1.517.850,00

Fonte: adaptada de Santos, Borém e Caldas (2010, p. 11).

Exemplificando

Uma informação que deve ser extraída da Tabela 1.1 é que a área de cana-de-açúcar utilizada para a moagem de primeiro corte é inferior à área plantada. Por que isso acontece? O que foi feito desse material?

Toda lavoura canavieira, após o primeiro plantio da cana planta, deve reservar uma parte da sua produção para realizar a ampliação do canavial no momento de expansão de área ou renovação de lavoura em função de sua depauperação. A regra geral para utilização de cana no plantio está relacionada à retirada dos colmos que serão plantados da gleba onde será realizado o primeiro corte. A quantidade e capacidade de produção de mudas respeita a seguinte proporção: cada 1 ha de cana "muda" é capaz de plantar 7 ha de cana planta. No exemplo acima foram utilizados 450 ha, restando no campo 2700 ha que deverão ser utilizados na planta industrial de moagem.

Observe na Tabela 1.1 que o planejamento em questão atende a necessidade de uma usina projetada para moagem de 1.500.000 toneladas ano, mas como um profissional pode atuar para alcançar esses valores, pensando na implantação do canavial a partir do zero que deva atender a usina?

Um raciocínio recomendado para esta situação é a seguinte: a lavoura em formação deve se aproximar da capacidade de produção da usina a partir do terceiro corte, com áreas de produção superiores às áreas recomendadas para a estabilização do plantio, que serão reduzidas à medida que o projeto se desenvolva e novas áreas sejam plantadas. Observe as Tabelas 1.2 e 1.3 que trazem numericamente algumas possibilidades de plantio que visam atender a necessidade da usina.

Tabela 1.2 | Sistema de produção de cana-de-açúcar em áreas de produção em terceiro corte

Corte	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Produção (t)
Cana-planta	-	3.150,00	-
1º Corte	120,00	2.700,00	324.000,00
2º Corte	100,00	5.000,00	500.000,00
3º Corte	92,00	5.000,00	460.000,00
4 º Corte	81,00		-
5 º Corte	73,00		-
Demais Cortes	66,00		-
Total		20.025,00	1.284.000,00

Fonte: adaptada de Santos, Borém e Caldas (2010, p. 13).

Tabela 1.3 | Sistema de produção de cana-de-açúcar em áreas de produção em quarto corte

Corte	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Produção (t)
Cana-planta	-	3.150,00	-
1º Corte	120,00	2.700,00	324.000,00
2º Corte	100,00	3.150,00	315.000,00
3º Corte	92,00	5.000,00	460.000,00
4 º Corte	81,00	5.000,00	405.000,00
5 º Corte	73,00		-
Demais Cortes	66,00		-
Total		19.000,00	1.504.000,00

Fonte: adaptada de Santos, Borém e Caldas (2010, p. 14).

Verifique que a usina atinge a sua capacidade de moagem no quarto corte e que a área utilizada para a cana-planta já respeita os valores que serão empregados no canavial em equilíbrio.

Caso você, caro aluno, continue desenvolvendo a sequência dessas tabelas no seu estudo, vai perceber que por um período entre dois e três

anos a usina terá excedente de produção que poderá seguir os seguintes destinos: primeiro, a venda para uma usina próxima. Caso esse destino não seja atendido, a segunda possibilidade é o aumento do período de moagem destinado à produção.

Como pode ser percebido nos dados de projeto, a usina hipotética tem capacidade de moagem de 10.000 t cana por dia e 1.500.000 toneladas ano em equilíbrio de produção; a usina trabalha moendo cana por 150 dias corridos. Seguindo o cronograma até o ajuste das áreas de plantio você verificará que o pico de produção atingido pela usina antes da estabilidade terá produção máxima de 1.863.800 t, que será alcançada no quinto ano após o plantio inicial. Nesse ano, o período de moagem levará 186 dias corridos, o que não acarretará prejuízo para a planta industrial. Esse excedente de produção pode ser trabalhado na unidade produtiva sem maiores dificuldades desde que os ajustes necessários sejam realizados na planta e em um período de mais três anos, ou seja, após o oitavo ano de implantação e já transcorridas duas áreas de renovação, a lavoura estará estabilizada atendendo a demanda de projeto da usina que pode ser visualizada na Tabela 1.1.

Reflita

Será que realmente a usina hipotética terá a produção máxima de 1.863.800 t atingida no quinto ano após a implantação do projeto? Depois que acompanhou o desenvolvimento das Tabelas 1.1 a 1.3, você tem todas as ferramentas necessárias para desenvolver o projeto ano a ano e verificar as informações. Pense nisto!

Além de definir o planejamento de plantio, a escolha das variedades deve ser bem feita, de modo que a lavoura tenha cana-de-açúcar atingindo idades de plantio nos diferentes meses relacionados à colheita. A determinação dessas variedades é denominada de planejamento varietal e visa escolher as variedades que, dentre outras características, são mais bem adaptadas ao tipo de solo, clima, aspectos fitossanitários e época de colheita. A Tabela 1.4 demonstrará as épocas de colheita e tipos de ciclo da cana-de-açúcar.

Tabela 1.4 | Épocas de colheita e ciclos da cana-de-açúcar

Abril/Maio/Julho/Julho/Agosto/Setembro/Outubro/Novembro		
Precoce	Médio	Tardio

Fonte: Santos, Borém e Caldas (2010, p. 18).

Para atender a época de plantio, é necessário conhecer as características das variedades de cana-de-açúcar disponíveis no mercado. Para isso,

os três principais grupos desenvolvedores de variedades – Planalsucar - RIDESA (RB); Coopersucar (SP) - CTC (CTC); IAC (IAC) – apresentam portfólios com a recomendação de plantio e manejo das principais variedades de cana-de-açúcar plantadas por região, destacando: ambientes de produção, épocas de colheita e as mais diferentes características destinadas ao conhecimento do técnico, e dentre elas podemos citar a exigência de solo, a maturação, o rendimento em colheita mecanizada, entre outras.

Pesquise mais

Para garantir rentabilidade ao setor sucroalcooleiro é fundamental obter elevada produtividade da cana-de-açúcar. O melhoramento genético é considerado um dos principais fatores agronômicos que podem contribuir com o aumento da produtividade, permitindo desenvolver variedades que se adaptem melhor às condições adversas de solo e clima e à incidência de pragas e doenças, assim como ao sistema de colheita.

A produtividade média dos canaviais aumentou de 43 toneladas por hectare, em 1961, para 74 toneladas por hectare, em 2005, e grande parte desse aumento pode ser atribuída ao uso de variedades geneticamente melhoradas. A máxima produtividade em cana-de-açúcar depende, também, de um correto planejamento de plantio e de adequado manejo das variedades, as quais devem atender a exigências tanto no campo como na indústria, para maximizar lucros.

Verifique no texto a seguir, produzido pela EMBRAPA, um breve histórico e a fixa comparativa das diferentes variedades produzidas pelos três principais órgãos responsável pelo desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar no Brasil.

MARIN, F. R. Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar.

De posse desses dados referentes ao planejamento tanto de plantio quanto varietal, você agora pode se considerar apto para realizar essa etapa de implantação ou renovação do canavial.

Sem medo de errar

Agora que já vimos como se deve proceder tanto na implantação quanto na renovação de um canavial, no que diz respeito à determinação do tamanho da área e escolha das variedades a serem utilizadas, responda: você acaba de ser contratado por uma usina sucroalcooleira com capacidade de moagem de 1.500.000 de toneladas ano e uma capacidade diária de 10.000 toneladas

de cana-de-açúcar e precisa atender essa planta industrial. Após pesquisar os relatórios de colheita e moagem da usina, você verificou que ela atua com capacidade máxima de moagem, contudo verificou que a área plantada atualmente na usina é de 25.000 ha. Essa área está dentro de um ótimo produtivo para a atender a usina? Quais as ações que você deveria tomar para proceder os devidos ajustes caso sejam necessário?

Conforme verificado na Tabela 1.5, uma usina com caraterísticas muito similares a essa foi trabalhada no texto, e na tabela verificamos que a área ideal para o plantio após a situação de equilíbrio da usina é de 20.025 ha. Quando você observa que a usina que o contratou tem área produtiva de 25.000 ha, algumas informações são daí extraídas. Para que se produzam as 1.500.000 t de cana ano nessa unidade, certamente a usina não renova seu canavial há algum tempo, pois a área plantada é muito grande e a produtividade está abaixo do esperado.

Tabela 1.5 | Sistema de produção de cana-de-açúcar em equilíbrio

Corte	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Produção (t)
Cana-planta	-	3.150,00	-
1º Corte	120,00	2.700,00	324.000,00
2º Corte	100,00	3.150,00	315.000,00
3º Corte	92,00	3.150,00	289.800,00
4 º Corte	81,00	3.150,00	255.150,00
5 º Corte	73,00	3.150,00	229.950,00
Demais Cortes	66,00	1.575,00	103.950,00
Total		20.025,00	1.517.850,00

Fonte: adaptada de Santos, Borém e Caldas (2010, p. 11).

Sendo assim, espera-se que seja feito o planejamento de replantio escalonado das áreas com cortes superiores a seis, e que essa operação de replantio seja iniciada buscando ajustar as áreas plantadas de forma a otimizar a produtividade, aumentando a produção da lavoura canavieira e reduzindo a área plantada, o que certamente auxiliará na otimização da atividade. Com isso, as áreas menores e mais produtivas otimizam o custo de produção tanto no trato cultura realizado no campo quanto nas operações de colheita e transporte da cana-de-açúcar até a planta industrial.

Avançando na prática

Planejamento varietal, qual a sua importância?

Descrição da situação-problema

Como vimos, a determinação da área de plantio é de fundamental importância para a implantação da lavoura canavieira. Agora que você já definiu o tamanho da área que destinará para cada ano de plantio e reforma do canavial vem a dúvida: quais variedades de cana devem ser implantadas na lavoura? Vimos que existem alguns grupos desenvolvedores de variedades genéticas que apresentam as mais variadas características que o auxiliaram na escolha das variedades que precisa para o plantio. O projeto da usina em questão determina uma capacidade de corte de 10.000 t por dia, contudo essa informação é a única necessária para definir as variedades a serem plantadas? Quais outras informações você julga ser relevantes?

Resolução da situação-problema

A escolha da variedade é um dos fatores determinantes para o sucesso de uma usina canavieira. Além da área plantada outras informações são necessárias, por exemplo, a exigência em qualidade de solo, a declividade do terreno, que definirá o método de colheita, as épocas e ciclos de colheita, uma vez que você deve implantar cana de ciclo precoce, médio e tardio, a capacidade de brotação da soca, que definirá a qualidade futura da cana rebrotada, a resistência a pragas e doenças, que auxiliará no manejo de campo, a capacidade de fechamento da entrelinha que auxilia no manejo de plantas daninhas, a tolerância à seca, uma vez que a usina opte por não fazer uso de sistemas de irrigação, a necessidade ou não de uso de maturadores no canavial. Essas são algumas das características que você, agrônomo, deve considerar ao fazer a escolha das variedades que implantará nesse campo de produção. Com a escolha das variedades certas a expectativa de sucesso aumenta exponencialmente. Ótimo trabalho e mãos à obra!

Faça valer a pena

1. Quando o gerente do setor agrícola de uma usina vai iniciar a tarefa de formar uma lavoura canavieira, escolhe cuidadosamente as variedades que pretende utilizar. Em um primeiro momento ele deve adquirir as mudas das variedades escolhidas de viveiros produtores de mudas com grande qualidade, contudo, a constante compra de mudas para formar o canavial pode elevar imensamente os custos. A fim de

minimizar estes custos, o gerente usa mudas oriundas do canavial de primeiro corte em sua lavoura para fazer o plantio de novas áreas.

De posse dessas informações, qual a proporção que o produtor deve reservar do canavial de primeiro corte para usar como mudas no próximo plantio?

a) 1/7 da área destinada à colheita.
b) 1/5 da área destinada à colheita.
c) 3/7 da área destinada à colheita.
d) 2/5 da área destinada à colheita.
e) 1/3 da área destinada à colheita.

2. O fomento agrícola nada mais é do que dar a garantia do fornecimento da matéria-prima para a indústria, o que envolve – no caso da lavoura canavieira – o fornecimento de cana-de-açúcar ao longo de todo o período da safra, de modo a atender as necessidades da usina produtora tanto de açúcar como de álcool.
Este conceito não se restringe somente à quantidade moída durante toda a safra, mas ao abastecimento hora a hora, englobando toda a capacidade logística do canavial.

Para atingir elevados índices de produtividade, quatro fatores devem ser levados em consideração:
I - Os fatores físicos, que representam as condições edafoclimáticas de uma região.
II - Os fatores institucionais, envolvendo as ações governamentais por meio da implantação de políticas agrícolas.
III - Os fatores relacionados ao incremento de produção, em que os principais atores são os órgãos de pesquisa e divulgação de tecnologias.
IV - O sistema gerencial adotado que influi no desempenho estratégico e operacional de uma usina de açúcar ou álcool.

Após analisar cuidadosamente os fatores acima citados, você pode afirmar sobre a veracidade deles que:

a) I – F; II – F; III – V; IV – F.
b) I – V; II – V; III – V; IV – F.
c) I – V; II – V; III – F; IV – F.
d) I – V; II – F; III – V; IV – F.
e) I – V; II – V; III – V; IV – V.

3. Após definido o planejamento de plantio, a escolha das variedades deve ser bem feita, de modo que a lavoura tenha cana-de-açúcar atingindo idades de corte nos diferentes meses relacionados à colheita, e a determinação dessas variedades é denominada de planejamento varietal. Esse planejamento visa escolher as variedades que, dentre outras características, são melhor adaptadas ao tipo de solo, clima, aspectos fitossanitários e época de colheita.
Além da época de colheita, os três principais grupos desenvolvedores de variedades de cana-de-açúcar – Planalsucar – RIDESA (RB); Coopersucar (SP) – CTC (CTC); IAC (IAC) – organizam tabelas que apresentam a recomendação e manejo das principais variedades de cana-de-açúcar plantadas por região, destacando: ambientes de produção; épocas de colheita e as mais diferentes características destinadas ao conhecimento do técnico, e dentre elas podemos citar: exigência de solo, maturação, rendimento em colheita mecanizada, etc.

Após a leitura do texto acima e fazendo uso dos conhecimentos obtidos tanto no material didático como no material complementar, analise e determine o que é correto afirmar:

a) A exigência em solo está ligada apenas ao aspecto relacionado à fertilidade.
b) O rendimento de colheita mecanizada é valorizado por melhorar a eficiência de colheita em relação à colheita manual.
c) A resistência a doenças não deve ser considerada na escolha da variedade, não levando em conta a sua maturação fisiológica.
d) A cana-de-açúcar deve ser totalmente colhida antes de atingir sua maturação, independentemente do tipo de plantio.
e) A época de colheita é um fator relacionado à maturação, ou seja, cana-de-açúcar precoce é colhida antes de amadurecer.

Seção 1.2

Morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar

Diálogo aberto

Agora que você já conhece os conceitos e os princípios básicos sobre o planejamento e implantação de um canavial, os diferentes elementos que compõem a determinação da área de plantio e o cronograma de corte e renovação do canavial, vamos estudar os aspectos morfológicos e fisiológicos da cana-de-açúcar, ressaltando a sua importância na formação e no manejo do canavial.

Para ajudá-lo a aplicar esses novos conhecimentos, você continuará trabalhando como gerente da usina que possui capacidade de moagem de 1.500.000 toneladas/ano e uma capacidade diária de 10.000 toneladas de cana-de-açúcar. Lembre-se que vários fatores devem ser considerados por você, gerente, para realizar a implantação da lavoura; entre eles, condições edafoclimáticas da região, condições físicas e nutricionais do solo, sistema e plantio, tratos culturais e colheita.

Após verificar o mapa climatológico, você verificou que os campos de produção da usina ficam em uma região de clima subtropical, em torno dos 600 a 800 m de altitude de clima mesotérmico úmido. De posse das informações relacionadas aos fatores que podem interferir no ecossistema da lavoura desta usina, é a vez de iniciar o processo de escolha das variedades. Fatores como fisiologia, morfologia, hábito de crescimento e exigências nutricionais devem ser consideradas antes de decidir por quais variedades optar. Assim, pensando apenas nas características morfológicas e fisiológicas gerais da cana-de-açúcar e nas condições edafoclimáticas e específicas da sua região, como cada um desses fatores pode interferir na formação e no manejo da lavoura cultivada? Qual o impacto desses fatores na produção do açúcar e no escalonamento da colheita da usina?

Para realizar esse trabalho, você estudará os princípios básicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar e seus impactos no manejo da lavoura. Vamos lá?

Não pode faltar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é uma planta pertencente à família Poaceae e à classe monocotiledônea. Composta por diferentes espécies que

em sua maioria foram observadas na Ásia (China e Índia) e na Oceania (Nova Guiné), atualmente as espécies cultivadas são híbridos multiespecíficos.

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, com perfilhamento abundante na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do desenvolvimento do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento, um processo indesejável em culturas comerciais. A cana é cultivada em uma determinada faixa de latitude, uma área que se estende entre os paralelos de 35ºN a 30ºS e em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.000 metros (RODRIGUES, 1995).

Vários são os produtos obtidos dests planta, contudo a sacarose é o componente que caracteriza seu rendimento econômico, o mais valioso, além de outros açúcares não redutores que a planta usa para formar o melaço. A fibra, por sua vez, vem sendo utilizada como fonte de energia para alimentar as caldeiras da própria usina ou ainda como fonte de matéria-prima para a produção de produtos em uma cadeia secundária.

Assimile

Quando falamos da sacarose como o produto que caracteriza o maior rendimento econômico da atividade sucroalcooleira, nos referimos ao açúcar produzido pela planta, que pode ser trabalhado na planta industrial para a confecção tanto de açúcar branco, usado nas atividades humanas, quanto convertido em álcool.

O processamento industrial da cana pode também ser dirigido para a produção de álcool, destinado para o combustível, além de toda cadeia alcoolquímica. De maneira geral, os países produtores calculam o rendimento da cana-de-açúcar através da produtividade caracterizada pelos pesos dos colmos por área plantada, sendo a produtividade mundial de 53 toneladas/ha, com rendimento nos teores de sacarose entre 10 a 18% e de fibra entre 11 a 16% (RODRIGUES, 1995).

Como a cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo fotossintético C_4 com taxas fotossintéticas calculadas em até 100 mg de CO_2 fixado por dm^2 de área foliar por hora, é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química. Uma vez que essa alta atividade fotossintética não se correlaciona diretamente com a elevada produtividade de biomassa. A grande capacidade da cana-de-açúcar para a produção de matéria orgânica é influenciada pelo Índice de Área Foliar (IAF) por unidade de superfície de

terreno promovendo, assim, sua alta taxa de fotossíntese. Além disso, o longo ciclo de crescimento da planta resulta em elevada produção de matéria seca, acumulada no fim do ciclo.

Assimile

A absorção de carbono, através do CO_2 ou dióxido de carbono, é também chamada de fixação de carbono, nome mais comumente utilizado. Esse processo ocorre por meio do ciclo de Calvin ou "fase escura" da fotossíntese, originando basicamente um carboidrato CH_2O por meio de uma reação de redução.

Podemos, ao modo mais simples, dizer que esse ciclo coleta moléculas de CO_2 simples e as utiliza para formar moléculas maiores e mais complexas, como aminoácidos, ácidos graxos e carboidratos. Essas moléculas também são utilizadas na fotossíntese, na "fase clara", e originam novos compostos que serão utilizados pela planta.

As plantas C_3 recebem esse nome por conta do ácido 3-fosfoglicérico formado após a fixação das moléculas de CO_2 . Estes vegetais compreendem a maioria das espécies terrestres, ocorrendo principalmente em regiões tropicais úmidas.

As plantas C_4 possuem grande afinidade com o CO_2. Elas recebem esse nome devido ao fato de o ácido oxalacético possuir quatro moléculas de carbono, formadas após o processo de fixação de carbono. Devido à alta afinidade com o CO_2 , as plantas C_4 apresentam uma grande vantagem em relação às plantas C_3: elas podem sobreviver em ambientes áridos. Isso se dá porque as plantas C_4 só atingem as taxas máximas de fotossíntese sob elevadas intensidades de radiação solar, fazendo com que fixem mais CO_2 por unidade de água perdida. Ou seja, elas são mais econômicas quanto ao uso da água; perdem menos água do que as C_3 durante a fixação e a fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A fotossíntese é correlacionada negativamente com a largura das folhas e positivamente com a sua espessura. A posição mais vertical da folha no colmo traduz-se em maior eficiência fotossintética, principalmente em populações de alta densidade populacional, devido à penetração mais eficiente da luz do sol. A fotossíntese varia com a idade das folhas, atingindo valores de fixação de C_4 apenas as folhas recém-expandidas, enquanto as folhas mais velhas e as muito jovens realizam fotossíntese em níveis semelhantes aos das plantas C_3 (RODRIGUES, 1995).

Os processos de bioconversão de energia na cana-de-açúcar, são mais afetados efetivamente

pelos seguintes parâmetros ambientais: luz (intensidade e quantidade), concentração de CO_2, disponibilidade de água, nutrientes e temperatura. O aumento de irradiância eleva a taxa fotossintética, ocorrendo a saturação acima de 0,9 *cal/cm²/minuto*. A elevação do CO_2 da atmosfera aumenta a capacidade fotossintética, sendo que o vento em velocidade moderada eleva a fotossíntese por aumentar a disponibilidade de CO_2 às plantas. Já com baixa velocidade do vento há depressão na fotossíntese, ao redor do meio do dia (RODRIGUES, 1995).

Dentre os fatores climáticos, a temperatura é o mais importante para a produção de cana-de- açúcar, visto que a planta, geralmente, é tolerante a altas temperaturas, produzindo em regiões com temperatura média de verão de 35 °C. Temperaturas mais baixas (menos de 21 °C) diminuem o crescimento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose.

Além dessas características gerais, cada cultivar apresenta características que influenciam a eficiência fotossintética da cana, e essa eficiência ainda sofre influência das variações climáticas que prevalecem durante o desenvolvimento da cultura.

As características varietais definem, por exemplo: o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão desses caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Pesquise mais

O estudo da fisiologia vegetal é de fundamental importância para a compreensão de diversos fatores relacionados ao cultivo da cana-de--açúcar, entre eles o processo de síntese da sacarose, seu transporte e armazenamento no vacúolo das células, principalmente no colmo da cana-de-açúcar. Para compreender mais esse processo leia as páginas 4 a 11 da seguinte tese de doutorado:

ROBERTO, G. G. **Fisiologia da maturação da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**: Sinalização e controle do metabolismo de produção e armazenamento de sacarose. Campinas. 2015. 63 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2015.

Agora que você sabe os aspectos fisiológicos relacionados à cana-de--açúcar, você poderá identificar as outras características relacionadas à planta, apresentados em subtópicos, os aspectos morfológicos que caracterizam esta cultura.

Sistema radicular:

O sistema radicular da cana-de-açúcar se divide em dois tipos de raízes: raízes *sett*, e *shoot* (Figura 1.1) sendo as primeiras as raízes originadas do **tolete** (*sett*) em uma região logo na base do nódulo em que se localiza um círculo de pontos pequenos, os quais formarão a raiz primordial, que inicia sua formação logo após o plantio em uma região denominada "banda da raiz". As raízes são finas e tem muitas ramificações, continuam a crescer por um período de seis a 15 dias após o plantio e desaparecem entre os 60–90 dias após o pegamento da muda.

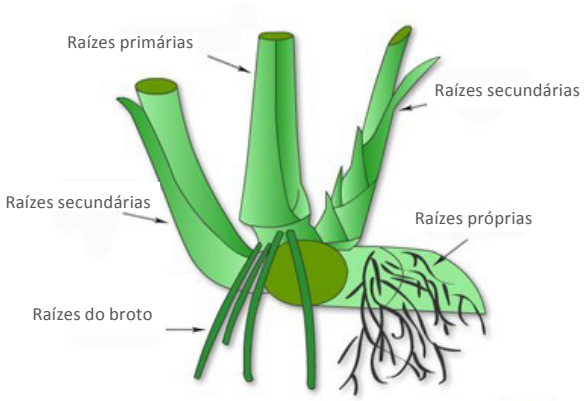
Vocabulário

Tolete: fragmento do colmo da cana-de-açúcar que contenha uma região composta de pelo menos um nó completo faceada por duas regiões de entrenó, geralmente utilizada como muda no plantio da cana-de-açúcar.

Touceira: conjunto de plantas da mesma espécie que nascem muito próximas entre si, formando um tufo espesso. Também pode ser constituído pelos diversos eixos de uma única planta. No caso da cana-de-açúcar, cada planta formadora da touceira recebe o nome de perfilho.

Nesse período, a planta jovem vive às custas das reservas presentes no *sett* e parcialmente utilizam água e nutrientes absorvidos pelas primeiras raízes. O segundo grupo de raízes a ser formado – as raízes originadas do perfilho (*shoot*) – são do tipo secundária e emergem entre cinco e sete dias após o plantio na região da base do novo perfilho. São mais grossas e vigorosas do que as raízes *sett* e se desenvolveram no sistema radicular principal da planta (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Figura 1.1 | Caracterização do sistema radicular

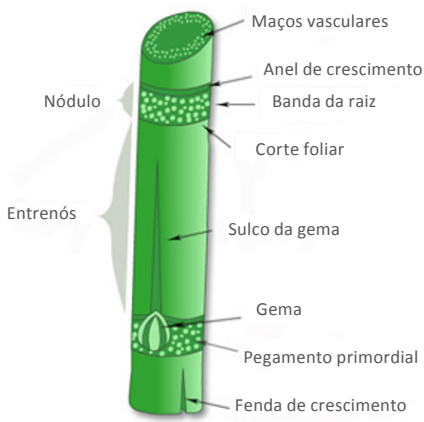


Fonte: http://www.sugarcanecrops.com/p/growth_morphology/the_root_system/. Acesso em: 6 set. 2018.

Caule

Também chamado de colmo (Figura 1.2), o caule é o órgão destinado à reserva da sacarose. Ele pode ser ereto ou decumbente e seu diâmetro varia desde um centímetro a vários centímetros. Uma **touceira** pode ser constituída de número variável de colmos e essa variação a classifica como rala ou densa. As folhas partem da região denominada nó e quando elas caem deixam uma cicatriz foliar.

Figura 1.2 | Partes constituintes do caule da cana-de-açúcar



Fonte: http://www.sugarcanecrops.com/p/growth_morphology/stalk/. Acesso em: 6 set. 2018.

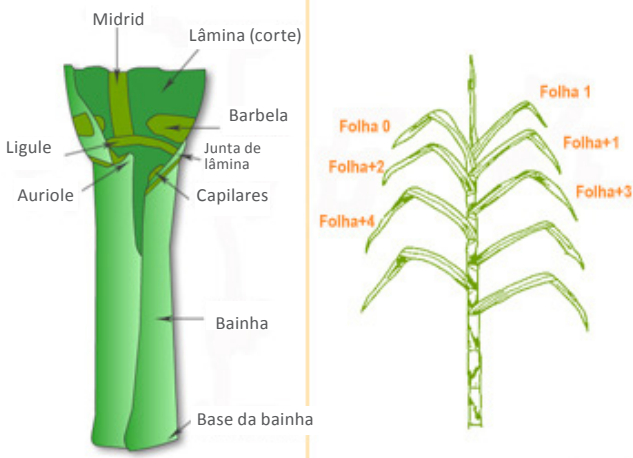
Exemplificando

A cana-de-açúcar se desenvolve formando touceiras que são brotações de perfilhos a partir de uma gema. Cada touceira deve ser constituída por partes aéreas (colmos e folhas) e outras partes subterrâneas (rizona e raízes). É interessante para o produtor que cada touceira formada na planta seja constituída pelo maior número possível de colmos bem desenvolvidos e que tenha crescimento vigoroso a fim de promover um fechamento de entre linhas rápido e eficiente. A variedade RB86-7515 apresenta perfilhamento médio tanto na cana planta quanto na cana soca, com rápida velocidade de crescimento e bom fechamento de entre linhas.

Folha

A folha da cana-de-açúcar é dividida em duas partes: bainha, que sustenta e fixa a folha no colmo, e o limbo, que possui bordos serrilhados. O que separa a bainha do limbo internamente é a lígula, externamente a uma região chamada aurícula. A depender da variedade, a aurícula apresenta diferentes formas, e a bainha, que é coberta por pelos vulgarmente chamados de joçal, os possui em diferentes quantidades. As folhas são alternadas formando duas fileiras em lados opostos aderidas ao nó, numeradas pelo sistema de Kuijper (CASA GRANDE, 1991) (Figura 1.3). A primeira folha de cima para baixo do talo com barbelas vistas claramente recebe a nomenclatura de folha +1. Na sequência, os números +2 e +3.

Figura 1.3 | Elementos constituintes da folha de cana-de-açúcar

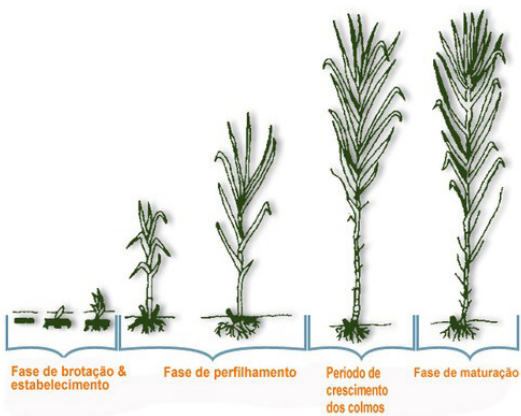


Fonte: http://www.sugarcanecrops.com/p/growth_morphology/the_leaf/. Acesso em: 6 set. 2018.

Após conhecer a morfologia e a fisiologia da planta de cana-de-açúcar, vamos verificar que o seu cultivo é dividido esquematicamente em quatro fases de cultivo a serem observados na Figura 1.4. Observe que as fases de cultivo da cana-de-açúcar são:

1. **Brotação e estabelecimento:** vai do plantio até a brotação das gemas, que ocorre cerca de 20 a 30 dias após o plantio. Logo após esse período, inicia-se o desenvolvimento das raízes *sett* e *shoot*, sucessivamente.
2. **Perfilhamento:** inicia-se por volta dos 40 dias e pode durar até 120 dias a depender da variedade. É caracterizado por um processo de ramificação fisiológico subterrâneo e contínuo das juntas nodais. É determinante para proporcionar ao cultivo o número de colmos necessários a uma boa produção. Embora de seis a oito perfilhos sejam produzidos em uma gema, geralmente 1,5 a 2,0 formaram canas.
3. **Fase do crescimento dos colmos:** inicia-se após os 120 dias e podem durar até os 270 dias em cultivos com tempo médio estabelecido em 365 dias. É a fase mais importante, pois está relacionada à formação e alongamento do colmo, resultando na produção. Em condições ótimas, formam-se entre quatro e cinco entrenós por mês.
4. **Fase de maturação:** em cultivo de cana planta, prolonga-se dos 270 dias até os 360 dias após o plantio. Caracteriza-se pela rápida síntese e acúmulo de açúcar, com redução do crescimento vegetativo.

Figura 1.4 | Etapas do desenvolvimento da cana-de-açúcar



Fonte: http://www.sugarcanecrops.com/p/crop_growth_phases/. Acesso em: 6 set. 2018.

Como dito anteriormente, a cana-de-açúcar cresce entre a latitude 35º N e 30º S, e altitude variando de 0 a 1.000 m. Por isso é considerada uma planta tropical. Necessita de 1.000 a 1.500 mm de chuva e, para atingir uma boa produtividade, o período de maturação deve ocorrer durante os meses secos. Para a brotação, temperaturas elevadas na ordem de 32 ºC a 38 ºC são desejadas, enquanto o amadurecimento ocorre da melhor maneira com temperaturas entre 12 ºC a 14 ºC, além do período de saturação luminosa ocorrer em um ótimo de intensidade luminosa entre 10 e 14 horas diárias, por ser uma planta C_4. Esses são aspectos muito importantes pois caracterizam a ecofisiologia do cultivo da cana-de-açúcar e têm grande relevância para o ótimo desenvolvimento do colmo (MAGALHÃES, 1987).

A floração da cana-de-açúcar se origina na gema apical, e destinará parte dos fotoassimilados produzidos e armazenados no colmo para a produção de sementes. Como o produto de interesse comercial da cana-de-açúcar é a sacarose e o seu plantio é realizado por mudas oriundas dos colmos, a cadeia produtiva não tem interesse em produzir semente. Os principais prejuízos atribuídos ao florescimento são:

- Paralisação do crescimento vegetativo.
- Brotações indesejadas pelo fato de a planta ter entrado em senescência.
- Se a planta ainda está em fase de crescimento os prejuízos são maiores por ela não ter atingido seu potencial máximo.
- Redução do tempo de "armazenamento" da planta viva no campo
- Como as reservas de sacarose são reduzidas e revertidas em energia, inicia-se a isoporização.

Reflita

No Brasil o florescimento inicia-se nos meses de abril, maio e junho, e sua indução está relacionada principalmente aos seguintes fatores: fotoperíodo, temperatura, latitude, umidade e nutrientes. Você consegue relacionar esses fatores à indução da diferenciação do meristema apical para a formação da flor? Como manejar a lavoura para impedir o florescimento?

O processo de maturação caracteriza-se pelo acúmulo máximo da sacarose no colmo, determinado pelo engrossamento e alongamento das células da parede, desidratação da planta, retenção da sacarose acumulada, diminuição do alongamento foliar e fácil desprendimento das folhas da planta.

O acúmulo da sacarose na planta ocorre gradativamente na região da base em direção ao ápice do colmo, de modo que em pouco tempo (alguns meses) a concentração da sacarose nas diferentes regiões do colmo seja semelhante, o que caracteriza o ponto de colheita ideal para a cultura. Nesse momento do plantio, você, enquanto responsável pela condução da lavoura, pode interferir positivamente, reduzindo a disponibilidade de nutrientes e promovendo déficit hídrico; intervenção essa que se feita de forma controlada, auxilia no armazenamento da sacarose. Cada entrenó da planta acumula seu próprio açúcar, e os teores mais elevados são encontrados na região central do colmo. Entrenós mais novos (com folhares verdes) e os superamadurecidos (com alto teor de fibras), não possuem a capacidade de armazenamento de sacarose equivalente aos da região central.

Caro aluno, agora você tem importantes informações relacionadas a características morfológicas e fisiológicas da cana-de-açúcar que o auxiliaram a tomar decisões mais robustas no momento de encarar o desafio de implantar um canavial em uma lavoura comercial.

Sem medo de errar

Agora que você conhece os principais aspectos relacionados à morfologia e à ecofisiologia da cana-de-açúcar, voltemos a nossa situação problema; mas antes reveja o contexto em que foi apresentado. Após verificar o mapa climatológico, verificou-se que os campos de produção da usina ficam em uma região de clima subtropical, em torno dos 600 a 800 m de altitude de clima mesotérmico úmido. Ou seja, de maneira geral a região onde a lavoura canavieira da usina foi implantada é considerada apta para receber a atividade. Vamos as perguntas:

- Como cada um desses fatores pode interferir para a formação e o manejo da lavoura cultivada?
- Qual o impacto desses fatores na produção do açúcar e no escalonamento da colheita da usina?

Conforme você verificou em seus estudos, os fatores que podem interferir no ecossistema da cana-de-açúcar são diversos; dentre os fatores climáticos, a temperatura é o mais importante para a produção de cana-de- açúcar, visto que a planta, geralmente, é tolerante a altas temperaturas, produzindo em regiões com temperatura média de verão de 35 °C. Para a brotação, temperaturas elevadas na ordem de 32 ºC a 38 ºC. Temperaturas mais baixas (menos de 21 °C), diminuem o crescimento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose.

Além dessas características gerais, existe a necessidade de 1.000 a 1.500 mm de chuva para atingir uma boa produtividade, enquanto que o período de maturação deve ocorrer durante os meses secos. O amadurecimento, por sua vez, ocorre de forma mais desejada entre 12 ºC e 14 ºC, além do período de saturação luminosa ocorrer em um ótimo de intensidade luminosa entre 10 e 14 horas diárias. Sendo assim, você pode verificar que uma série de fatores interferem em um bom desenvolvimento da cana-de-açúcar. Juntamente a esses fatores deve-se levar em consideração que a cana-de-açúcar apresenta uma variabilidade em relação ao melhor ambiente de plantio e desenvolvimento muito grande quando observadas as diferentes variedades comerciais. É nesse momento que o desafio de alocar cada variedade de forma a atender suas necessidades ecofisiológicas deve ser vencido por você.

Da mesma forma, as variedades também apresentam deferentes ciclos de colheita e, como visto na Seção 1.1, são divididos em precoce, médio e tardio. Essa divisão se explica também em função do ambiente em que a planta está implantada. Assim, se uma variedade de ciclo precoce que necessite de intensidade luminosa – em torno de 14 horas de luz por dia – for implantada em uma região onde a disponibilidade de luz é de 12 horas por dia, por exemplo, é uma tendência dessa planta ter o seu ciclo retardado, o que promoverá a perda do cronograma de escalonamento de produção.

Por isso, para que cada variedade obtenha a sua ótima condição de desenvolvimento é necessário que os fatores relacionados, como a fisiologia, morfologia, hábito de crescimento e exigências nutricionais de cada variedade sejam verificados antes de decidir por quais variedades optar.

Avançando na prática

Como acompanhar o bom desenvolvimento fenológico da lavoura?

Descrição da situação-problema

Sabe-se que a cana-de-açúcar apresenta quatro fases em seu desenvolvimento fenológico, que são divididas esquematicamente em fase de brotação e estabelecimento, perfilhamento, período de crescimento dos colmos e maturação. Sabe-se ainda que o crescimento e desenvolvimento dos colmos é a fase mais importante, pois está relacionada à formação e alongamento do colmo, resultando na produção final. Como você poderia verificar se a lavoura está se desenvolvendo adequadamente nesta fase?

Resolução da situação-problema

Sabe-se que em condições normais de desenvolvimento a fase do crescimento dos colmos inicia-se após os 120 dias e pode durar até os 270 dias, quando observa-se cultivos com tempo médio estabelecido em 365 dias. Também é sabido que, em condições ótimas, formam-se entre quarto e cinco entrenós por mês. Dessa forma, para o bom acompanhamento do desenvolvimento da lavoura, a contagem mensal no desenvolvimento dos entrenós dará uma boa ideia de desenvolvimento a lavoura canavieira.

Faça valer a pena

1. O sistema radicular da cana-de-açúcar se divide em dois tipos de raízes: raízes *sett* e *shoot*, sendo as primeiras originadas do **tolete** (*sett*) em uma região logo na base do nódulo onde se localiza um círculo de pontos pequenos, os quais formarão a raiz primordial. Esta inicia sua formação logo após o plantio, em uma região denominada "banda da raiz", com raízes finas e com muitas ramificações. O segundo grupo de raízes a ser formado são as originadas do perfilho (*shoot*). São do tipo secundária e emergem posteriormente a partir do novo perfilho. São mais grossas e vigorosas que as raízes *sett* e se desenvolveram no sistema radicular principal da planta.

De posse dessas informações, determine o período de desenvolvimento das raízes originadas no tolete, ou seja, qual o período de desenvolvimento das raízes *sett*.

a) 6 a 15 dias após o plantio e perduram até a colheita.
b) 6 a 15 dias após o plantio e desaparecem entre os 60 – 90 dias.
c) 60 a 90 dias após o plantio e desaparecem entre os 120 – 270 dias.
d) 120 a 270 dias após o plantio e desaparecem entre os 365 dias.
e) 6 a 15 dias após o plantio e desaparecem entre os 120 – 270 dias.

2. O desenvolvimento da cana-de-açúcar apresenta estágios muito bem definidos desde a brotação da gema até a maturação fisiológica, quando o material vegetal tem máxima produção da sacarose que será posteriormente armazenada.

Com base nos seus conhecimentos a respeito do desenvolvimento da cana-de-açúcar, observe as declarações a seguir:

1. Brotação e estabelecimento: vai do plantio até à brotação das gemas, o que ocorre por volta de 20 a 30 dias após o plantio. Logo após esse período inicia-se o desenvolvimento das raízes *shoot* e *sett* sucessivamente.
2. Perfilhamento: inicia-se por volta dos 40 dias e pode durar até os 120 dias a depender da variedade. É caracterizado por um processo de ramificação fisio-

lógico subterrâneo e contínuo das juntas nodais. É determinante para proporcionar ao cultivo o número de colmos necessários a uma boa produção e, embora de seis a oito perfilhos sejam produzidos em uma gema, geralmente 1,5 a 2,0 formaram canas.

3. Fase do crescimento dos colmos: inicia-se após os 120 dias e podem durar até os 270 dias em cultivos com tempo médio estabelecido em 365 dias. É a fase mais importante, pois está relacionada com a formação e alongamento do colmo, resultando na produção. Em condições ótimas formam-se entre quatro e cinco entrenós por mês.
4. Fase de maturação: em cultivo de cana planta, prolonga-se dos 270 dias até os 360 dias após o plantio. Caracteriza-se pela rápida síntese e acúmulo de açúcar com redução do crescimento vegetativo.

Com base no texto sobre cana-de-açúcar apresentado acima, assinale a alternativa correta.
a) 1 – F; 2 – V; 3 – V; 4 – V.
b) 1 – F; 2 – V; 3 – V; 4 – F.
c) 1 – V; 2 – V; 3 – F; 4 – F.
d) 1 – F; 2 – F; 3 – V; 4 – V.
e) 1 – V; 2 – V; 3 – V; 4 – V.

3. A floração da cana-de-açúcar se origina na gema apical e destinará parte dos fotoassimilados produzidos e armazenados para a produção de sementes. Como o produto de interesse comercial da cana-de-açúcar é a sacarose e o plantio da cana-de-açúcar é realizado por colmos, a cadeia produtiva não tem interesse em produzir semente.

Dentre as afirmações feitas abaixo, escolha uma que não representa prejuízos atribuídos ao florescimento da cana-de-açúcar e suas consequências:

a) Se a planta ainda se encontra em fase de crescimento, os prejuízos são maiores pelo fato de ter atingido seu potencial máximo.
b) A cana-de-açúcar sofre redução do tempo de "armazenamento" da planta viva no campo.
c) O processo de isoporização pode ser relacionado ao florescimento da cana-de-açúcar.
d) Ocorre a paralização do crescimento vegetativo.
e) Brotações indesejadas nunca ocorrem pelo fato de a planta ter entrado em senescência.

Seção 1.3

Fatores climáticos envolvidos no cultivo da cana-de-açúcar

Diálogo aberto

Agora que já conhece alguns aspectos relacionados à morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar, você consegue perceber que as diferentes cultivares apresentam características que as tornam únicas. Sendo assim, um dos grandes desafios para o gerente de produção de um campo de produção na usina sucroalcooleira é implantar a variedade correta no ambiente que potencializa a sua produção. Tal ação tem efeito duradouro e destaca a importância na formação e no manejo do canavial.

Para ajudá-lo a aplicar esses novos conhecimentos, você continuará trabalhando como gerente da usina que possui capacidade de moagem de 1.500.000 toneladas/ano e uma capacidade diária de 10.000 toneladas de cana-de-açúcar. Lembre-se de que vários fatores devem ser considerados por você, gerente, para realizar a implantação da lavoura. Dentre eles, condições edafoclimáticas da região, condições físicas e nutricionais do solo, além da disponibilidade de água para executar o manejo adequado, garantindo que a produção seja constante e maximizada.

Pois bem, você verá que, de forma geral, a lavoura canavieira é dividida em talhões que são agrupados em ambientes de produção. Esses são caracterizados em função do seu maior ou menor potencial produtivo. Agora reflita: o que caracteriza o potencial produtivo de um ambiente de produção? Como deve ser feita a distribuição das variedades de cana-de-açúcar em função dos ambientes de produção? A disponibilidade hídrica deve ser levada em consideração para caracterizar o ambiente de produção? Sabendo do tamanho das áreas destinadas ao cultivo da lavoura canavieira, como você deve pensar as questões hídricas?

Nesse momento você deve preparar um relatório técnico recomendando o uso da variedade RB86-7515. Encontre na literatura os ambientes de produção que melhor atendem essa variedade, bem como seus descritores morfológicos e como eles interferem nas respostas agronômicas quanto ao manejo de plantio e condução desta variedade. A partir deste exercício de ajustamento do ambiente como uma variedade determinada, você verificará que, para garantir uma boa lavoura canavieira, fica claro que os cuidados iniciais são fundamentais para o sucesso do empreendimento. Sendo assim, boa sorte nos estudos e bom trabalho.

Não pode faltar

Para prever uma boa produção na cultura da cana-de-açúcar, a sua implantação é fundamental. Assim, no plantio devem ser realizar operações que procurem adequar as variedades disponíveis aos ambientes mais adequados destas e evitar, por exemplo, a falha no *stand*.

Exemplificando

Stand consiste no número de plantas que devemos dispor por unidade de área. Geralmente, para a cana-de-açúcar deseja-se um *stand* de 12 a 18 gemas por metro linear, com espaçamentos variando entre 0,90 e 1,40 m entre linhas. Sendo assim, uma população ideal de gemas para 1 ha (10.000m^2) é de 85.714 a 128.571 plantas instaladas no campo quando considera-se o espaço entre linhas de 1,40 m. Esse espaço é mais utilizado para as usinas sucroalcooleiras em função da necessidade das operações de mecanização na lavoura (SANTOS; BORÉM; CALDAS 2010).

O ambiente de produção é a definição dos ambientes produtores de cana-de-açúcar, observando as suas características físicas, químicas, morfológicas e as condições climáticas. O ambiente de produção pode ainda ser definido como a soma das interações dos atributos de superfície e majoritariamente de subsuperfície, observando a intensidade da declividade a que os solos estão sujeitos na formação do relevo, associadas às condições climáticas (PRADO, 2005).

A Tabela 1.6 apresenta a classificação feita para a produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Nela verifica-se a classificação dos ambientes e sua indicação para a produção em TCH (toneladas de colmo por hectare). Na prática, verifica-se nessa tabela a produtividade esperada no canavial quando determinados atributos de solo estão disponíveis para a planta. A definição de ambientes de produção leva em consideração fatores como: a profundidade – que se relaciona diretamente com a disponibilidade de água no solo –, a disponibilidade dos nutrientes no solo (fertilidade), a textura do solo que relaciona a capacidade de trocas catiônicas e o total disponível de matéria orgânica, e finalmente a disponibilidade hídrica, que compõe a parcela solúvel do solo (SANTOS; BORÉM, CALDAS, 2010).

Tabela: 1.6 | Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

Ambientes	Produtividade TCH	Atributos do solo	Simbolos dos solos Embrapa, 1999; Prado, 2004)
A1	> 100	ADA, e, ef, m, CTC média/alta	PVAe(2), PVe(2), LVef, LVe, LVAe, CXe, NVef, NVe, MT*, MX*, GMe, GXe, GMm, GXm
A2	96 - 100	ADM, e, ef, CTC média/alta	PVAe(2), PVe(2), PAe(2), LVef, LVe, LVAe, CXe, NVef, NVe
B1	92 - 96	ADA, m, mf, CTC média/alta ADM, mf, m, ma, CTC média/alta ADB, ef, e, CTC média/alta	PVAm(2), PVm(2), PAm(2), LVmf, LVm, LVAm, LAm, CXm, NVmf, NVm, PVAma* LVef, LVe, LVAe, LAe, NVef, NVe, PVAe(3), PVe(3),
B2	88 - 92	ADM, m, mf, CTC média/baixa ADA, ma, CTC média/alta	PVAm(2), PVm(2), PAm(2), LVmf, LVm, LVAm, LAm, CXm GMma, GXma
C1	84 - 88	ADM, d, CTC média/alta ADM, ma, CTC média/alta ADB, d, df, CTC média/alta	PVAd(2), PVd(2), PAd(2) LVAma*, LAma* LVd, LVdf, LVAd, LAd
C2	80 - 84	ADB, e, CTC média/baixa ADMB, ef, CTC média/baixa	LVe, LVAe, LAe, LVef
D1	76 - 80	ADB, w, wf, CTC média/alta ADM, a, CTC média/alta	LVw, LVwf, LVAw, LAw PVAa(2)*, Pva(2)*, PAa(2)*
D2	72 -76	ADB, ma, CTC média/alta ADB, e, CTC alta, A chernozemico	LVma, LVAma, LAma RLe
E1	68 - 72	ADB, a, CTC média/baixa ADB, ma, CTC média/baixa	PVAa(3), PVa(3), PAa(3) PVAma(4), PVma(4), PAma(4)
E2	< 68	ADMB, wf, w, a, CTC média/alta ADMB, a, d, CTC média/baixa ADMB, e, m, d, ma, a	LVw, LVwf, LVAw, Law, LVa, LVAa, LAa PVAa(4), PVa(4), PVAa(4), PAa(4), RQa, RQd RLe, RLm, RLd, RLma, RLa, PVAe(4)

ADA: água disponível alta; ADM: água disponível média; ADB: água disponível baixa; ADMB: água disponível muito baixa; LV: Latossolo Vermelho; LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; LA: Latossolo Amarelo; PVA: Argissolo Vermelho-Amarelo; PV: Argissolo Vermelho; PA: Argissolo Amarelo; NV: Nitossolo Vermelho; MT: Chemossolo Argilúvico; MX: Chemossolo Hálico; CX: Cambissolo Hálico; RQ: Neossolo Quartizânico; RL: Neossolo Litólico; GX: Gleissolo Hálico; GM: Gleissolo Melânico. Ef: eutroférrico; e: eutrófico; mf: mesotrófico; df: distróferrico; d: distrófico; wf: acriférrico; w: acrico; ma: mesoálico; a: álico.
(1) horizonte B na profundidade de até 20 cm iniciais desde a superfície; (2) horizonte B ocorrendo na profundidade de 20 a 60 cm desde a superfície; (3) horizonte B ocorrendo na profundidade de 60 a 100 cm desde a superfície; (4) horizonte B ocorrendo na profundidade maior que 100 cm desde a superfície; (*) mosqueamento ou variedado no horizonte B.

Fonte: SANTOS; BORÉM; CALDAS (2010, p. 52).

Assimile

A escolha da variedade é fundamental para obtenção de matéria-prima de ótima qualidade nas diferentes épocas do ano, com maturação adequada e boa brotação de soqueira. No Brasil, o melhoramento genético da cana-de-açúcar é realizado pelas seguintes instituições: IAC – Instituto Agronômico de Campinas, produtor das variedades da sigla IAC; CANAVIALIS, com as variedades CVs; CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, com as variedades CTCs e as antigas

SPs e a RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro.

Os dados relacionados ao ambiente de produção são de fundamental importância para que esses órgãos desenvolvedores de variedades de cana-de-açúcar possam promover a correta indicação para o melhor desempenho genético de cada uma das suas variedades. Assim, o gerente de produção agrícola, de posse de todas as características relacionadas aos ambientes de produção de seus campos, poderá realizar a melhor escolha das variedades que utilizará na usina.

A cana-de-açúcar é considerada uma planta de clima tropical e por apresentar um cultivo de longa duração convive com todas as estações do ano, passando pelas estações chuvosas no verão e secas no inverno durante seu ciclo de vida. Com relação à necessidade hídrica, as cultivares necessitam de um volume de 1.000 a 1.500 mm de água, sendo desejável que esse volume seja distribuído uniformemente durante seu ciclo vegetativo, uma vez que o consumo diário varia de 2 a 7 mm em função do estágio de desenvolvimento, clima, tipo de solo, população de plantas e a variedade, necessitando de um período seco apenas no amadurecimento (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Conforme observado na Tabela 1.7, verifica-se a enorme área destinada ao cultivo no Brasil nos anos de 2015 e 2016. Usando como exemplo o estado de São Paulo, o maior produtor da cultura no país com área planta de 5.590.580 ha no ano de 2016, o volume de água destinado a esta cultura atingiu valores em torno de 279.529.300 m^3 no mesmo período, ou seja, realmente se fizeram necessárias medidas de controle e manejo para o fornecimento de água para a cana-de-açúcar.

Reflita

A importância que devemos dar ao uso da água na cultura da cana-de-açúcar é cada vez maior, uma vez que a cultura tem uma enorme demanda de água em função da área planta.

Sabendo disto, como foi calculado o volume de água consumido pelo estado de SP no ano de 2016?

Pela Tabela 1.7, verificamos que a área plantada foi de 5.590.586 ha. Você sabe que cada ha tem 10.000 m^2; assim, a área plantada equivale a 55.905.860.000 m^2. Admitindo que o consumo médio da cultura seria de 5mm por dia, um valor médio entre 2 mm e 7 mm, que varia em função de uma série de fatores já apresentados no texto, a área plantada de cana-de-açúcar no estado de São Paulo consumiria 279.529.300.000 L durante todo o ano de 2016, o que equivale a 279.529.300 m^3.

É uma grande quantidade de água, não é mesmo? A partir de agora você conseguiria fazer os cálculos de consumo de água para qualquer estado do seu interesse?

Tabela 1.7 | Área plantada em hectares com cana-de-açúcar nos anos 2015/2016

Estado	Ano 2015	% total	Ano 2016	% total
Acre	3.573,00	0,035%	3.079,00	0,030%
Alagoas	308.006,00	3,026%	311.641,00	3,042%
Amapá	140,00	0,001%	135,00	0,001%
Amazonas	3.828,00	0,038%	3.600,00	0,035%
Bahia	104.863,00	1,030%	108.441,00	1,058%
Ceará	19.149,00	0,188%	16.123,00	0,157%
Distrito Federal	456,00	0,004%	296,00	0,003%
Espírito Santo	76.683,00	0,753%	71.733,00	0,700%
Goiás	930.052,00	9,136%	931.342,00	9,091%
Maranhão	47.685,00	0,468%	45.633,00	0,445%
Mato Grosso	291.100,00	2,860%	280.191,00	2,735%
Mato Grosso do Sul	546.099,00	5,365%	658.282,00	6,425%
Minas Gerais	917.878,00	9,017%	911.614,00	8,898%
Pará	13.301,00	0,131%	13.359,00	0,130%
Pará	13.301,00	0,131%	13.359,00	0,130%
Paraíba	120.559,00	1,184%	122.770,00	1,198%
Paraná	626.375,00	6,153%	656.429,00	6,407%
Pernambuco	315.467,00	3,099%	260.195,00	2,540%
Piauí	15.022,00	0,148%	15.353,00	0,150%
Rio de Janeiro	79.388,00	0,780%	56.770,00	0,554%
Rio Grande do Norte	59.491,00	0,584%	60.489,00	0,590%
Rio Grande do Sul	19.508,00	0,192%	17.828,00	0,174%
Rondônia	2.393,00	0,024%	4.965,00	0,048%
Roraima	290,00	0,003%	246,00	0,002%
São Paulo	5.576.838,00	54,783%	5.590.586,00	54,568%
Santa Catarina	8.030,00	0,079%	7.628,00	0,074%
Sergipe	57.258,00	0,562%	58.499,00	0,571%
Tocantins	36.395,00	0,358%	37.875,00	0,370%
Brasil	10.179.827,00	100,000%	10.245.102,00	100,000%
Região Centro-Sul	9.072.407,00	89,121%	9.182.699,00	89,630%
Região Norte-Nordeste	1.107.420,00	10,879%	1.062.403,00	10,370%
Brasil	10.179.827,00	100,000%	10.245.102,00	100,000%

Fonte: https://goo.gl/GfyqNe. Acesso em: 19 set. 2018.

Mesmo apresentando características climáticas muito bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco na quase totalidade do seu terreno, o estado de São Paulo vem sofrendo nos últimos anos muitos problemas por adversidades climáticas. Assim como o estado de São Paulo, a maioria dos estados da Federação passa por adversidades climáticas. Usando como exemplo o estado de São Paulo, podemos perceber que nos anos de 2013 e 2014 os baixos níveis de precipitação ocasionaram uma situação de sérios problemas não apenas para a agricultura, mas também para a indústria e para o consumo humano (DRUGOWICH *et al.*, 2017).

Essas variações servem como um alerta para que o homem proceda o fornecimento de água na agricultura de forma mais equilibrada, minimizando o desperdício por meio de métodos de manutenção de água no solo, como o plantio direto na palha. Esse método produz uma região de isolamento térmico e uma quebra da tensão superficial do solo, reduzindo a evaporação da água do solo, preservando com mais eficiência a água oriunda das chuvas e o fornecimento artificial da água apenas quando necessário e na medida certa, com a irrigação suplementar.

O déficit hídrico na cultura da cana-de-açúcar não se limita a regiões áridas e semiáridas, pois a irregularidade de chuvas em regiões úmidas pode ocasionar o déficit nas plantas, ocasionalmente reduzindo a produtividade. Santos (2005), estudando o cultivo da variedade SP80 1842 – cultivada com irrigação por gotejo na região de Ribeirão Preto/ SP –, obteve produtividade de 173 TCH com irrigação e 144 TCH sem irrigação, ou seja, a irrigação promoveu aumento de 29 TCH, equivalente a acréscimo de 20% na produtividade. Além dessa vantagem, observa-se também o aumento no teor de sacarose, a precocidade da colheita, a longevidade do canavial e a redução no tombamento das plantas, o que posteriormente facilita a colheita mecanizada (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Existem diferentes técnicas de irrigação que podem ser aplicadas à cultura da cana-de-açúcar, e entre elas podemos citar:

- Irrigação de salvamento: consiste na aplicação de água ou vinhaça aplicadas duas ou três vezes após o plantio e o corte da lavoura. Tem por objetivo garantir a germinação e o estabelecimento primário das plantas. Não tem compromisso de atender à necessidade plena da cultura.
- Irrigação com déficit hídrico controlado: as aplicações têm por objetivo atender parte da demanda hídrica da cultura. Pode ser utilizada no ciclo inteiro mas, principalmente, durante o desenvolvimento vegetativo e a maturação.

- Irrigação suplementar: estuda a disponibilidade de água oferecida naturalmente pelas chuvas, por exemplo, e quando da necessidade hídrica, aplica-se a água ou vinhaça necessárias.
- Irrigação total: busca atender toda a demanda hídrica da cultura. É o método menos utilizado em função do seu custo e deve ser indicado para regiões áridas onde a contribuição das chuvas pode ser desconsiderada.

Ao escolher o melhor ambiente de produção e planejar a melhor forma de disponibilizar a água ou a vinhaça para o trato da lavoura, o produtor tem grandes chances de atingir bons patamares de produção. Contudo, para que a lavoura seja devidamente colhida e para que a rebrota da cana soca ocorra para o próximo ano, não devemos esquecer de planejar as operações de corte, carregamento e transbordo (CCT), afinal toda a produção dos campos de produção deve atingir a unidade esmagadora da usina em tempo hábil e no máximo produtivo de cada talhão do campo.

Gualda (1995), define o sistema de corte, carregamento e transbordo (CCT) de cana-de-açúcar como uma coleção de componentes conectados por algum tipo de interação que responde a estímulos de demanda. É operado da seguinte forma: corte manual ou mecanizado, precedido ou não por queimada, cujo carregamento é feito quase em sua totalidade de forma mecanizada e seu transporte efetuado por caminhões. Assim, verifica-se que as operações de CCT tem uma grande dependência da mecanização e, por isso, requerem uma logística para tal.

Dois fatores que intensificaram a mecanização nas operações de CCT devem ser destacados: o primeiro foi a regulamentação da queimada proposta pela Lei Estadual paulista nº 11.124/02, que determina a eliminação total da queima na colheita até 2031 ou 2017 para as usinas que aderirem ao Protocolo Ambiental, que dá um Certificado de Conformidade Agroambiental em sintonia com exigências ambientais de novos mercados. O segundo está na dificuldade de contratação de mão de obra devido à escassez de cortadores e a fiscalização do ministério público no que diz respeito às condições de trabalho (RODRIGUES, 2006).

Esses fatores deixaram no aspecto ambiental seus impactos positivos com a redução significativa das queimadas, mas também deixaram impactos negativos, como a compactação do solo, que devem ser observados pelo gerente na colheita. Assim, a determinação da umidade do solo antes da realização das operações mecanizadas torna-se indispensável, pelo fato de essa determinação governar a capacidade de suporte de carga do solo (KONDO; DIAS JÚNIOR, 1999).

Outro fator relevante para a colheita da cana-de-açúcar é o número de dias que a máquina não irá operar no campo em função da umidade do solo, já que a chuva proporcionará ao equipamento o risco de atolar ou ainda desestruturar o solo encharcado (MILAN; ROSA, 2015).

Pesquise mais

Você sabia que a variedade de cana-de-açúcar mais plantada no Brasil é a RB867515? Essa variedade tem uma série de vantagens, entre elas seu excelente desempenho em solos de textura arenosa, além da sua rápida recuperação ao estresse hídrico. Essa e outras informações sobre RB867515 você encontrará na página 102 da publicação *45 Anos de Variedades RB de cana-de-açúcar*.

Agora que você compreende a necessidade da escolha do ambiente e do manejo da água desde o plantio até a operação de colheita, podemos seguir nossos estudos e verificar como cada fator deve ser avaliado para atingir bons patamares de colheita.

Sem medo de errar

Pois bem, você já sabe que, de forma geral, a lavoura canavieira é dividida em talhões que são agrupados em ambientes de produção. Estes são caracterizados em função do seu maior ou menor potencial produtivo. Após refletir sobre o que caracteriza o potencial produtivo de um ambiente de produção, foi identificado que vários fatores devem ser considerados por você, gerente, para realizar a implantação da lavoura, entre eles: condições edafoclimáticas da região, condições físicas e nutricionais do solo, além da disponibilidade de água para executar o manejo adequado, garantindo que a produção seja constante e maximizada.

E como deve ser feita a distribuição das variedades de cana-de-açúcar em função dos ambientes de produção? Ela deve ser feita levando-se em consideração as informações contidas nos catálogos de variedades que são formulados por suas empresas desenvolvedoras. Assim, você, gerente de produção na unidade de campo, poderá associar a melhor variedade para cada ambiente de produção que foi previamente demarcada segundo a Tabela 1.6 do texto.

Sabendo do tamanho das áreas destinadas ao cultivo da lavoura canavieira, como você deve pensar as questões hídricas? Em um primeiro momento, a água deve ser considerada para caracterizar o ambiente de produção. Vimos que água é um fator determinante para a produção, mas também vimos que

a cultura da cana-de-açúcar suporta bem algum déficit hídrico e que entre os principais fatores, a disponibilidade de água e os custos relacionados à irrigação devem ser levados em consideração para tomar decisões relacionadas à irrigação ou não, e que se a ela estiver disponível no solo no momento da colheita pode atrapalhar o trânsito do maquinário e impedir a realização do cronograma de colheita do talhão.

No caso da variedade RB86 7515, suas informações estão amplamente organizadas no catálogo de variedades da RIDESA intitulado: *45 Anos de variedades RB de cana-de-açúcar*. Discutem-se aí amplamente as características morfológicas e suas implicações no ambiente de produção, além da tolerância a baixos índices de umidade que essa variedade suporta.

Avançando na prática

Como os ambientes de produção interferem no melhoramento genético?

Descrição da situação-problema

Imagine agora que você é um pesquisador da RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) e que durante um simpósio de cana-de-açúcar alguns estudantes de graduação do curso de agronomia o abordaram com a seguinte questão: sabe-se que a Serra do Ouro em Mucuri – Alagoas é o local onde a RIDESA, em parceria com a UFAL (universidade Federal de Alagoas), efetua os cruzamentos entre variedades de cana-de-açúcar em seu programa de melhoramento genético, mantendo uma grande coleção de germoplasmas em suas dependências. Dentre os fatores relacionados ao ambiente de produção, podemos dizer que a fertilidade daquela região é o principal fator relacionado à escolha da Serra do Ouro para efetuar os cruzamentos da cana-de-açúcar?

Resolução da situação-problema

Certamente a fertilidade do solo contribui positivamente para o bom desenvolvimento das plantas, contudo a Estação Serra do Ouro, criada em 1967, entre outros fatores, tem pluviosidade anual média de 2.363 mm, temperatura mínima média de 18,2 ºC e temperatura máxima média de 27,9 ºC. Por sua localização e clima privilegiados, permite o florescimento abundante e natural da cana-de-açúcar; condições indesejadas para a produção de açúcar e álcool, mas necessárias para a realização de hibridações previamente planejadas pelos pesquisadores da RIDESA. Por esse motivo, a Serra do Ouro passou para a UFAL o atendimento aos programas de obtenção de cultivares RB da

RIDESA, com a gestão do PMGCA (Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar) do Centro de Ciências Agrárias da UFAL. A partir das sementes produzidas na Serra do Ouro foram geradas 94 cultivares, sendo 75 liberadas pela RIDESA (DARROS; OLIVEIRA; BARBOSA, 2015).

Faça valer a pena

1. Além do aumento na produtividade, a irrigação possibilita o aumento no teor de sacarose, a precocidade da colheita, a longevidade do canavial, redução no tombamento das plantas, o que facilita posteriormente a colheita mecanizada.

Existem diferentes técnicas de irrigação que podem ser aplicadas à cultura da cana-de-açúcar; dentre elas podemos destacar como CORRETA:

a) Irrigação de salvamento: consiste na aplicação de água ou vinhaça aplicadas duas ou três vezes após e o plantio o corte da lavoura, tem por objetivo garantir a germinação e o estabelecimento primário das plantas. Além disso, tem compromisso de atender a necessidade plena da cultura.
b) Irrigação com déficit hídrico controlado: as aplicações têm por objetivo atender parte da demanda hídrica da cultura. Deve ser usada exclusivamente durante o desenvolvimento vegetativo e a maturação.
c) Irrigação suplementar: estuda a disponibilidade de água oferecida artificialmente pelas chuvas, por exemplo, e quando da necessidade hídrica, aplica-se a água ou vinhaça necessárias.
d) Irrigação total: busca atender toda a demanda hídrica da cultura. É o método menos utilizado em função do seu custo e deve ser indicado para regiões áridas onde a contribuição das chuvas pode ser desconsiderada.
e) Irrigação total: busca atender toda a demanda hídrica da cultura. É o método mais utilizado em função do seu baixo custo e deve ser indicado para regiões áridas onde a contribuição das chuvas pode ser desconsiderada.

2. *Stand* consiste no número de plantas que devemos dispor por unidade de área. Geralmente para a cana-de-açúcar deseja-se um stand de 12 a 18 gemas por metro linear com espaçamentos variando entre 0,90 e 1,40 m entre linhas. Sendo assim, uma população ideal de gemas para 1 ha (10.000 m2) é de 85.714 a 128.571 plantas instaladas no campo quando se considera o espaço entre linhas de 1,40 m. Esse espaço é geralmente mais utilizado para as usina sucroalcooleiras em função da necessidade das operações de mecanização na lavoura.

Na implantação de uma lavoura de cana-de-açúcar optou-se pelo uso da variedade RB86 7515. Sabe-se que o recomendado é o plantio de 15 gemas por metro linear, admitindo-se o uso de espaçamento entre linhas de 1,40 m em função das operações de mecanização. Considerando a germinação de 100% das gemas, o *stand* deste setor de plantio será de:

a) 107.145 plantas por ha.
b) 117.145 plantas por ha.
c) 127.145 plantas por ha.
d) 147.145 plantas por ha.
e) 157.145 plantas por ha.

3. Mesmo apresentando características climáticas muito bem definidas, como verão chuvoso e inverno seco, na quase totalidade do seu terreno o estado de São Paulo vem sofrendo, nos últimos anos, muitos problemas por adversidades climáticas. Nos anos de 2013 e 2014 os baixos níveis de precipitação ocasionaram uma situação de sérias dificuldades não apenas na agricultura, mas também para a indústria e para o consumo humano.

Com base nestas informações, a recomendação para fornecimento de água para a cultura prevê o plantio direto na palha como medida mitigadora de redução da perda de água na lavoura canavieira. Por quê? Assinale a alternativa correta.

a) A lavoura vai absorver a água oriunda da palhada, evitando a perda da água que foi previamente estocada no tecido vegetal.
b) A palhada induzirá a população de microrganismos do solo a buscar a água da subsuperfície.
c) O plantio direto na palha faz com que as raízes não se aprofundem muito no solo, e assim elas absorvem mais água da atmosfera.
d) A palhada produzirá uma região de isolamento térmico e quebra da tensão superficial do solo, reduzindo a evaporação da água do solo e preservando com mais eficiência a água oriunda das chuvas.
e) A palhada aumentará o efeito da erosão provocada pelas gotas da água de chuva quando esta atingir o solo.

Referências

CASA GRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia de cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP. 1991. 157 p.

CAVALCANTE, M. S. **A verdadeira história da cachaça**. São Paulo: Sá Editora, 2011. 608 p.

DARROS, E.; OLIVEIRA, R. A.; BARBOSA, G. V. S. (orgs). **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar**: 25 anos de Ridesa; 1. ed. Curitiba: Graciosa, 156p., 2015.

DRUGOWICH, M. I.; D'AURIA, M. G. D. P. M. (Coord). **A água na agricultura**. Campinas, CATI. 44 p. ilus. 21cm (Cartilha), 2017.

GUALDA, N. D. F. **Terminais de transporte:** Contribuição ao planejamento e ao dimensionamento operacional. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1995.

KONDO, M. K.; DIAS JÚNIOR, M. S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, 1999.

MACEDO, I. C. (Org.). **A energia da cana-de-açúcar**. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis e Vertecchia, 2005.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar, aspectos do metabolismo do carbono na planta. *In:* CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Y. (ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Potafos, 1987. p. 113-118.

MILAN, M.; ROSA, J. H. M. Corte, transbordo e transporte (CTT): aspectos relevantes e uso da modelagem para o CTT *In:* BELARDO, G. C. *et al.* **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015 p. 415-428.

LAWRANCE, J. F. **Enciclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition**. Academic Press, 1993, p. 3951-3952.

PINAZZA, A. H. Implicações da gerência agrícola nas usinas e destilarias. **Brasil Açucareiro**, 103, p. 26 – 27,1985.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. *In:* **Encarte de informações agronômicas**. International Plant Nutrition Institute (INPI), n. 110, jun. 2005.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu. 1995. 101 p.

RODRIGUES, L. **O Processo de Terceirização e a presença de arranjos institucionais distintos na colheita de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (ed.). **Cana-de-açúcar:** bioenergia, açúcar e álcool. Viçosa, 2010. 577 p.

SANTOS, M. A. L. **Irrigação suplementar de cana-de-açúcar** (*Saccharum* spp). Um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas. 2005. 100 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005

SHARPE, P. Sugar Cane: Past and Present. Ethnobotanical Leaflets, Southern Illinois University. N. 3, 1998. Disponível em: https://opensiuc.lib.siu.edu/ebl/vol1998/iss3/6/. Acesso em: 8 set. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). **A história da cana-de-açúcar** – da antiguidade aos dias atuais. Disponível em: http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=993. Acesso em: 21 ago. 2018.

Unidade 2

Aspectos de manejo, cultivo e colheita da cultura da cana-de-açúcar

Convite ao estudo

Caro aluno, na unidade curricular anterior, você teve a oportunidade de vivenciar a tomada de decisão na usina estudada quando planejou a área a ser plantada, tanto para os campos novos de produção como para a necessidade de replantio. Ainda, verificou os diferentes tipos de ambientes e como eles interferem nos aspectos morfológicos e ecofisiológicos da cultura; desta forma, percebeu o que deve ser levado em consideração na escolha das variedades para cada ambiente. Agora, é chegado o momento de conduzir a cultura no campo.

Agora, você se encontra na seguinte tarefa da mesma usina sucroalcooleira: você foi transferido para a unidade denominada Santa Rita, próxima a Ribeirão Preto, em São Paulo. Essa unidade tem um regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano, não necessitando de irrigação, e prima pelo plantio e pela colheita mecanizados. Lá, você deverá tomar conta de diferentes talhões que apresentam variados estágios de desenvolvimento. Alguns estão sendo implantados neste ano, outros estão em manutenção e em diferentes idades de cortes, contudo todos estarão sob sua responsabilidade para as operações de colheita e você deverá elaborar um plano de manejo para essa cultura. Desde agora você deve ter em mente que existem situações que ocorrem no campo e são destinadas ao plantio. Essas operações são realizadas em função de alguns fatores determinados pelo manejo da usina, por exemplo, se a colheita for mecanizada, o plantio tem de contemplar o espaçamento destinado ao rodado do trator.

Após o plantio, o seu trabalho será o de potencializar a produção da cana-de-açúcar, para isso, diversas ações relacionadas aos tratos culturais, ao manejo de plantas daninhas, às pragas e doenças e à operação de adubação devem ser consideradas. Por fim, quanto à colheita, que é o momento mais aguardado por você e pela planta de moagem, como fazer para sincronizá-la com as necessidades da usina? Que tipo de manejo será feito para impedir a perda de produtividade da sacarose que ocorre caso a cultura inicie a sua florada? Esses e outros raciocínios deverão ser desenvolvidos ao longo deste material.

Seção 2.1

Plantio da cana-de-açúcar

Diálogo aberto

Caro aluno, neste momento, já temos uma boa bagagem relacionada à cana-de-açúcar. Entendemos como demarcar os ambientes de produção e como escolher uma variedade que melhor se adapte aos ambientes disponíveis na propriedade. Vimos, também, que o planejamento envolve atender ao cronograma da planta de moagem da usina, para isso, precisamos proceder com o plantio de variedades que possam ser colhidas em diferentes épocas do ano e, assim, manter a usina funcionando o maior número de meses possíveis.

Enfim, com a etapa de planejamento feita, agora temos que plantar. Imagine a seguinte situação: você foi contratado pela usina que descrevemos e deverá executar o plantio de 100 ha de cana-de-açúcar em uma área que já estava ocupada por essa cultura há mais de 10 anos. Algumas decisões devem ser tomadas neste momento, mas, antes, devemos observar as condições ambientais. Existe a necessidade de fazer operações pesadas com maquinário, a fim de limpar a área? Para o preparo do solo para o plantio, será realizado aração, gradagem, subsolagem? Qual espaçamento será adotado para o plantio em questão? Como vai proceder quanto à determinação dos carreadores?

Não são poucas as tarefas para executar no plantio de um canavial, então, a partir de agora, você terá condições de definir um roteiro necessário para isso, visando atender a uma demanda em larga escala, uma vez que você encontrará, nesta seção, os argumentos necessários para fazer essa escolha. Bom trabalho!

Não pode faltar

A cana-de-açúcar, na Região Centro-Sul do Brasil, pode ser plantada o ano todo, contudo alguns fatores, como a disponibilidade hídrica, devem ser levados em consideração, além das características de variedade quanto à maturação e ao ciclo fenológico (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010). As principais designações recebidas pela cana-de-açúcar e os períodos aos quais elas estão relacionadas são:

- Cana-de-ano: recebe esse nome quando é plantada entre os meses de setembro e início de dezembro. Apesar de apresentar baixa produtividade – abaixo de 100 *t / ha* –, tem como vantagem o fato de já ser colhida na safra seguinte.

- Cana-de-ano-e-meio: recebe esse nome pelo fato de sua primeira colheita ocorrer entre 16 e 18 meses após o plantio. Como a planta vegeta mais neste período, a principal vantagem se relaciona à sua elevada produtividade – acima de 120 *t / ha*. Seu plantio ocorre entre janeiro e abril.
- Cana-de-inverno: plantada de maio a agosto, geralmente período de seca na Região Centro-Sul, esse tipo de cana necessita de irrigação devido à baixa disponibilidade de água. Apresenta produtividades acima de 100 *t / ha*.

A cultura da cana-de-açúcar tem como característica comercial o fato de reproduzir por clones, o que caracteriza a reprodução assexuada. Esse fato faz com que seu plantio seja extremamente trabalhoso, envolvendo muitas pessoas, pois gasta em mudas de 8 a 12 *t / ha* de material botânico no plantio. A propagação clonal ainda gera problemas fitossanitários diversos, inclusive e, sobretudo, doenças sistêmicas, como as viroses, uma vez que o controle requer adequado preparo das mudas no viveiro para garantir elevada taxa de sanidade e indispensável autenticidade varietal (SANGUINO; MORAES; CASAGRANDE, 2005)

As medidas de controle fitossanitário requeridas levam à necessidade de a usina, muitas vezes, instalar áreas de viveiro, as quais devem ser levadas em conta na produção das mudas e ter seus custos viabilizados, assim, elas são divididas em viveiro básico, e este fornecerá as primeiras mudas, que serão multiplicadas nos viveiros primário e secundário.

Os viveiros básicos, também denominados de pré-primários, têm o maior custo de implantação, uma vez que eles são os locais onde as gemas provenientes das variedades escolhidas pela usina passam por tratamento térmico, que consiste em promover o aumento da temperatura das gemas de plantio por um período de tempo controlado, a fim de reduzir o inóculo de doenças sistêmicas na muda que será plantada, garantindo a sua qualidade.

Posteriormente, montam-se os viveiros primários com as mudas oriundas dos viveiros básicos. Eles são constituídos pela soca e pelas mudas originadas do viveiro básico. Sua função é montar o viveiro secundário, ou seja, aumentar a quantidade das variedades de interesse, mantendo a qualidade sanitária.

Os viveiros secundários originam-se da multiplicação da soca do viveiro básico e da cana planta do primário. Seu tamanho, portanto, é de 10 a 15 vezes superior à soma das áreas dos anteriores. Espera-se que, neste estágio, a usina já tenha material genético suficiente para iniciar os campos de produção futuros.

Estes campos de viveiros devem ser planejados de forma a atender à demanda de produção da usina em ambientes favoráveis à produção da variedade em questão e o mais próximo possível da área de plantio em escala comercial.

A escolha da variedade de cana-de-açúcar que se deve plantar já foi feita, uma vez que já conhecem os ambientes disponíveis. Agora, deve-se iniciar o preparo do solo, definir o espaçamento do plantio e preparar as mudas. Para o preparo do solo, deve-se verificar a necessidade de fazer a limpeza do terreno. Essa operação consiste na eliminação dos restos culturais das culturas anteriores, por meio do uso de dessecantes, ou mecanicamente, com o emprego de grades aradoras. Sempre que possível, obstáculos para o plantio, como raízes de árvores, tocos e pedras, devem ser removidos, para otimizar a área, facilitando as futuras operações.

Durante essas operações, deve-se pensar na configuração dos talhões, que são as unidades operacionais básicas para o plantio da cana-de-açúcar. Mesmo com áreas em formatos variados, não se recomendam talhões superiores a 20 ha. Para o dimensionamento deles, uma série de fatores, como variedade utilizada, topografia, forma do terreno e tipos de solo, devem ser considerados. Não devemos esquecer que nestes talhões devem ser contempladas as estradas destinadas ao trânsito de máquinas e equipamentos destinados às operações de plantio, à manutenção dos tratos culturais e à colheita (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Como as atividades relacionadas ao uso de maquinário agrícola são consideradas onerosas, uma vez que seu uso implica alto consumo de combustível, manutenção de equipamentos e a oportunidade de uso, ou seja, se a máquina está sendo utilizada em um ponto da lavoura, logicamente, não estará sendo utilizada em outro ponto. Um fator deve ser especialmente considerado para o dimensionamento dos carreadores: a otimização do maquinário, em especial, das colheitadeiras que são utilizadas em momento muito específico do cultivo. Para tal procedimento, deve-se evitar ao máximo as manobras no meio da área de plantio. Estas são destinadas ao reposicionamento da máquina de forma que ela possa entrar em uso contínuo; quando está sofrendo alguma operação de manobra, ela não está executando a operação a qual se destina, por isso, o posicionamento dos carreadores deve ser muito bem dimensionado.

As principais funções dos carreadores são o trânsito de veículos e o transporte de insumos destinados a abastecer a lavoura e promover a retirada do material colhido para a indústria. Dentre os cuidados, deve-se levar em consideração a sua localização dentro da usina, uma vez que existem carreadores que receberão maior tráfego de equipamentos, sendo assim, sua

largura varia de 3 a 10 m. Esses fatores relacionam-se com a importância da logística, por exemplo, a passagem de maquinário em mão única, ou se há a possibilidade de ocorrer cruzamento de maquinário no mesmo carreador (PRADO, 2005).

Como definir o espaçamento a ser utilizado na cana-de-açúcar? Geralmente, os espaçamentos adotados para a cana-de-açúcar são caracterizados como simples ou combinados. No espaçamento simples, mais indicado para ambientes declivosos, a distância entre os sulcos de plantio é constante em toda área plantada; já no combinado, no mesmo talhão, observam-se faixas com espaçamento alternado, facilitando o trânsito de maquinário. Para entender melhor, imagine que o espaçamento combinado se caracteriza por duas linhas espaçadas de 0,4 a 0,3 m, com entrelinhas espaçadas de 1,4 a 1,5m, respectivamente, totalizando 1,8 m entre as linhas duplas. Esse espaçamento auxilia na passagem do maquinário agrícola de forma que o rodado não pisoteie a soqueira da cana-de-açúcar (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Exemplificando

Imagine a seguinte situação: você fez o plantio de uma variedade em uma área esperando colher 100 toneladas por ha. Um fator muito importante que deve ser levado em consideração é a capacidade de lotação da colheitadeira. A colheitadeira que a usina possui tem capacidade de lotação entre 6 e 7 toneladas, a partir daí ela precisa ser esvaziada para continuar a colheita. Sabendo disso, qual distância deve ser utilizada na linha sulcação destinada a fazer as linhas de plantio?

Pense que o espaçamento adotado entre as linhas de plantio foi de 1,80 m (espaçamento duplo), sendo assim, em um hectare cabem, aproximadamente, 5.555 m lineares, e cada metro de plantio produz, em média, 18 kg de cana-de-açúcar. Para lotar a colheitadeira, seriam necessários 388 m lineares, sendo assim, um bom espaçamento entre carreadores para o plantio da cana-de-açúcar seria de, aproximadamente, 400 m, uma vez que a colheitadeira seria esvaziada no transbordo no carreador a cada passada na lavoura.

Na confecção do sulco de plantio, as dimensões mais recomendadas são 20 a 30 cm, e profundidade com a sobreposição de terra entre 5 e 8 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco, variando, principalmente, em função do tipo de solo, sendo que, em solos mais leves, admitem-se maiores sobreposições.

Vocabulário

Podão: ferramenta semelhante a um facão, que é utilizada nas operações de colheita e plantio da cana-de-açúcar.

Rebolo: tolete utilizado para o plantio da cana-de-açúcar. Geralmente, é cortado exibindo três gemas, por apresentarem, desta forma, uma melhor probabilidade de formar touceiras mais vigorosas.

Devido ao intenso preparo do solo, como aração, gradagem, preparo de sulcos de plantio profundos e subsolagem, recomenda-se o nivelamento e a sistematização das áreas em curvas de nível, para evitar perda de solo fértil por erosão, que, além de reduzir a fertilidade natural do solo, também promove o assoreamento dos leitos de rio (STORINO; PECCHE; KURACHI, 2008).

Outro fator que influencia na decisão por sistematizar o terreno está ligado à qualidade do rendimento do trabalho dos equipamentos utilizados na condução do canavial. Assim, aspectos como a concavidade e a ondulação do terreno deverão ser avaliados e, quando seus efeitos negativos aumentarem significativamente o custo de produção, recomenda-se a sistematização. Vale ressaltar que a própria operação de sistematização tem elevado custo, uma vez que promove a movimentação de terras, porém os benefícios, quando bem dimensionados, superam os custos ao longo dos ciclos de colheita.

Após todas as decisões tomadas mediante o preparo do terreno, um cuidado que não deve faltar é a escolha das mudas. Neste momento, as variedades já foram determinadas, o que deve ser feito é o preparo das mudas, as quais devem ser livres de pragas e doenças, a fim de impedir que estas sejam levadas para o canavial. Como você já sabe, a cana-de-açúcar é um planta semiperene e seu plantio é realizado a cada seis anos ou mais, o que torna as operações de preparo muito importantes para a qualidade da muda. Segundo Santos, Borém e Caldas (2010), as principais recomendações para produção da muda são:

- Uso de rebolos (colmos) sadios oriundos de canavial de cana planta, com idade entre 9 e 12 meses, que tenham passado por tratamento térmico.
- O tratamento térmico da muda de cana-de-açúcar é recomendado para mudas oriundas do corte de lavouras de cana planta ou cana soca de primeiro corte e consiste em submeter os colmos a uma temperatura de 50,5 °C por um período de duas horas. Após esse tempo, a muda deve ser retirada da água quente e permanecer na sombra até ser levada para o plantio. Esse procedimento objetiva controlar o raquitismo da soqueira, que é uma doença bacteriana provocada pela *Leifsonia xyli* subsp. *Xyli*.

- Desinfecção do **podão** (instrumento utilizado tanto na colheita da cana-de-açúcar a ser usada nas mudas como na operação do corte dos toletes durante o plantio). Esse cuidado é muito recomendado, uma vez que o podão é um importante propagador de doenças, como escaldadura e raquitismo. Sua desinfestação deve ser feita mergulhando-se o podão em uma solução com creolina a 10% durante meia hora antes de iniciar as operações e ao término do dia de serviço. Ao longo do dia, mergulhos rápidos e constantes devem ser realizados nesta solução.
- Rouging: operação de inspeção sanitária realizada na área do canavial destinada ao viveiro, ou seja, no talhão da cana planta ou soca de primeiro corte. Nos locais onde forem retiradas as mudas destinadas ao plantio, recomenda-se uma inspeção sanitária periódica em intervalos inferiores a um mês, com a finalidade de erradicar toda a touceira que apresentar sintomas patológicos, ou ainda características diferentes da variedade de interesse.
- Rotação de cultura: quando se fizer necessária a reforma do canavial, durante o período ocioso do terreno entre a colheita e o novo plantio, recomenda-se efetuar o plantio de culturas de outra família taxonômica e de ciclo curto, como soja, feijão e amendoim, que são culturas bastante indicadas para a rotação com a cana-de-açúcar.

Assimile

O tratamento térmico da muda de cana-de-açúcar é recomendado para aquela oriunda do corte de lavouras de cana planta ou cana soca de primeiro corte e tem por objetivo a formação dos viveiros básico e primário.

Após as mudas estarem preparadas, inicia-se o plantio propriamente dito. Desde sua chegada ao Brasil, o plantio da cana-de-açúcar demanda uma grande quantidade de mão de obra. O plantio mecanizado teve seu início no país apenas em 1964, quando as usinas Santal e Motocana desenvolveram os primeiros protótipos destinados a esse tipo de plantio (RIPOLI *et al.*, 2006).

Desde esse período até os dias atuais, a mecanização evoluiu bastante, mas grande parte das lavouras canavieiras do Brasil é plantada manualmente, por isso deve-se discutir estas duas principais formas de plantio.

O plantio manual, tecnicamente, deve ser considerado semimecanizado, uma vez que algumas etapas iniciais são feitas por operações mecanizadas, como abertura do sulco de plantio (sulcação) e fechamento dos sulcos (cobrição). Já a colocação das mudas no sulco, a picação e a redução do tamanho dos rebolos são feitas manualmente.

A sulcação, operação mecanizada, é feita de acordo com o espaçamento e a profundidade apresentados no projeto. Geralmente, aproveita-se esde momento para introduzir o adubo recomendado para o plantio.

Como, posteriormente, deverá passar um implemento distribuindo as mudas na área, existe a necessidade de deixar uma banqueta, ou seja, dois sulcos de plantio não abertos para que o caminhão com as mudas possa circular na área (Figura 2.1).

Figura 2.1 | Distribuição das mudas para plantio de cana-de-açúcar

Fonte: Eckardt e Aberu (2017, p. 26).

Assim, para que esta banqueta possa ser plantada na sequência, um trator deverá passar após a passagem do caminhão que distribuiu as mudas, para não haver falta destas no campo. Nos sulcos próximos à banqueta, tanto na direita como na esquerda, deverá ser disponibilizado o dobro da quantidade de mudas, de forma que estas sejam redistribuídas após a passagem do sulcador que vem após o caminhão.

As mudas utilizadas no plantio foram previamente tratadas e, no momento da distribuição, arrumação e picação dos rebolos no sulco, deverá atender à seguinte condição: cada rebolo precisa conter três gemas (aproximadamente, 50 cm), e essa operação de distribuição ocorre imediatamente após a passagem do caminhão que distribuiu as mudas. Geralmente, a operação envolve entre 12 e 16 trabalhadores, divididos entre cargueiros (responsáveis por jogar as mudas dos caminhões nos sulcos), picadores (responsáveis por reduzir o tamanho dos rebolos até três gemas) e plantadores e distribuidores, que arrumam as mudas nos sulcos de plantio de forma a atender à necessidade de gemas por metro linear definida em projeto (Figura 2.2).

Figura 2.2 | Distribuição manual das mudas durante a operação de plantio

Fonte: https://pt.slideshare.net/janielsonlimah/processo-de-produo-do-etanolda-matria-prima-ao-produto-final. Acesso em: 21 out. 2018.

Finalmente, após distribuir as mudas, é necessário cobri-las o mais rápido possível, a fim de reduzir a perda de água das paredes expostas do sulco de plantio e, assim, evitar o ressecamento dos toletes pela exposição ao sol direto. Essa operação é feita mecanicamente por implementos denominados cobridores.

O plantio mecanizado apresenta uma série de vantagens, como maior controle da execução das diversas fases do plantio, já que toda operação é sincronizada e cadenciada pela máquina.

De acordo com Santos, Barém e Caldas (2010), a distribuição das mudas, neste sistema, pode ser feita de duas formas: com a cana inteira e com a cana picada.

- Plantio mecanizado com distribuição de cana inteira: consiste na colheita anual da cana-de-açúcar, a qual será disponibilizada em carretas, e estas se acoplarão a um implemento que sulca, aduba, pica e distribui o rebolo no terreno. Esse sistema necessita de mão de obra apenas para colocar a cana inteira na prancha de preparo e distribuição da muda. Apresenta rendimento de 0,5 *ha/h* (Figura 2.3).

Reflita

Com a evolução do plantio manual para o mecanizado na lavoura de cana-de-açúcar, verifica-se o aumento da eficiência nas operações de plantio, sendo o coeficiente de rendimento um dado importante para

expressar essa eficiência. De posse dessa informação, verifique que existe uma tendência natural de redução no número de trabalhadores não especializados ou com baixa qualificação no campo. Como você poderia auxiliar na recolocação deles em outras atividades da usina?

Figura 2.3 | Distribuição de mudas de cana inteira

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=mI4VCcp8Kw0. Acesso em: 21 out. 2018.

Já no plantio mecanizado de cana picada, as mudas são colhidas mecanicamente e toda operação ocorre independentemente de mão de obra. A grande vantagem está no rendimento operacional, que é de 0,8 a 1,2 *ha/h*. (Figura 2.4).

Figura 2.4 | Distribuição de mudas de cana inteira

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=0tO3hB_Vlqk. Acesso em: 21 out. 2018.

Pesquise mais

Usualmente, o plantio da cana-de-açúcar é realizado pelo plantio de um segmento do colmo da planta que apresenta entre três e quatro nós. Isso envolve a movimentação de grande quantidade de material vegetal (aproximadamente, 20 toneladas por ha), fazendo com que as operações de plantio tenham grande participação de pessoas no campo.

Conheça o sistema "Plene", que consiste no plantio de uma muda constituída de apenas um nó, preparado de forma que possa ser intensamente mecanizado e rápido e transportar uma quantidade de mudas de, aproximadamente, 200 kg por ha, fazendo com que o produtor possa plantar na janela ideal para plantio, otimizando a produtividade das plantas.

Para maiores informações, leia o artigo:

OLIANI, V. S.; PASQUALETO, A.; MENDONÇA, D. A. Comparação da técnica plene com o sistema convencional de plantio da cana-de-açúcar. CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 4., 2014, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: [s.n.], 2014.

A partir destas informações, você pode perceber que o plantio da cana-de-açúcar passa por diversas etapas, desde a sistematização do terreno, o sulco de plantio, o preparo das mudas, a escolha do espaçamento e o dimensionamento de carreadores, que devem levar em consideração até mesmo as operações de colheita. Ainda, verificou que a evolução do plantio passou por um período que era estritamente manual e, à medida que as máquinas evoluíram, a oportunidade de mecanizar o plantio foi se aprimorando cada vez mais.

Sem medo de errar

Até agora, vimos os procedimentos necessários para o preparo do terreno para o plantio e a escolha dos espaçamentos, entre carreadores e entre plantas. Como foi apresentado na problematização, toda etapa de planejamento pré-plantio já foi feita, portanto, agora, você foi contratado pela usina para atuar na Unidade Santa Rita e iniciar o plantio de uma nova área de cana-de-açúcar, contudo, ela já era cultivada por essa cultura há mais de 10 anos. Você recebeu da Unidade Santa Rita a determinação de prioridade para uso de máquinas nas operações de campo.

Observe que será necessária a limpeza da área, uma vez que plantios velhos de cana-de-açúcar apresentam touceiras desenvolvidas que podem atrapalhar o desenvolvimento das mudas destinadas ao novo plantio, sendo assim, operações de aração, gradagem, destoca e até mesmo subsolagem

devem ser realizadas, para que o solo apresente as melhores condições possíveis para o desenvolvimento da cultura.

A partir de um solo bem preparado e estruturado, a definição das dimensões do sulco de plantio e onde serão disponibilizados os carreadores para o trânsito de máquinas e equipamentos são a próxima etapa, assim, verifica-se que, em função da colheita e da variedade escolhida, a determinação do espaçamento pode ser alterada, variando de 0,9 m a 1,80 m com plantio em espaçamento duplo, uma vez que a empresa preza pelo uso da mecanização em todas etapas. Já os carreadores devem ser projetados de forma que ocorra o menor número de operações de manobras sobre a cultura, sendo que estas devem ser realizadas sobre os carreadores ou finais de linha de plantio.

Assim, observe a capacidade da colheitadeira disponível na fazenda e projete a linha de plantio de modo que o carreador seja posicionado em uma região próxima à descarga da colheitadeira, para que, dessa forma, o menor número possível de máquinas circule sobre o canavial, reduzindo os danos mecânicos provocados na touceira em função do trânsito de maquinário sobre a cultura.

Veja que o texto apresentou o caminho necessário para escolher as operações necessárias ao plantio, lembrando que a realização do dimensionamento de tamanho de carreadores e das operações de colheita está vinculada à capacidade do maquinário disponível na Unidade Santa Rita.

Avançando na prática

Desafio da colheita mecanizada – Longevidade da soqueira

Descrição da situação-problema

A colheita da cana-de-açúcar sempre foi um desafio para qualquer empreendimento de grande porte. Quando feita manualmente, havia a necessidade de contratação de grande quantidade de mão de obra temporária e, para viabilizar o trabalho destas pessoas, a queima era necessária, a fim de limpar o canavial, contudo a legislação proibiu essa prática. Para viabilizar o processo de colheita, a mecanização total ou parcial se apresenta atualmente como a única opção, uma vez que o corte mecânico viabiliza a colheita sem queima prévia, o que, por sua vez, viabiliza o aproveitamento do palhiço. A evolução da colheita mecanizada no estado de São Paulo passa por grandes desafios, dentre eles, a longevidade da soqueira é um dos principais,

pois as primeiras colheitadeiras promoviam danos a ela. A Unidade Santa Rita possui equipamentos de colheita modernos, contudo vem apresentando desgaste exagerado na soqueira, o que poderá, futuramente, reduzir sua vida útil. O que pode ser feito para melhorar a eficiência da colheitadeira?

Resolução da situação-problema

O corte da cana pelas colheitadeiras no campo é a operação mais importante para manter a longevidade da soqueira. Diversos estudos apontam o mecanismo de corte basal como responsável por uma boa quantidade das perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, além de proporcionar a incorporação de impurezas minerais, devido ao contato das lâminas com o solo. De forma geral, o que se deseja é um corte limpo e seco, o qual se consegue nas operações de colheita manual, assim, a possibilidade de desgaste da soqueira reduz, e a vida útil dela aumenta. As máquinas de colheita atuais evoluíram muito neste sentido, conseguindo atingir patamares muito próximos à qualidade de corte produzido na colheita manual, garantindo as condições agronômicas propícias para haver a rebrota do canavial sem a diminuição da produtividade nas safras futuras.

Uma forma de prevenir danos é verificar constantemente o desgaste das facas de corte, pois esta parte do equipamento pode influenciar nos índices de danos e abalos causados às soqueiras, podendo este ser um dos fatores principais desses problemas. Para evitar que a soqueira seja depreciada, uma ação preventiva que deve ser feita pelo agrônomo é a verificação junto aos operadores das colheitadeiras sobre o estado das facas de corte, que devem sempre estar dentro dos padrões recomendados para uso pelo fabricante.

Faça valer a pena

1. Após o preparo do terreno, faz-se necessária a escolha das mudas para o plantio. Neste momento, as variedades já foram determinadas, então, o que deve ser feito é o preparo das mudas, as quais precisam ser livres de pragas e doenças, a fim de impedir que estas sejam levadas para o canavial pelas próprias mudas. Como você já sabe, a cana-de-açúcar é uma planta semiperene e seu plantio é realizado a cada seis anos ou mais, o que torna as operações de preparo muito importantes para a qualidade da muda.

As principais recomendações para produção da muda, a fim de reduzir inóculos iniciais de doenças na área, são:

a) Eficiente limpeza do solo, removendo restos da cultura anterior.

b) Aração e gradagem eficientes, de forma a estruturar devidamente o solo.

c) Promover a subsolagem, a fim de evitar regiões de compactação.

d) Realizar o tratamento térmico, para minimizar os problemas gerados pelo raquitismo.
e) Definir corretamente o espaçamento entre carreadores.

2. Geralmente, os espaçamentos adotados para a cana-de-açúcar são caracterizados como simples ou combinados. No espaçamento simples, a distância entre os sulcos de plantio é constante em toda área plantada; já no combinado, no mesmo talhão, observam-se faixas com espaçamento alternado. Para entender melhor, imagine que o espaçamento combinado se caracteriza por duas linhas espaçadas de 0,4 a 0,3 m, com entrelinhas espaçadas de 1,4 a 1,5 m, respectivamente, totalizando 1,8 m entre as linhas duplas. Esse espaçamento auxilia sobremaneira a passagem do maquinário agrícola, de forma que o rodado não pisoteie a soqueira da cana-de-açúcar. (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010). Após a definição de espaçamento, deve-se proceder à confecção do sulco de plantio.

Sabendo que a cana-de-açúcar apresenta muita reserva em sua unidade reprodutiva e que as touceiras precisão de um bom espaço para seu desenvolvimento, quais são as dimensões indicadas para a confecção do sulco de plantio?
a) As dimensões mais recomendadas são 20 a 30 cm, e profundidade com a sobreposição de 5 a 8 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco.
b) As dimensões mais recomendadas são 10 a 20 cm, e profundidade com a sobreposição de 5 a 8 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco.
c) As dimensões mais recomendadas são 30 a 40 cm, e profundidade com a sobreposição de 2 a 3 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco.
d) As dimensões mais recomendadas são 2 a 3 cm, e profundidade com a sobreposição de 2 a 3 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco.
e) As dimensões mais recomendadas são 20 a 30 cm, e profundidade com a sobreposição de 1 a 2 cm sobre o **rebolo** no fundo do sulco.

3. Imagine a seguinte situação: você fez o plantio de uma variedade em uma área e espera colher 100 toneladas por hectare. Dois fatores muito importantes que devem ser levados em consideração são: a colheitadeira, que deve realizar o mínimo de manobras na lavoura, e a capacidade de lotação da colheitadeira, pois isso é um dos fatores fundamentais para definir o espaçamento entre carreadores na cultura da cana-de-açúcar, uma vez que existe a necessidade de esvaziá-la periodicamente sem que, para isso, ocorram danos provocados pela roda do transbordo na soqueira da cana-de-açúcar.

Sabendo que a capacidade da colheitadeira usada na Usina Santa Rita é de oito toneladas e que o plantio realizado foi de 1,80 (espaçamento duplo) e que a previsão de colheita é de 100 toneladas por hectare, qual é o espaçamento ideal que você recomendaria entre carreadores, de forma que estes pudessem receber a cana no momento da lotação da colheitadeira?

a) Os carreadores devem ser posicionados a 222 m de distância um do outro.
b) Os carreadores devem ser posicionados a 333 m de distância um do outro.
c) Os carreadores devem ser posicionados a 444 m de distância um do outro.
d) Os carreadores devem ser posicionados a 555 m de distância um do outro.
e) Os carreadores devem ser posicionados a 500 m de distância um do outro.

Seção 2.2

Tratos culturais da cana-de-açúcar

Diálogo aberto

No material anterior, você verificou as operações necessárias ao plantio da lavoura canavieira, mas não se esqueça que a manutenção da qualidade proposta pelo plantio passa por uma vigília em relação ao manejo do canavial. Da mesma forma que o preparo do solo deve ser bem feito, o fornecimento da adubação necessário para o crescimento da cultura também merece muita atenção.

Como a lavoura canavieira é cultivada no sistema de monocultura, existe uma forte tendência de aparecimento de pragas e doenças. Sendo assim, como você procederá para realizar as adubações de plantio e cobertura na lavoura canavieira? E quanto ao manejo das pragas e doenças , utilizará apenas defensivos químicos? Será que existe alguma maneira de proceder controles biológicos que possam ser até mesmo mais eficientes que o manejo químico da lavoura em relação as pragas, por exemplo?

Coloque-se na seguinte situação: você, colaborador da Usina Santa Rita, verifica que, em um determinado talhão, as folhas estão ficando com estrias amareladas e encurtamento de entre-nó, e no solo próximo à raiz da planta observa-se a presença de espuma esbranquiçada. Esse talhão apresenta latossolos vermelhos distroférricos profundos com boa fertilidade natural. As duas principais variedades plantadas neste talhão do canavial são SP81-3250 e SP 86-1816, as quais são ricas em sacarose, produtivas, responsivas nos ambientes de produção B e C, de maturação precoce e média exigência em fertilidade do solo. Essas variedades apresentam crescimento abaixo do desejado ao longo dos dois últimos anos e, após pesquisar sobre elas, você verifica que ambas são suscetíveis à cigarrinha das raízes. O que fazer diante disso?

A partir desta seção, você, colaborador da unidade Santa Rita, terá subsídios para exercer um ótimo manejo da lavoura, visando a um melhor rendimento de colheita na sua unidade de produção.

Não pode faltar

O planejamento da implantação da lavoura de cana-de-açúcar passar por diversas etapas, desde a escolha da melhor variedade destinada aos ambientes produtivos do campo até a definição de espaçamentos mais adequados para o plantio e seus carreadores, a fim de transitar com o maquinário. Para que este negócio dê certo, são necessárias altas produtividades com um custo adequado e que a produção não agrida o meio ambiente. Segundo Vitti e

Mazza (2002), a adoção de técnicas relacionadas ao aumento da produtividade são indicadas, e uma das mais utilizadas, de resposta mais rápida e com melhor custo benefício é o manejo nutricional correto. Para que se tenha utilização eficiente dos fertilizantes na cana-de-açúcar, cinco perguntas devem ser respondidas, são elas: o que? Quanto? Quando? Como? Compensa?

A adubação pode ser feita, em termos gerais, de acordo com a demanda nutricional da cultura, subtraindo-se os nutrientes e multiplicando por um fator de eficiência da adubação (f), que representa a parcela efetivamente absolvida pela planta e convertida em matéria seca.

$$Adubação = (Planta - solo)xf$$

Assimile

Para dimensionar o parâmetro adubação da planta, devemos responder às cinco perguntas:

1) O que aplicar? Este parâmetro representa os nutrientes que devem ser efetivamente aplicados para atender à demanda nutricional da planta.
2) Quanto aplicar? Representa a quantidade de nutrientes destinada a atender determinada produtividade esperada.
3) Quando aplicar? Neste momento, procura-se atender à época de maior exigência da cultura e à dinâmica do nutriente no solo.
4) Como aplicar? No caso da cana-de-açúcar, os nutrientes podem ser aplicados via solo em pré-plantio no sulco de plantio ou área total; em cobertura; ou ainda podem ser feitas aplicações foliares, buscando corrigir alguma deficiência.
5) Compensa? Este parâmetro está relacionado à viabilidade técnica e econômica, desta forma, algumas operações podem ser feitas simultaneamente para otimizar os custos de aplicações, por exemplo, a aplicação de plantio feita simultaneamente com o plantio.

Para compreender a demanda nutricional, deve-se realizar diagnósticos tanto da planta, por meio de uma análise foliar, como do solo, procedendo com uma análise deste. Em ambos os casos, o material coletado deve ser encaminhado para um laboratório credenciado e, após os resultados, o agrônomo deve interpretá-los.

A análise química do solo busca demonstrar a quantidade de nutrientes disponíveis no solo e os níveis de elementos que dificultam a absorção dos nutrientes pela planta, como é o caso do alumínio, elemento tóxico para a cana-de-açúcar quando em níveis elevados. Para a realização da análise de solo, o terreno deve ser dividido em talhões homogêneos de, no máximo, 20 há, e estes terão sua área plantada percorrida uniformemente, de modo que

o técnico responsável faça cerca de 15 subamostras de solo na profundidade de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm; caso a amostragem seja realizada em áreas de cana soca, a amostra deve ser feita a uma distância de 20 a 25 cm da linha de plantio (VITTI *et al.*, 2006).

Quando a cultura já está implantada, a diagnose visual (avaliação do aspecto da parte aérea e do sistema radicular) é uma prática muito utilizada para que se tenha uma ideia de algum elemento faltante na planta e, assim, proceder com o manejo de correção necessário.

Contudo, a planta apresenta deficiência percebida visualmente quando em estado de carência mais avançado. Para antecipar a prevenção do estado nutricional da planta, deve-se fazer o diagnóstico foliar, que consiste em uma análise laboratorial do teor de nutrientes nas folhas e, assim, verificar previamente como está o equilíbrio nutricional da planta (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010). Para a análise foliar, no caso da cana-de-açúcar, deve-se coletar 20 cm centrais da folha +3 desprezando a nervura central, ou seja, a primeira folha que estiver com a lígula totalmente aberta e envolvendo o caule da planta (caro aluno, reveja a Figura 1.3 da Unidade 1, Seção 2). Essa coleta deve ser feita na quantidade entre 20 a 30 folhas de cana-de-açúcar por talhão homogêneo e durante a fase de maior desenvolvimento vegetativo, que ocorre no sexto mês de germinação, no caso da cana planta, e no quarto mês após o corte, no caso da cana soca (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

O fator "f" decorre da competição entre o sistema solo-planta-atmosfera, e a perda ocorre devido a fatores, como:

- Volatilização, que é a perda de nutrientes aplicada via solo para a atmosfera.
- Fixação caracterizada pela adsorção ou precipitação do ânion $H_2PO_4^-$ e de cátions metálicos, como $(Zn^{++}, Cu^{++}, Fe^{++}, Mn^{++})$.
- Lixiviação descrita pela percolação de nutrientes no perfil do solo, ocorrendo, principalmente, com os ânions $(NO3^-, H_3BO_3eSO4^{--})$ e cátions trocáveis $(K^+, NH4^+, Mg^{++}eCa^{++})$.
- Erosão definida como processo de arraste que ocorre com todos os nutrientes.

Sabendo de todas essas ponderações, deve-se realizar uma análise de solo, a fim de definir o programa de recomendação e adubação. Com o resultado da análise em mãos, algumas metodologias estão disponíveis para proceder com a aplicação de calcário. Segundo os dados da 5ª Aproximação, o cálculo da necessidade de calcário deverá feito com base na fórmula a seguir, tendo como limite máximo 60% da CTC (capacidade de troca catiônica) saturada por bases:

$$NC = 3 - (Ca^{2+} + Mg^{2+}),\ \text{em que:}$$

NC = necessidade de calcário em t / ha

= teores de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ no solo, expressos em $cmol_c / dm^3$

A necessidade de aplicação de gesso agrícola depende da análise de solo da camada de 25 a 50 cm de profundidade. Ela ocorre quando os teores de Ca^{2+} forem inferiores a 0,4 $cmol_c / dm^3$ e/ou a saturação por alumínio for maior que 40 %. As quantidades por aplicação dependem da textura do solo e podem ser calculadas de acordo com a fórmula a seguir:

$$TeordeArgila(\%)x60 = Kg / hadeGesso$$

Já a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio deve ser determinada para duas condições diferentes: na Tabela 2.1, verificaremos a adubação para cana planta, e na Tabela 2.2, para cana soca.

Tabela 2.1 | Aplicação de nutrientes para cana planta de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada

Produtividade esperada	Disponibilidade de P[1/]			Disponibilidade de K[1/]		
	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
	---------- Dose de P^2O^5 ----------			---------- Dose de K^2O --------		
t/ha	---------- kg/ha ----------					
< 120	120	80	40	120	90	60
> 120	150	100	50	160	120	80

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Tabela 2.2 | Aplicação de nutrientes para cana soca de acordo com a análise de solo e produtividade esperada

Produtividade esperada	Dose de N	Disponibilidade de P[2/]			Disponibilidade de K[2/]		
		Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
		---------- Dose de P^2O^5 ----------			---------- Dose de K^2O --------		
t/ha		---------- kg/ha ----------					
< 60	60	40	0	0	80	40	0
60-80	80	40	0	0	110	70	30
> 80	100	40	0	0	140	100	60

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Na cana-de-açúcar, a adubação com a vinhaça é uma prática muito comum. Para isso, a quantidade de vinhaça (em m^3 / ha) recomendada para a cana-de-açúcar depende da CTC potencial do solo, da capacidade de extração da cana-de-açúcar e do teor de K_2O da vinhaça.

$$DosedeVinhaça = \frac{(CTCx94)+185}{TeordeK_2OdaVinhaça(Kg / m^3)}$$

Reflita

No Brasil, existem diversas regiões destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, desde o Paraná, na Região Sul do país, passando pelos estados do Sudeste, atingindo o estado de Alagoas, no Nordeste. As áreas citadas são as que possuem maior expressão na produção e no melhoramento da cultura. Será que esta recomendação apresentada é a única possível destinada à elaboração de um programa de fertilidade para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil?

Com relação às pragas e doenças que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar, o número de ocorrência das espécies varia em função da fenologia da planta, da região e dos fatores ambientais que estimularão ou não a manifestação tanto da praga como da doença na cultura.

O conceito de "praga" é econômico, dinâmico e depende de uma série de fatores, são eles: fatores ecológicos, os quais quantificam o nível populacional e a época de ocorrência; fatores econômicos, que envolvem o valor econômico da cultura, os objetivos e os custos do controle; fatores sociais, que se relacionam ao desenvolvimento regional e o momento histórico; fatores culturais, relacionados ao nível técnico do produtor; e, finalmente, a interação entre todos esses fatores, contribuindo para a tomada de decisão estratégica para o controle populacional, que deve ser dinâmica o bastante para contemplar as mais diferentes formas de manejo que estarão de acordo com os interesses particulares de cada produtor (GALLO *et al.*, 2002).

Existem, aproximadamente, 85 espécies catalogadas como sendo insetos causadores de danos à lavoura da cana-de-açúcar no Brasil. Aqui, abordaremos de forma resumida, sem a pretensão de esgotar o assunto, algumas das mais abrangentes nacionalmente.

A broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Figura 2.5) ocorre em toda região produtora. Seu dano é conhecido como "coração morto", ocasionando perda de peso, quebra e atrofia de entre-nós. O controle pode ser feito por inseticidas sistêmicos, ou

Figura 2.5 | Lagarta de ***D. saccharalis*** dentro do colmo

Fonte: https://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/pragas_cana/files/assets/common/downloads/publication.pdf. Acesso em: 3 nov. 2018.

pela liberação massal do parasitoide *Cotesia flavipes* (Figura 2.6), ou por inseticidas sistêmicos.

Figura 2.6 | Ataque da ***Cotesia flavipes*** em larva de ***D. saccharalis***

Fonte:http://www.usp.br/agen/repgs/2003/pags/168.htm. Acesso em: 3 nov. 2018.

A broca gigante (*Telchin licus)* (Figura 2.7) ocorre naturalmente no Nordeste, mas recentemente foi encontrada em São Paulo. Ela também promove o "coração morto", contudo ataca, preferencialmente, as soqueiras. O controle é realizado pelo uso de inseticidas.

Várias espécies de cupins atacam a cana-de-açúcar, e isso ocorre, preferencialmente, no Cerrado; já os gêneros Hetterotermes, Procornitermes e Neocapritermes são mais danosos na Região Sudeste; na Região Nordeste, os gêneros mais comuns são: Amitermes, Cylindrotermes e Nasutitermes.

Figura 2.7 | Lagarta de ***Telchin licus*** dentro de colmo

Fonte:https://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/pragas_cana/files/assets/common/downloads/publication.pdf. Acesso em: 3 nov. 2018.

Seu dano ocorre, principalmente, pelo ataque aos toletes, danificando as gemas e, consequentemente, prejudicando a germinação. O controle é preventivo e realizado pelo uso de inseticidas.

Cigarrinha-da-folha (*Mahanarva posticata*) e cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) ocorrem em todo território nacional, geralmente, aquela tem maior ocorrência na Região Nordeste, e esta, na Região Sudeste. Eram consideradas pragas secundárias antes da proibição da queimada na colheita. Seu dano ocorre pelo fato de o inseto sugar a seiva da planta, injetando, simultaneamente, uma toxina que causa a "queima" da planta, muito característica por um sintoma de amarelecimento da folha, encurtamento de entre-nós, perda de peso e açúcar. São facilmente reconhecidas pela presença da espuma na folha ou no solo próximo à raiz da planta. O monitoramento é realizado e, quando a

praga atinge nível de dano, o controle pode ser feito com o fungo *Metarhizium anisopliae*, ou ainda com o uso de inseticidas neonocotinoides (Imidacloprid e Thiamethoxam), que têm apresentado bom retorno econômico.

Os nematoides causadores de danos na cultura da cana-de-açúcar são constituídos por cerca de 300 espécies pertencentes a 48 gêneros atualmente registrados, ocorrendo em todo território nacional. Os sintomas mais comuns são lesões necróticas nas raízes de tonalidades, que variam do avermelhado ao pardo-avermelhado e, após a colonização por fungos, ficam enegrecidas. Na parte aérea, os sintomas são o "enfezamento" ou nanismo da planta, geralmente associado à clorose foliar. O método mais comum empregado no controle dos nematoides são controle biológico, varietal (variedade resistente) e químico.

Exemplificando

Quando deve ser feito o manejo para exercer o controle de um determinado inseto? Geralmente, a decisão de iniciar o manejo contra um determinado inseto na lavoura canavieira passa pelo monitoramento populacional. Quando a população atingir o nível de dano econômico, ou seja, quando o seu controle se tornar economicamente viável e o custo relacionado ao controle do inseto for menor que o prejuízo provocado pela perda do ataque dele, deve-se iniciar o controle. Como exemplo, vamos observar o monitoramento da população de ***Diatraea saccharalis.***

Para saber quando controlar a praga, é necessário conhecer a intensidade de infestação (IF). Esse dado pode ser obtido ao abrir longitudinalmente cada colmo coletado (100 colmos por talhão) e contar o número total de internódios e o número de internódios atacados e fazer o cálculo com base na seguinte fórmula:

$$IF = \frac{100x\ n^o\ internódios\ atacados}{n^o\ total\ de\ internódios}$$

A época ideal de controle é quando a IF for igual ou superior a 3% por talhão homogêneo (SANTOS; BORÉ; CALDAS, 2010).

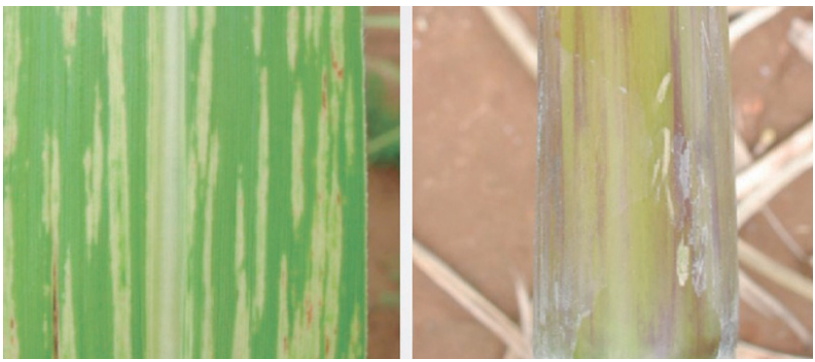
Para realizar o manejo de doenças, o primeiro passo é conhecer a doença. Sabe-se que, mundialmente falando, a cana-de-açúcar é afetada por mais de 100 doenças divididas entre fungos, bactérias e vírus, contudo cerca de dez delas têm importância econômica. De forma geral, para a cultura da cana-de-açúcar, a totalidade das doenças tem seu manejo mais efetivo promovido pela resistência genética, ou seja, pelo desenvolvimento de variedades que

são geneticamente resistentes, contudo a maior parte da resistência desenvolvida pelos programas de melhoramento genético são de caráter quantitativo, ou seja, governada por muitos genes na planta, os quais, na prática, conferem à variedade que possui esta resistência algum nível de suscetibilidade ao patógeno em questão ,uma vez que esta se dá pela ação de múltiplos genes distribuídos na população.

Diferentemente da maioria das culturas na cana-de-açúcar, não é prática rotineira a pulverização com produtos químicos, em virtude da dificuldade de aplicação e baixa eficiência dos produtos em atingirem a planta toda (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010). Assim como fizemos em relação às pragas, vamos apresentar as doenças mais importantes sem a pretensão de esgotar o assunto.

O mosaico da cana-de-açúcar (*Sugar Cane Mosaic Virus* – SCMV) (Figura 2.8) apresenta, basicamente, sintomas foliares, ocorrendo, principalmente, em folhas jovens. Sua transmissão é feita pelo pulgão, que transmite o vírus pela "picada de prova". O tratamento é preventivo pela termoterapia no preparo das mudas antes do plantio, uso de variedades resistentes e controle de plantas daninhas na área, para evitar a presença do hospedeiro alternativo.

Figura 2.8 | Mosaico da cana-de-açúcar (***Sugar Cane Mosaic Virus*** – SCMV) (à esquerda, sintoma na folha; à direita, no colmo)



Fonte:https://variedadesctc.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Caderneta-de-Pragas-e-Doen%C3%A7as-da-Cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-CTC.pdf. Acesso em: 3 nov. 2018.

Como exemplo de doenças causadas por bactérias, vamos falar da escaldadura das folhas (*Xanthomonas albilineans*). Essa bactéria coloniza o vaso do xilema, podendo causar perda de até 100% das folhas por queima delas e consequente morte do colmo (Figura 2.9). Seu principal sintoma é a presença de estrias brancas e finas nas folhas. O controle mais efetivo é o uso de variedade resistente e tratamento térmico de mudas, ou ainda mudas oriundas de biofábricas.

A estria vermelha (*Pseudomonas ribrilineans*) é outra importante bacteriose que tem seu maior impacto ocorrendo nos estados de São Paulo e Paraná em solos de alta fertilidade. Os sintomas característicos são o aparecimento de estrias finas e longas com consequente podridão do topo do colmo. O controle mais indicado é o uso de variedades resistentes. Como a bactéria vive em restos culturais, deve-se evitar o plantio em áreas afetadas anteriormente.

Figura 2.9 | Escaldadura das folhas

Fonte: https://variedadesctc.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Caderneta-de-Pragas-e-Doen%C3%A7as-da-Cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-CTC.pdf. Acesso em: 3 nov. 2018.

O raquitismo-da-soqueira (*Leifsonia xyli subsp. Xyli*.) é uma bactéria que coloniza o xilema, provocando menor desenvolvimento em variedades suscetíveis. Como a doença é disseminada por ferramentas, como podão ou máquinas colheitadeiras, seu uso deve ser acompanhado por manejo de desinfestação do equipamento, por isso a colheita mecanizada deve ser evitada nestas áreas. O controle se dá por uso de variedades resistentes e, para plantio de novas áreas, o tratamento térmico longo (50,5 °C por duas horas) (Figura 2.10).

Figura 2.10 | Equipamento para tratamento térmico da cana-de-açúcar

Fonte: http://superohm.com.br/utt/. Acesso em: 3 nov. 2018.

Por fim, temos as doenças com grande importância econômica causadas por fungos.

O carvão (*Sporisorium scitamineum*) ocorre no Brasil todo, contudo os relatos de maiores perdas ocorrem na Região Centro-Sul do país. O fungo parasita tecidos meristemáticos, e seu sintoma é de fácil identificação, pois trata-se de um "chicote" produzido no meristema apical do colmo. O prejuízo é causado pela presença de colmos mais finos e de superbrotamento, podendo provocar perdas de até 100% da área. O controle se dá por uso de variedades resistentes e tratamento térmico das mudas associado à fungicida sistêmico para a formação do viveiro.

A ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala*) ocorre, preferencialmente, nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. O fungo é parasita intracelular obrigatório. Seu sintoma caraterístico são as pontuações cloróticas nas folhas, facilmente observadas quando se colocam estas contra a luz, causando perda de área fotossinteticamente ativa e consequente perda de produção. Sua disseminação ocorre, principalmente, pelo vento. A única forma de controle é o uso de variedades resistentes.

A podridão laranja (*Puccinia kuehnii*) é uma doença que ainda não ocorre no Brasil, mas deve ser apresentada ao aluno pelo seu poder devastador onde já ocorre no mundo. Os sintomas são muito parecidos com os da ferrugem marrom, contudo ela em plantas com idade entre 3 e 7-8 meses, promovendo danos mais precoces que persistem na fase adulta. A principal forma de controle é o uso de variedades resistentes e, apesar de existirem fungicidas registrados, o uso não é economicamente viável.

Pesquise mais

Como você observou, existe uma série de pragas e doenças que acometem a cultura da cana-de-açúcar, e o conhecimento delas é de fundamental importância para o bom manejo da lavoura da cana-de-açúcar. Para aprofundar seus conhecimentos, leia o documento *As principais doenças da cana-de-açúcar*, produzido pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Neste momento, caro aluno, você percebe a grande responsabilidade de enfrentar todo o manejo fitotécnico no campo, as ferramentas necessárias para decidir o melhor manejo a adotar em relação ao controle de pragas e doenças, bem como a nutrição da cana-de-açúcar, pois tudo isso exige muito estudo e dedicação. Por isso, bom trabalho e continue se aperfeiçoando!

Sem medo de errar

Como foi apresentado no início do material, você, agora, é um colaborador da Usina Santa Rita e verificou que o canavial vem apresentando crescimento abaixo do desejado ao longo dos dois últimos anos, como também que as folhas estão ficando com estrias amareladas e encurtamento de entre-nó e no solo próximo à raiz da planta há a presença de espuma esbranquiçada. O que fazer?

Apenas com esses sintomas visuais você precisa tomar algum cuidado para o diagnóstico definitivo. A presença da clorose foliar pode ser sintoma de alguma deficiência nutricional, então, para descartar essa possibilidade, existe a necessidade de realizar uma análise foliar, desta forma, você poderá verificar se a planta está equilibrada nutricionalmente. Contudo, uma série de patógenos podem interferir na absorção de nutrientes pela planta, obstruindo o xilema, por exemplo. Assim, recomenda-se também a realização da análise de solo. Desta forma, teremos a condição de excluir a possibilidade de o sintoma ter sido causado meramente por uma adubação mal planejada. Afinal, se o solo disponibiliza os nutrientes e a planta está desequilibrada, o problema não foi nutricional.

Vamos à segunda possibilidade. A presença da espuma próximo à raiz da planta é um forte indicativo do ataque da cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*). Ao verificar os sinais e sintomas que a planta apresenta, pode-se inferir que se tratam dos sintomas dessa doença. A partir daí, devemos iniciar o controle da praga, o qual pode ser efetuado de duas formas:

- Controle químico: realizar pulverizações ou polvilhamentos com inseticidas específicos e seletivos aos inimigos naturais, registrados para as culturas. Essa possibilidade pode ser inviável se a lavoura se encontra em um estágio avançado, o qual dificultaria a aplicação do produto, tornando-o economicamente inviável.
- Controle biológico: o fungo *Metarhizium anisopliae*, chamado fungo verde, tem a capacidade de infectar ninfas e adultos do inseto. Desta forma, a aplicação desses inimigos naturais é uma alternativa bastante interessante, uma vez que a possibilidade de estes agentes alcançarem a cigarrinha-da-raiz é maior e seu efeito é mais persistente. Outra vantagem é que a própria usina pode ter seu laboratório de criação para produzir o inimigo natural.

Sendo assim, agora, você tem condições de decidir a forma que atende à sua condição local de trabalho, visto isto, apresente ao seu professor um plano de manejo que vise atender ao controle da cigarrinha-da-raiz que alcança o canavial onde trabalha.

Vinhaça na adubação. Como proceder?

Descrição da situação-problema

É sabido que o projeto de uma usina canavieira deve sempre buscar atingir o ótimo econômico e sustentável. Sabe-se também que a vinhaça, também conhecida como vinhoto, tiborna ou restilo, representa o resíduo pastoso e malcheiroso que sobra após a destilação fracionada do caldo de cana-de-açúcar (garapa) fermentado, para a obtenção do etanol (álcool etílico), e que, em cada litro de álcool produzido, 12 litros de vinhaça são deixados como resíduo. Até o final dos anos 1970, volumes crescentes de vinhaça eram lançados nos mananciais superficiais. A proliferação de microrganismos decorrentes dela esgota o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e fauna aquáticas, e dificultam o abastecimento de água potável. Além do mau cheiro, Szmrecsányi (1994) alerta para o agravamento de endemias, como a malária, a amebíase e a esquistossomose.

A partir dos anos 1980, com o uso continuado de "áreas de sacrifício", as quais eram destinadas à deposição da vinhaça in natura, o solo se tornou o elemento do ecossistema que passou a ser mais afetado pela disposição da vinhaça, a partir de então, com a difusão da prática da fertirrigação, muitos estudos foram realizados, a fim de compreender essa prática e reduzir os efeitos do resíduo sobre a qualidade das águas subterrâneas.

Sabendo disso, você deve dar uma destinação adequada a esse resíduo e, com os estudos mais atuais, você já sabe que ele é rico em nutrientes, como o K_2O. Como você, agrônomo da Unidade Santa Rita, poderia quantificar a quantidade de vinhaça para a nutrição da lavoura sem prejuízo para a lavoura ou para o meio ambiente? Qual outra medida pode ser tomada para auxiliar na redução dos impactos ambientais?

Resolução da situação-problema

Como foi abordado no texto, na atividade canavieira, a adubação com a vinhaça é uma prática muito comum. Para executá-la de forma sustentável, deve-se fornecer a quantidade de vinhaça (em) recomendada para a cana-de-açúcar observando a CTC potencial do solo, a capacidade de extração da cana-de-açúcar e o teor de da vinhaça. Com essas informações em mãos, a dose que deverá ser aplicara será fornecida pela fórmula a seguir:

$$Dose de Vinhaça = \frac{(CTC x 94) + 185}{Teor de K_2O da Vinhaça (Kg / m^3)}$$

Outa medida de grande importância a ser adotada é a cobertura da "área de sacrifício" com uma manta impermeável, de forma a impedir que o resíduo presente na vinhaça atinja as águas subterrâneas.

Faça valer a pena

1. O planejamento da implantação da lavoura de cana-de-açúcar passa por diversas etapas, desde a escolha da melhor variedade destinada aos ambientes produtivos do campo até a definição de espaçamentos mais adequados para o plantio e seus carreadores, a fim de transitar com o maquinário. Para que esse negócio dê certo, são necessárias altas produtividades com um custo adequado e que essa produção não agrida o meio ambiente. Segundo Vitti e Mazza (2002), a adoção de técnicas relacionadas ao aumento da produtividade é indicada, e uma das mais utilizadas e de resposta mais rápida com melhor custo-benefício é o manejo nutricional correto. Para que se tenha utilização eficiente dos fertilizantes na cana-de-açúcar, cinco perguntas devem ser respondidas, são elas: o que? Quanto? Quando? Como? Compensa?

Coluna I:

1) O que aplicar?
2) Quanto aplicar?
3) Quando aplicar?
4) Como aplicar?
5) Compensa?

Coluna II:

a) Este parâmetro representa os nutrientes que devem ser efetivamente aplicados para atender à demanda nutricional da planta.
b) Representa a quantidade de nutrientes destinada a atender determinada produtividade esperada.
c) Neste momento, procura-se atender à época de maior exigência da cultura e à dinâmica do nutriente no solo.
d) No caso da cana-de-açúcar, os nutrientes podem ser aplicados via solo em pré-plantio no sulco de plantio, em área total, ou em cobertura; ainda, podem ser feitas aplicações foliares, buscando corrigir alguma deficiência.
e) Este parâmetro está relacionado à viabilidade técnica e econômica, desta forma, algumas operações podem ser feitas simultaneamente para otimizar os custos de aplicações, por exemplo, a aplicação de plantio feita simultaneamente com o plantio.

De posse dessas informações, associe os conceitos às suas respectivas descrições:

a) 1a – 2b – 3c – 4d – 5e.
b) 1e – 2b – 3c – 4d – 5a.

c) 1c – 2a – 3b – 4d – 5e.
d) 1a – 2b – 3e – 4d – 5c.
e) 1a – 2e – 3d – 4c – 5b.

2. Com relação às pragas e doenças que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar, o número de ocorrência das espécies varia em função da fenologia da planta, da região e dos fatores ambientais que estimularão ou não a manifestação tanto da praga como da doença na cultura.
O conceito de "praga" é econômico, dinâmico e depende de uma série de fatores, são eles: fatores ecológicos, os quais quantificam o nível populacional e a época de ocorrência; fatores econômicos, que envolvem o valor econômico da cultura, os objetivos e os custos do controle; fatores sociais, que se relacionam ao desenvolvimento regional e ao momento histórico; os fatores culturais, relacionados ao nível técnico do produtor; e, finalmente, a interação entre todos esses fatores, contribuindo para a tomada de decisão estratégica para o controle populacional, que deve ser dinâmica o bastante para contemplar as mais diferentes formas de manejo que estarão de acordo com os interesses particulares de cada produtor (GALLO *et al.*, 2002).

Geralmente, a decisão de iniciar o manejo contra um determinado inseto na lavoura canavieira passa pelo monitoramento populacional, quando a população atingir o nível de dano econômico. O conceito que melhor define dano econômico é:
a) Momento em que o custo de produção não considera o gasto relacionado ao manejo do inseto.
b) Momento em que o custo relacionado do controle do inseto for maior que o prejuízo provocado pela perda do ataque do inseto.
c) Momento em que o custo relacionado do controle do inseto for menor que o prejuízo provocado pela perda do ataque do inseto.
d) Momento em que o custo relacionado à fertilidade do solo não impede o ataque das pragas agrícolas na cultura.
e) Momento em que o custo com a irrigação não é viável, pois promove a perda de produção devido ao ataque dos insetos.

3. A cana-de-açúcar tem catalogado, entre pragas e doenças, mais de 100 espécies de agentes causadores de alguma patogenicidade à cultura. Diferentemente da maioria de outras culturas, na cana-de-açúcar, não é prática rotineira a pulverização com produtos químicos para exercer o manejo de controle de pragas e doenças, em virtude da dificuldade de aplicação e baixa eficiência dos produtos em atingirem a planta toda (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

De posse dessa informação, qual seria o método mais adequado para evitar o ataque de pragas e doenças na lavoura canavieira?

a) O uso de inimigos naturais, pois a sua presença no campo impediria a multiplicação do agente patógeno, impedindo que ele pudesse atacar a lavoura.

b) O uso de policultivo na lavoura, pois, uma vez ele instalado, a presença de outras plantas permitiria o equilíbrio natural, evitando o aparecimento de patógenos.

c) O uso de variedades resistentes a patógenos, pois este é o método mais economicamente viável, uma vez que a variedade resistente não seria facilmente atacada pelo patógeno.

d) O uso de uma adubação equilibrada, mesmo em variedades suscetíveis à adubação equilibrada, auxilia no bom desenvolvimento da lavoura, impedindo o ataque de patógenos.

e) O manejo adequado da água de irrigação, pois, uma vez bem-feita, se torna mais resistente ao ataque de pragas e doenças.

Seção 2.3

Inibição de florescimento, maturação e colheita da cana-de-açúcar

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta parte dos nossos estudos, estamos caminhando para as etapas finais relacionadas ao manejo da lavoura e à colheita da cana-de-açúcar.

O trabalho continua intenso na Unidade Santa Rita, uma vez que o plantio foi feito e a cana-de-açúcar, em função do ótimo planejamento na adubação, além do eficiente manejo de controle de pragas e doenças, vem se desenvolvendo muito bem. Como as condições da terra estão muito boas, você não poderá relaxar em relação ao manejo de plantas daninhas, pois estas, se mal manejadas, poderão colocar a perder o seu trabalho no desenvolvimento do canavial, podendo até interferir na colheita da cana-de-açúcar. Por isso, muito cuidado com as plantas invasoras. Nesta etapa, teremos muito cuidado com este manejo e nos prepararemos para a colheita.

Finalmente, é chegada a hora da colheita. Neste momento, você colherá os resultados de um plantio bem feito, relacionado à escolha mais adequada das variedades disponíveis no mercado, vinculado ao excelente manejo realizado da lavoura durante todo o ciclo de produção.

Muitas vezes, para regularizar um cronograma de colheita, existe a necessidade do uso de maturadores. Você já ouviu falar no uso desta técnica? Como devemos proceder a execução da aplicação destes produtos no canavial? São muitas as ferramentas que o técnico responsável tem para realizar um bom trabalho na lavoura canavieira.

Lembre-se também de que as áreas destinadas à cana-de-açúcar merecem muita atenção em relação aos resíduos, pois, como esta cultura ocupa áreas enormes e de grandes produtividades, o manejo deste resíduo, intensamente produzido no processo de produção do álcool ou açúcar oriundo da usina, é de fundamental importância. Saiba desde já que boa parte destes resíduos podem e devem ser reutilizados na lavoura, de forma a minimizar os gastos com insumos, por exemplo, relacionados à adubação, e ainda reduzir o impacto ambiental causado pelos empreendimentos canavieiros. Por isso, suas responsabilidades em relação às operações de manutenção e colheita são muitas, e não se engane achando que acabam quando a cana-de-açúcar sai da lavoura.

Coloque-se na seguinte situação: em função do crescimento da área plantada e do aumento da capacidade produtiva da usina, os reservatórios

destinados ao acúmulo da vinhaça estão ficando subdimensionados. Como é sabido que a vinhaça tem certa quantidade de nutrientes, o técnico anterior a você, responsável pelo manejo desse resíduo, estava aplicando uma quantidade maior que a recomendada nos talhões próximos ao reservatório da vinhaça, com a justificativa que, além de adubar, ele estava irrigando a cana-de-açúcar. Contudo, órgãos ambientais, ao fiscalizarem os leitos de rios, perceberam o aumento do nível de contaminantes da água oriundos da usina.

A partir dessas informações, como você deverá distribuir corretamente esses resíduos? Esta distribuição deve atender à demanda de nutrientes da cana-de-açúcar? Como proceder para otimizar a viabilidade desta operação?

Ao final deste material, você deverá elaborar um plano de manejo do resíduo gerado pela usina de forma a utilizá-lo o máximo possível dentro da lavoura, visando sempre atingir o ótimo econômico, sem esquecer da sua responsabilidade ambiental.

Não pode faltar

Devido ao intenso preparo de solo realizado para a implantação da cultura da cana-de-açúcar, promovendo melhorias físicas na estrutura do solo, revolvimento de camadas compactadas e correção na fertilidade do solo para a cultura da cana-de-açúcar, estima-se que cerca de 1.000 espécies de plantas daninhas habitam o agroecossistema da cana-de-açúcar nas distintas regiões produtoras do mundo (ARÉVALO, 1978).

Como consequência desse fator, o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Agrícola (SINDAG) promoveu um estudo, no qual constatou que 30% do custo com agrotóxicos na cultura estão vinculados ao uso de herbicidas na cana planta, e na cana soca este custo pode representar 15 a 25%. O intenso uso desses produtos se justifica pelo fato da cana-de-açúcar apresentar desenvolvimento inicial lento, o que aumenta o período crítico que a cultura precisa para estar livre da incidência de plantas daninhas. Essa razão também faz com que o produtor prefira usar na cultura herbicidas que apresentem longo efeito residual no ambiente, os quais, quando usados de forma indiscriminada, podem causar graves impactos ambientais.

As plantas daninhas, quando não controladas no início do crescimento da cana-de-açúcar, podem promover intensa redução no perfilhamento inicial da cultura, com consequências imediatas na redução de produtividade de colmos e, consequentemente, de sacarose. Outros aspectos negativos e muito evidentes em decorrência da competição são: decréscimo na longevidade do canavial, queda na qualidade da matéria-prima, dificuldade nas operações de colheita e transporte, queda na qualidade industrial da matéria-prima

decorrente da contaminação vegetal, abrigo para pragas e doenças no canavial e depreciação do valor da terra (SILVA *et al.*, 2007).

Segundo Santos, Borém e Caldas (2010), os métodos de controle mais indicados para o manejo das plantas daninhas são:

1. Controle preventivo, que visa evitar a entrada ou a disseminação na área de propágulos das plantas daninhas. Para isso, deve-se proceder as seguintes medidas:

   - Manter os canais de vinhaça ou irrigação livres de plantas daninhas.

   - Limpar máquinas e implementos quando da transferência para outro talhão.

   - Utilizar mudas provenientes de viveiros com ótimos controles de plantas daninhas.

   - Controlar as plantas daninhas nas áreas adjacentes aos talhões de cana-de-açúcar.

2. Controle de cultura, que visa tornar a cana-de-açúcar mais competitiva em relação às plantas daninhas. Dentre essas práticas, podemos citar:

   - Utilização de variedades com características mais competitivas, como alto índice e velocidade de perfilhamento.

   - Utilização de mudas com ótimo estado de sanidade e nutrição.

3. Controle mecânico, que consiste na retirada mecânica por roçadeira ou capina manual.

4. Controle químico, método mais utilizado, eficiente, apresenta alto rendimento e baixo custo em relação aos outros. Para a utilização desse método, deve-se proceder a busca dos diversos herbicidas registrados para a cana-de-açúcar no Brasil e seu uso conforme as recomendações do produto para a cultura.

Fazendo o bom manejo da cultura em relação às plantas daninhas, chegaremos ao momento da colheita, otimizando todas as etapas até agora. Ela deve ser realizada no momento de maior disponibilidade de sacarose na planta, ou seja, no momento de maior maturação fisiológica. Dois importantes aspectos devem ser considerados aqui: o florescimento e a maturação fisiológica.

Na formação da inflorescência, ocorre uma modificação do meristema apical marcada pelo fim da produção de colmos e folhas. Essa diferenciação do meristema depende de vários fatores, como clima, variedade e, ainda, as variações que ocorrem em função do próprio ano agrícola, tornando a previsão do processo de diferenciação de difícil detecção (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Tais fatos levam-nos a estabelecer somente um estudo de probabilidade em que se identificam os meses nos quais as possibilidades de os fenômenos ocorrerem são intensificadas.

Como regra geral, a formação da flor ocorrerá no Hemisfério Sul, nos meses de fevereiro, março e abril; já o processo de florescimento, nos meses de abril, maio e junho. No Hemisfério Norte, a diferenciação meristemática para a formação da flor acontece entre agosto e outubro, com a consequente floração de outubro a janeiro. Clements e Awada (1965) identificaram o tempo de estímulo para a florada entre 18 e 21 dias, a partir dos quais ocorra a modificação do meristema floral. A variação desse tempo relaciona-se diretamente com a variedade de cana avaliada.

Rodrigues (1995) didaticamente divide o florescimento da cana-de--açúcar em quatro fases: transformação do meristema apical em gema floral; transformação desta em inflorescência; desenvolvimento da inflorescência e da folha bandeira; e emissão da inflorescência.

A floração da cana é fenômeno normal e indispensável para a sobrevivência da espécie, não interessando, no entanto, ao produtor. Sendo assim, o produtor procura interferir na natureza de modo a evitar o florescimento da cana-de-açúcar, seja através de melhoramento genético ou pelo uso de reguladores de crescimento vegetal (CASTRO, 1992). Não se esqueça que, para atender aos programas de melhoramento vegetal relacionados à cultura da cana-de-açúcar, existe a necessidade da produção de novas sementes, e que, inevitavelmente, para a produção das sementes, é necessário que as plantas floresçam de forma controlada. Outro fator ainda relacionado ao melhoramento genético é a necessidade da variabilidade genética, que é obtida pelo cruzamento entre as variedades de interesse comercial.

Assimile

Segundo Rodrigues (1995), florescimento apresenta os seguintes prejuízos básicos:

a) No florescimento, o crescimento vegetativo do colmo é paralisado, com evidente perda do rendimento de açúcar.
b) Os colmos florescidos diminuem seu rendimento em açúcar, devido à formação da folha bandeira ou flecha.
c) Completado seu ciclo vital, o colmo florescido entra em senescência, permitindo novas brotações.
d) Os prejuízos do florescimento são maiores quando o colmo ainda se encontra em fase de crescimento.
e) Colmos florescidos não podem ser armazenados no campo por muitos meses.

Assim como o florescimento, a maturação da cana-de-açúcar é objeto de interesse dos estudos de muitos fisiologistas, e estes a definem como um estágio senescente entre o crescimento rápido e a morte final da planta (RODRIGUES, 1995).

Ainda sobre a maturação, na cana-de-açúcar, ela ocorre de forma desigual ao longo do colmo, uma vez que os entrenós imaturos das folhas verdes e os entrenós superamadurecidos da base (com alto conteúdo de fibra) não retêm apreciável quantidade de açúcar. Em função do desenvolvimento da planta, cada entrenó acumula seu próprio açúcar. Esse processo ocorre em função da fotossíntese, em que a folha correspondente ao colmo sintetiza a sacarose que será acumulada nele. Uma observação a ser feita é que os valores de sacarose mais elevados ocorrem no centro do colmo, declinando no sentido das pontas (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Apesar do ciclo da cana-de-açúcar ocorrer ao longo de um ano, a idade não é sinônimo de maturidade, uma vez que, ao ultrapassar certo número de meses, a planta tenderá a exaurir a maior parte do nitrogênio disponível no colmo, aumentando a síntese de sacarose. Esse processo é favorecido em regiões secas, pela falta de água destinada à irrigação, seja por meio de chuvas, ou de irrigação artificial. No entanto, se água e nitrogênio permanecerem abundantes, a planta não amadurecerá e, como consequência, o acúmulo da sacarose será reduzido.

Conforme já foi apresentado, cada entrenó completa seu próprio ciclo vegetativo, independentemente dos outros entrenós. Rodrigues (1995) caracteriza esse processo de maturação em duas etapas. A primeira fase caracteriza-se pelo engrossamento e alongamento das células da parede; aumento sensível da matéria seca; gradual desidratação; aumento e retenção da sacarose acumulada; redução do grau de alongamento; e desprendimento das folhas do colmo caindo. Já a segunda fase é regulada por cultivares, solos e aspectos ecofisiológicos, que podem ser facilmente manipulados pelos produtores, uma vez que eles podem manipular a irrigação e o nitrogênio de forma a estimular os aspectos relacionados à maturação. Quando o produtor não consegue controlar a irrigação e a região apresenta altos índices pluviométricos, ele deve ser mais cauteloso quanto ao uso de fertilizantes e reguladores vegetais, buscando melhor qualidade de maturação (RODRIGUES, 1995).

Como regra geral, tem-se que, enquanto ocorrer crescimento, o acúmulo de sacarose nos colmos será menor, atrasando ou mesmo inviabilizando o processo de maturação. Não devemos nos esquecer que o processo de maturação é um dos mais importantes na produção de cana-de-açúcar. Em condições de altas temperaturas durante todo o ano, em que a cana-de-açúcar vegeta continuamente, também se pode provocar a maturação por meio da

aplicação de maturadores, assim, a falta de cultivares precoces e produtivos pode ser amenizada com a utilização de maturadores químicos, os quais, se aplicados de forma controlada, atenderão ao suprimento da usina durante o ano todo com cana madura.

Rodrigues (1995) apresenta os produtos tradicionalmente usados como maturadores da cana-de-açúcar dentre os que pertencem ao grupo dos inibidores de crescimento ou ao grupo de compostos com ação herbicida, como a hidrazida maleica, IBA, chlormequat, mefluidide, 2,4-D, Dalapon, Pentaclorofenol, Monuron, Diuron, TBA, N.N Bisfosfonometilglicina, glifosato, ethephon, fluazifop-butil, sulfometuron-metil e, mais recentemente, o trinexapac-etil.

A aplicação de maturadores na cana-de-açúcar é uma prática usual, que não promove danos à cultura desde que aplicados conforme recomendação técnica. Evidentemente, houve uma evolução natural em termos de novos produtos e novos conhecimentos sobre a fisiologia da planta, com consequências positivas sobre o uso de maturadores e a ação fisiológica nas plantas (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Pesquise mais

Sobre o uso dos maturadores, uma gama enorme de produtos pode ser utilizada para esse fim na cultura da cana-de-açúcar. O Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, em um trabalho intitulado *Fisiologia da cana-de-açúcar*, entre as páginas 55 e 68, apresenta uma série de produtos que podem ser utilizados como maturadores e seu modo de ação na planta.

Pesquisas apontam que a utilização de maturadores pode aumentar a produção de açúcar em até 25%, mas, para atingir esse objetivo, é indispensável provocar diminuição no ritmo de crescimento da planta, de tal maneira que se armazene maior quantidade de sacarose no colmo.

Do ponto de vista fisiológico, a colheita representa o final do ciclo de crescimento e maturação, atingindo o máximo de produtividade agrícola de colmos permitida pelas condições edafoclimáticas locais, pela tecnologia aplicada e pela variedade, encerrando qualquer técnica de produção. É de fundamental importância que a colheita ocorra no período útil de industrialização, a fim de que se obtenha, ao longo da safra, canaviais com padrões desejáveis de maturação.

Mesmo não tendo participação direta na produtividade agrícola de colmos, os subsistemas de corte e transporte poderão comprometer ou otimizar a qualidade da usina, bem como a produtividade de colmos em cortes subsequentes, caso não sejam executados dentro dos preceitos técnicos adequadamente definidos e implementados (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).

Consoante Ripoli e Paranhos (1987), as operações de corte, carregamento, transporte e recepção apresentam inúmeras opções, conforme Figura 2.11.

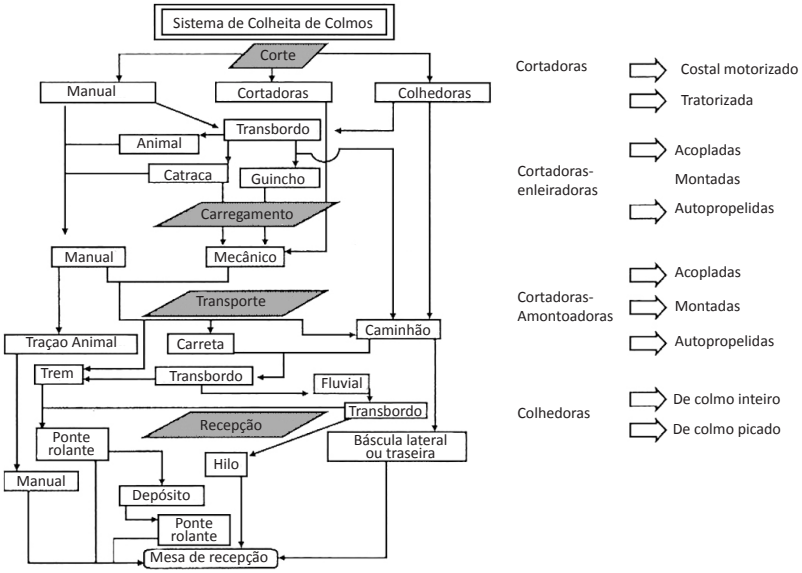
Os subsistemas de colheita em utilização no Brasil e no mundo podem ser resumidos em três grandes grupos:

1. Sistema de colheita manual: o subsistema de corte e o sistema de carregamento se processam manualmente, podendo haver um subsistema de transporte intermediário, por tração animal ou trans-bordo com dispositivos específicos. Apesar de ser aparentemente um sistema arcaico, ainda é amplamente utilizado em regiões declivosas do Nordeste brasileiro, principalmente, em Alagoas e Pernambuco, onde os canaviais são cultivados em regiões com declividades que inviabilizam qualquer tipo de mecanização.

2. Sistema de colheita semimecanizado: envolve o subsistema de corte manual e o sistema de carregamento, nas unidades de transporte, por carregadoras mecânicas. É o mais amplamente utilizado em todas as regiões produtoras do Brasil, desde que o relevo não ultrapasse 0 a 25% de declividade.

3. Sistema de colheita mecanizado: é aquele que utiliza um subsistema mecanizado com cortadoras de diversos tipos, ou com colhedoras de cana inteira com subsistemas de carregamento mecânico, ou ainda por colhedoras que cortam, limpam parcialmente a matéria-prima e a carregam em unidades de transporte. É admitido em declividades de, no máximo, 15 a 17%. Acima disso, os equipamentos têm sua estabilidade comprometida.

Figura 2.11 | Sistema de colheita de cana-de-açúcar demonstrando as opções para operações de corte, carregamento, transporte e recepção



Fonte: Santos, Borém e Caldas (2010, p. 274).

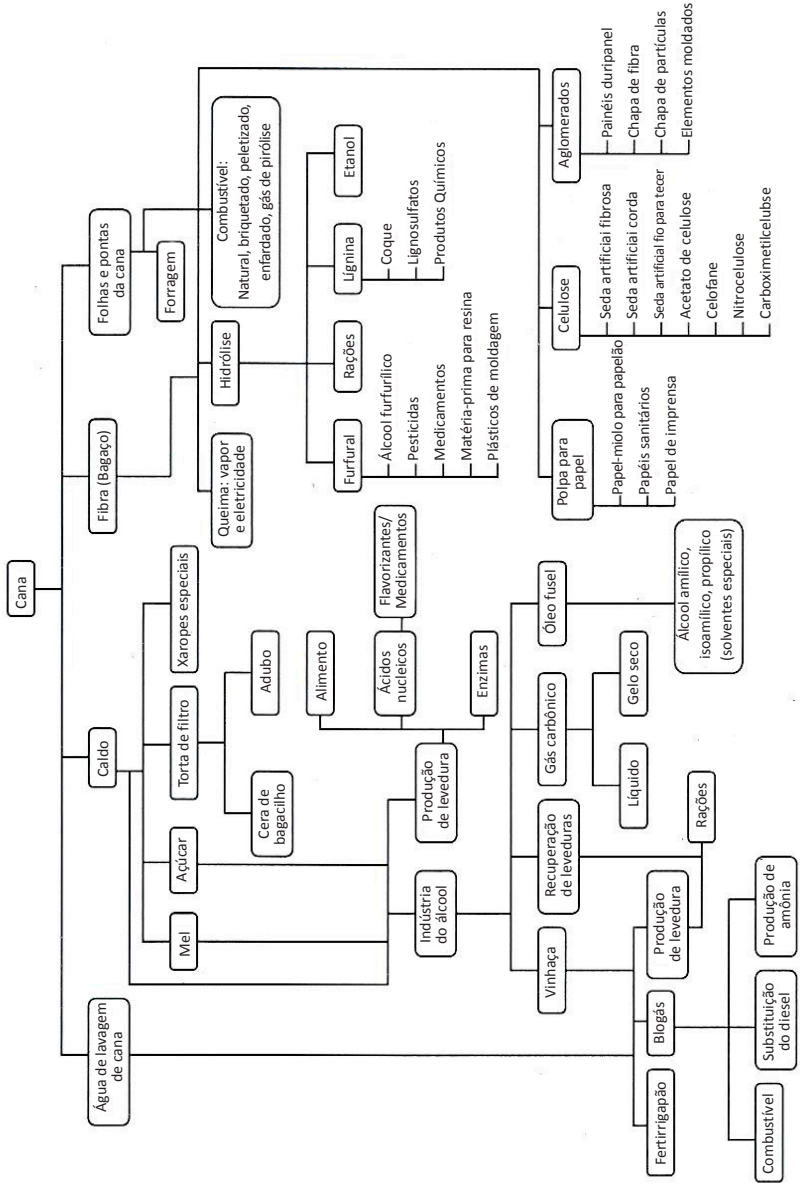
Exemplificando

Segundo Segato e Daher (2011), no Brasil, a escolha do tipo de corte de colmos da cana (manual ou mecânico) dependerá de fatores diversos, como: disponibilidade de mão de obra, aspectos socioeconômicos, condições de declividade de campo e eficiência da colheitadeira utilizada. Para efeito de cálculo de eficiência de colheita, seja manual ou mecânica, considere que, em média, no país, um cortador manual de cana-de-açúcar tem produtividade de 7 a 10 , enquanto que uma colheitadeira mecanizada (Colhedora John Deer 3510) com velocidade média de 6 em talhão com produtividade de 85 teve rendimento 60 , considerando 8 horas de trabalho por dia. Seriam necessários 48 homens com média de 10 para ter o mesmo rendimento da colheitadeira.

A utilização de resíduos na indústria sucroalcooleira é uma necessidade não só do ponto de vista ambiental, como também é uma forma de evitar o desperdício de um material que ainda pode gerar lucro. Os resíduos que, atualmente, são gerados em quantidade excessiva na produção de açúcar e álcool, devem aumentar consideravelmente nos próximos anos, tanto pela expansão das lavouras como devido à criação de novas unidades produtivas (VIAN, 2003).

A Figura 2.12 apresenta um fluxograma com os potenciais subprodutos dessa indústria, e a partir dela discutiremos a participação do técnico responsável na destinação de dois destes subprodutos.

Figura 2.12 | Potencial de produtos e subprodutos da agroindústria sucroalcooleira



Fonte: Santos, Borém e Caldas (2010, p. 466).

Como podemos ver, a cana-de-açúcar oferece uma gama de subprodutos com grande potencial produtivo e outros com potencial de impacto ambiental muito elevado, contudo com grande potencial para uso na própria lavoura, fornecendo parte dos nutrientes necessários para atender à necessidade nutricional da lavoura.

A torta de filtro pode ser definida como o resíduo que se elimina no processo de decantação do caldo de cana durante a etapa de tratamento para a fabricação de açúcar e/ou etanol. Após a etapa de decantação no tratamento do caldo, o lodo que fica é enviado para o setor de filtração para a remoção do açúcar residual, obtendo-se, desta forma, a torta de filtro (PATURAU, 1969). Determinando a composição química típica dele, verifica-se que os elementos utilizados na nutrição da cana-de-açúcar apresentam-se nas seguintes porcentagens: cinzas totais (9-20%), SiO_2 (4-10%), CaO (1-4%), P_2O_5 (1-3%) e MgO (0,5-1,5%). Na maioria das usinas, esses compostos são calculados para serem distribuídos no campo com o objetivo de atender a parte da demanda nutricional da lavoura. Novas pesquisas estão sendo feitas em relação à produção de cera a partir da torta de filtro (GRAILLE *et al.*, 2003).

A vinhaça é o resíduo final da destilação do vinho e fermentação para a obtenção do etanol. Apresenta em sua composição elevado conteúdo de sais minerais, por isso representa potencial perigo ao meio ambiente se não for corretamente tratada.

As tecnologias comumente empregadas para tratamento da vinhaça são:

1. Fertirrigação com vinhaça in natura

Tem por finalidade aplicar a vinhaça na lavoura para aproveitar o conteúdo, principalmente, o potássio, de forma a atender à demanda da planta. Fósforo e nitrogênio também contribuem, mas de forma secundária. A dose usualmente empregada é de 100 a 150 de vinhaça por hectare.

2. Concentração da vinhaça

A concentração térmica da vinhaça apresenta-se como uma das tecnologias comerciais disponíveis para a redução do seu volume. Como a vinhaça da cana-de-açúcar tem como única utilidade o fornecimento de nutrientes e, muitas vezes, estes devem ser despejados na lavoura por uso de caminhões-tanque, a redução do volume é uma boa alternativa para otimizar o custo do transporte.

Reflita

Acabamos de ver apenas duas destinações dos subprodutos oriundos da indústria sucroalcooleira apresentadas na Figura 2.12. A respeito da torta de filtro, vimos que boa parte dela na usina é destinada à lavoura, a fim de atender à demanda nutricional da cultura. Contudo, Graille *et al.* (2003) salienta o estudo dessa torta na produção de cera, que será utilizada na indústria, nos setores farmacêutico, químico e de cosméticos, por exemplo. Sabendo que o rendimento da extração da cera depende de uma série de fatores, como o uso de determinados solventes, você acredita que a utilização dela poderá promover uma fonte renda economicamente viável para as usinas sucroalcooleiras?

Chegamos, finalmente, ao término da nossa discussão sobre a cultura da cana-de-açúcar. Esperamos que, com a apresentação desses dados, você se sinta preparado para elaborar um plano de manejo para a colheita dessa cultura sem se esquecer das implicações de todos os processos na produção e no manejo do resíduo gerado, visando sempre atingir o ótimo econômico.

Sem medo de errar

Conforme foi colocado, o trabalho continua intenso na Unidade Santa Rita e, finalmente, é chegada a hora da colheita. Neste momento, você colherá os resultados de um plantio bem feito, relacionado às escolhas mais adequadas das variedades disponíveis no mercado, vinculadas ao excelente manejo realizado da lavoura durante todo o ciclo de produção.

Contudo, em função do crescimento da área plantada e do aumento da capacidade produtiva da usina, os reservatórios destinados ao acúmulo da vinhaça estavam ficando subdimensionados. Como é sabido que a vinhaça tem certa quantidade de nutrientes, o técnico anterior a você, responsável pelo manejo desse resíduo, estava aplicando uma quantidade maior que a recomendada nos talhões próximos ao reservatório da vinhaça, com a justificativa que, além de adubar, ele estava irrigando a cana-de-açúcar, contudo órgãos ambientais, ao fiscalizarem os leitos de rios, perceberam o aumento do nível de contaminantes da água oriundos da usina.

Em relação ao manejo de resíduos, via de regra, cabe ao agrônomo a distribuição dos resíduos de forma racional na lavoura, buscando suprir a demanda que a própria cultura apresenta em relação aos nutrientes que foram disponibilizados pelos resíduos e, para isso, deve-se, sempre que possível, otimizar as operações de distribuição da adubação.

Como o depósito de vinhaça está ficando subdimensionado, duas possibilidades podem ser apresentadas: a primeira seria concentrar os nutrientes por meio da evaporação do excesso de água, deixando a solução que seria utilizada na fertirrigação mais concentrada, facilitando o transporte por caminhões-tanque para os talhões mais distantes. A segunda possibilidade seria a construção de um segundo reservatório em local estratégico para facilitar a distribuição deste resíduo em talhões mais distantes. As duas possibilidades devem sempre respeitar o controle dos minerais que são disponibilizados no ambiente, de forma que não sejam configurados como resíduos que possam provocar o desequilíbrio ambiental.

Agora, caro aluno, retome os conhecimentos aprendidos anteriormente e elabore um plano de manejo para a cultura da cana-de-açúcar. Lembre-se de que até agora você já compreendeu como escolher a variedade adequada aos ambientes disponíveis na lavoura; aprendeu a preparar o solo e as mudas para o plantio; conheceu sobre a nutrição da planta e o manejo de pragas, além das doenças e plantas invasoras; se preparou para a colheita, precisando ou não de maturadores; e ainda viu o importante papel que um técnico de campo tem no manejo de resíduos produzidos pela usina. Bom trabalho!

Avançando na prática

Florescimento precoce: o que fazer?

Descrição da situação-problema

Caro aluno, como você já sabe, as variedades de cana-de-açúcar são classificadas em precoce, médio e tardio e devem ser plantadas em ambientes que potencializam as suas características genéticas. Em função dessas informações, é feito um planejamento de implantação das variedades que antecede o plantio e visa atender a um cronograma de colheita, o qual deverá manter a alimentação da unidade de moagem da usina, como cana-de-açúcar colhida no estágio de máximo acúmulo de sacarose.

Alguns fatores podem interferir na maturação da cana-de-açúcar, dentre eles, a disponibilidade de água é muito importante, pois, na época certa, induz um vigoroso desenvolvimento da planta, contudo, em épocas inapropriadas, pode estimular o florescimento ou diluir a sacarose armazenada no colmo.

De posse dessas informações, observe a seguinte situação: verificou-se, durante as medições pluviométricas na lavoura, uma intensa mudança no regime das chuvas durante os meses de verão do ano anterior, quando foi registrado quase o dobro do volume esperado, e agora parte das variedades

que em condições normais não floresceriam estão sofrendo indução precoce de florescimento, e o pior, ainda não terminaram o seu pleno desenvolvimento em campo. Para minimizar as consequências desse fenômeno inesperado de florescimento, o que pode ser feito?

Resolução da situação-problema

Geralmente, tenta-se evitar o florescimento da cana-de-açúcar por meio de melhoramento genético, utilizando variedades com menor tendência ao florescimento ou reguladores vegetais. Como no caso as condições climáticas induziram o florescimento e a cultura já estava implantada, recomenda-se o uso de reguladores de crescimento, os quais podem minimizar os efeitos se detectado precocemente, uma vez que, após iniciado o florescimento, não é reversível. Dentre os produtos mais utilizados, destacam-se aqueles à base de giberelinas, hidrazida, maleica, monuron, diuron, diquat, diquat, paraquat e etileno. Atualmente, o mais eficiente é o etephon, que se converte em etileno. Este se caracteriza como mais eficiente por não ter efeito dessecante do dossel da cultura como os outros produtos citados, além de estimular o crescimento dos entrenós formados após a pulverização.

Faça valer a pena

1. As plantas daninhas, quando não controladas no início do crescimento da cana-de-açúcar, podem promover intensa redução no perfilhamento inicial da cultura com consequências imediatas na redução de produtividade de colmos e, consequentemente, de sacarose. Outros aspectos negativos e muito evidentes em decorrência da competição são: decréscimo na longevidade do canavial, queda na qualidade da matéria-prima, dificuldade nas operação de colheita e transporte, queda na qualidade industrial da matéria-prima decorrente da contaminação vegetal, abrigo para pragas e doenças no canavial e depreciação do valor da terra (SILVA *et al.*, 2007).

Segundo Santos, Borém e Caldas (2010), os métodos de controle mais indicados para o manejo das plantas daninhas são: controle preventivo, controle cultural, controle mecânico e controle químico. Dentre as observações a seguir, quatro referem-se ao controle preventivo e apenas uma ao controle cultural. Identifique-a:

a) Manter os canais de vinhaça ou irrigação livres de plantas daninhas.
b) Limpar máquinas e implementos quando da transferência para outro talhão.
c) Utilizar mudas provenientes de viveiros com ótimos controles de plantas daninhas.
d) Controlar as plantas daninhas nas áreas adjacentes aos talhões de cana-de-açúcar.
e) Utilização de mudas com ótimo estado de sanidade e nutrição.

2. O processo de florescimento divide-se, didaticamente, em quatro fases: transformação do meristema apical em gema floral; transformação desta em inflorescência; desenvolvimento da inflorescência e da folha bandeira; e emissão da inflorescência.
A floração da cana é um fenômeno normal e indispensável para a sobrevivência da espécie, não interessando, no entanto, ao produtor. Em função do exposto, o homem procura interferir na natureza tentando evitar o florescimento da cana-de-açúcar, seja por meio de melhoramento genético ou de reguladores vegetais (CASTRO, 1992).

O florescimento da cana-de-açúcar apresenta uma série de prejuízos relativos à produção da cana-de-açúcar. Dentre as características apresentadas a seguir, assinale aquela que pode ser considerada como positiva em relação ao florescimento da cana-de-açúcar.
a) No florescimento, o crescimento vegetativo do colmo é paralisado, com evidente perda do rendimento de açúcar.
b) O florescimento da cana-de-açúcar é fundamental para os programas de melhoramento da cultura.
c) Os colmos florescidos diminuem seu rendimento em açúcar, devido à formação da folha bandeira ou flecha.
d) Completado seu ciclo vital, o colmo florescido entra em senescência, permitindo novas brotações.
e) Colmos florescidos não podem ser armazenados no campo por muitos meses.

3. A maturação da cana é definida pelos fisiologistas, como um estágio senescente entre o crescimento rápido e a morte final da planta. Somente os entrenós imaturos das folhas verdes e os entrenós superamadurecidos da base (com alto conteúdo de fibra) não retêm apreciável quantidade de açúcar. Cada entrenó acumula seu próprio açúcar, sendo os valores de sacarose mais elevados na direção do centro do colmo, declinando no sentido das pontas (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2010).
Para acelerar o processo de amadurecimento da cana-de-açúcar, o produtor deve proceder da seguinte forma: após a planta ultrapassar certo número de meses, tenderá a exaurir a maior parte do seu nitrogênio disponível, diminuindo a água em regiões secas. No entanto, se água e nitrogênio permanecerem abundantes, a planta não amadurecerá, no sentido lato da palavra.

De acordo com o texto apresentado, assinale a alternativa que melhor se aplica neste caso:
a) Aumentar a disponibilidade de água e nitrogênio para a cultura.
b) Aumentar a disponibilidade de água e reduzir o nitrogênio para a cultura.
c) Reduzir a disponibilidade de água e aumentar o nitrogênio para a cultura.
d) Reduzir a disponibilidade de água e nitrogênio para a cultura.
e) Os manejos relacionados à água e ao nitrogênio não interferem na maturação.

Referências

ARÉVALO, R. A. **Matoecologia da cana-de-açúcar**. São Paulo: Ciba-Geigy, 1978.

CASTRO, P. R. C. Inibidores da florescência e estimulantes da maturação da cana-de-açúcar. *In:* ENCONTRO CANA-DE-AÇÚCAR, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Rhodia Agro, 1992.

CLEMENTS, H. F.; AWADA, M. Experiments on the artificial induction of flowering in sugarcane. *In:* CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS - ISSCT, 12., Porto Rico. **Proceedings...** Porto Rico: [s.n.], 1965.

ECKARDT, M.; ABERU, Y. V. Gestão para mecanização da colheita da cana-de-açúcar utilizando-se de coeficientes técnicos. **Custos e @gronegócio**, v. 13, n. 2, abr./jun. 2017.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GRAILLE, J. *et al.* **Caracterização analítica da cera de cana-de-açúcar para seu uso cosmético**. 2003. Disponível em: https://bresil.cirad.fr/pt. Acesso em: 2 jan. 2019.

PATURAU, J. M. **By-products of the cane sugar industry**. New York: Elsevier Publish Company, 1969.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil. **Encarte de informações Agronômicas**, n. 110, jun. 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

RIPOLI, T.C.C. *et al.* **Plantio de cana-de-açúcar:** estado da arte. Piracicaba: [s.n.], 2006.

RIPOLI, T. C. C.; PARANHOS, S. B. Colheita. *In:* PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar:** cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu, SP: Unesp, 1995.

SANGUINO, A; MORAES, V. A.; CASAGRANDE, M. V. **Curso de formação e condução de viveiros de mudas de cana-de-açúcar**. [*S.l.*]: [s.n.], 2005.

SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar:** bioenergia, açúcar e álcool. Viçosa, MG: [s.n.], 2010.

SEGATO, S. V.; DAHER, F. Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua sob velocidades de deslocamento da colhedora. **Nucleus**, v. 8, p. 315-326, 2011.

SILVA, A. A. *et al.* Herbicidas: Classificação e mecanismos de ação. *In:* SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA A DEFESA AGRÍCOLA. SINDAG. Disponível em: http://www.sindag.com.br/upload/compimp0105.xls. Acesso em: 10 fev. 2007.

STORINO, M.; PECCHE, A.; KURACHI, A.H. *In:* DENARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Aspectos Operacionais do Preparo de Solo**. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 10, p. 73-81, 1994.

VIAN, C. E. F. **Agroindústria Canavieira** – Estratégias Competitivas e Modernização. Campinas, SP: Átomo, 2003.

VITTI, G. C; MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, v. 97, n. 16, 2002.

VITTI, G. C. *et al.* Nutrição e adubação. *In:* RIPOLI, T. C. C. *et al.* (Eds.). Plantio de cana-de--açúcar: estado da arte. Piracicaba: [s.n.], 2006.

Unidade 3

Introdução ao estudo da cultura do café

Convite ao estudo

Caro aluno, após estudar esta unidade, sempre que alguém convidá-lo para tomar uma xícara de café, você perceberá quanto trabalho, dedicação e esforço foram empregados por uma grande quantidade de trabalhadores, desde a fazenda até o beneficiamento daquele produto.

A partir dos conhecimentos aqui obtidos, você conhecerá e compreenderá a importância do cultivo do café para o agronegócio nacional e mundial, bem como as necessidades da planta para seu cultivo. Para isso, necessitará conhecer os aspectos técnicos da produção da cultura do café. Para aprofundar o seu conhecimento da cultura é importante que você tenha uma compreensão da origem da cafeicultura no Brasil e no mundo, de sua importância, comercialização e questões socioambientais, morfologia e fisiologia das principais espécies usadas na produção do café no Brasil, e os fatores climáticos e ambientais envolvidos no cultivo do café.

Nesse primeiro momento você terá contato com os aspectos relacionados ao agronegócio da cafeicultura. Por esse motivo é importante que você estude esses aspectos com atenção e os compreenda bem, pois eles serão ampliados e utilizados nas próximas seções do curso.

Para ajudá-lo a entender e ampliar o seu conhecimento, você trabalhará na Fazenda Wolf, para o sr. Arthur Lobo, no município de Três Corações (MG), uma propriedade que produz aproximadamente 6 mil sacas de café por ano em 160 hectares de área plantada, nos quais estão distribuídas variedades de ciclo precoce, médio e tardio.

O sr. Arthur, como bom mineiro, conhece o potencial de seu cafezal e passou a você a seguinte atividade: verificar a possibilidade de produzir internamente em sua propriedade um lote de 200 sacas de cafés especiais para atingir um nicho de mercado que só cresce nos últimos anos. A propriedade está localizada em uma região composta de latossolo vermelho eutroférrico, altitude de 980 m, com clima tropical de altitude caracterizado por verões quentes e úmidos definindo a estação chuvosa, e invernos secos e relativamente frios, marcando estação seca, temperaturas médias entre 13 ºC e 26 ºC e precipitação anual de 1451 mm. É importante que você faça um estudo mais detalhado dessas características e sua influência na produção de café de

qualidade. Dessa forma, como os fatores observados interferem na produção de cafés de qualidade? Todas as variedades de café produzidas pelo sr. Arthur na Fazenda Wolf têm o mesmo potencial para atingir a pontuação necessária aos cafés de qualidade? Vamos ao trabalho!

Ao final desta unidade, você deverá conhecer e analisar quais são as necessidades biológicas do café para seu cultivo e atendimento da nova atividade proposta a você pelo sr. Arthur. Você deverá entregar-lhe um plano de ação a partir dos dados obtidos.

Seção 3.1

Café: origem, importância, comercialização e questões socioambientais

Diálogo aberto

Neste material você será apresentado aos conceitos básicos relacionados à compreensão da atividade cafeeira. Você sabia que o café é a segunda bebida mais consumida no mundo, perdendo apenas para a água, e que o Brasil é o maior produtor mundial dessa cultura? Outras tantas características como essas serão apresentadas em um breve histórico, caracterizando a evolução do café no Brasil e no mundo. Essas informações vão auxiliá-lo a entender algumas características que são peculiares da atividade cafeeira, como o ciclo bienal da cultura bem como a sazonalidade dos preços relacionados à produção; verificará a dinâmica dos sistemas de comercialização do café em grãos no Brasil; e, por fim, conhecerá um pouco o nicho de mercados de cafés especiais no Brasil.

Dessa forma, você reunirá conhecimentos necessários para a elaboração de um programa que possa atender ao cultivo do café, seja para produzir o grão que o mercado de larga escala, seja para o mercado de grãos especiais.

Você foi contratado pelo sr. Arthur Lobo para trabalhar na Fazenda Wolf, localizada no município de Três Corações (MG), uma propriedade que produz aproximadamente 6 mil sacas de café por ano em 160 hectares de área plantada, nos quais estão distribuídas variedades de ciclo precoce, médio e tardio. O sr. Arthur conhece o potencial de seu cafezal e passou a você seguinte atividade: verificar a possibilidade de produzir em sua propriedade um lote de 200 sacas de cafés especiais, buscando introduzir a marca da Fazenda Wolf nesse nicho de mercado, que só cresce nos últimos anos.

Segundo observações feitas pelo sr. Arthur, tanto no mercado regional como em conversas com compradores, ele demostrou interesse pelo produto. Contudo, enquanto alguns o encorajam, outros falam dos elevados custos relacionados à produção de cafés especiais, deixando-o em dúvida em relação a iniciar ou não o projeto. A partir dessas características observadas, você encorajaria o sr. Arthur a continuar investindo no seguimento de café de qualidade? Quais considerações você deve fazer para que ele desenvolva o projeto de cafés de qualidade?

Agora, vamos ao trabalho.

Não pode faltar

Devido à diversidade de regiões ocupadas pela cultura do café, à variedade de climas, relevos, altitudes e latitudes, o Brasil produz tipos variados de grãos, o que possibilita atender às diferentes demandas de paladar e preços dos consumidores brasileiros e estrangeiros. Essa diversidade também permite o desenvolvimento de vários *blends* (misturas de tipos). As duas principais espécies plantadas são o café arábica (80% da área) e o café canéfora. O país é o maior produtor e exportador de café, e segundo maior consumidor da bebida no mundo. É o 5º produto na pauta de exportação brasileira, movimentando US$ 5,2 bilhões em 2017.

O Brasil produz comercialmente duas espécies de café. O café arábica (*Coffea arabica*) está concentrada nos estados de Minas Gerais, como maior produtor, seguido por São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Esses quatros estados concentram 85% da produção nacional dessa espécie, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2018), demonstrando a sua importância no cenário nacional. O conilon (*Coffea canephora*) já é cultivado principalmente no Espírito Santo, Bahia e Rondônia, concentrando 95% da produção nacional. As previsões para 2018 apontam a produção de café arábica estimada em 45,94 milhões de sacos, sendo ano de bienalidade positiva. Já a produção de conilon estima-se girar na marca de 13,97 milhões de sacos. A área plantada em produção (conilon e arábica) totaliza 1,86 milhão de hectares com cerca de 300 mil produtores, predominando mini e pequenos, em aproximadamente 1.900 municípios, e a produtividade média é de 32,17 sacas por hectare, uma das melhores marcas quando observada a média histórica dos últimos 10 anos (CONAB, 2018).

Segundo Martins (2008), a origem do café como bebida remonta ao século XV. Conta certa lenda que um criador de cabras, que atendia pelo nome de Kaldi, na Região onde hoje está a Etiópia, percebia que quando seus animais comiam um fruto de cor vermelha de um determinado arbusto, ficavam agitados. Ao contar essa observação para os monges de um monastério próximo, eles resolveram fazer uma infusão desse fruto, para o tomarem em forma de chá. Ao beberem, descobriram que esse chá permitia que ficassem mais despertos, o que os auxiliou a fazer suas orações por mais tempo, e, assim, podiam orar à noite. Dessa forma o mundo teve a oportunidade de conhecer o café como bebida pela primeira vez.

Na metade do século XV, o café já era conhecido na Turquia, na Síria e no Egito. Em 1820 já se exportava café dessas regiões para a Itália. No final do século XVII, a bebida já fazia parte do hábito de vários países da Europa Ocidental (MARTINS, 2008).

Uma prática muito comum para a disseminação da planta era o contrabando de suas sementes e mudas, que tinham importante valor de mercado. As regiões que mais contribuíram para esse contrabando foram Java, na Ásia, e a Guiana Francesa. Atualmente os principais produtores de café encontram-se fora do seu centro de origem, sendo os mais importantes produtores: Brasil, Colômbia e Peru, na América do Sul; México, Guatemala e Costa Rica, na América Central; Costa do Marfim, Uganda e Quênia, na África; Vietnã e Índia, na Ásia; e Indonésia, na Oceania (MARTINS, 2008).

Em 1727 os portugueses enviaram o sargento-mor Francisco Melo de Palheta à Guiana Francesa com a missão de trazer o café para o Brasil. O sucesso dessa empreitada se deu pela sua reconhecida performance como sedutor que, ao encantar a esposa do governador da capital, ganhou dela algumas sementes e mudas da planta, resultando no primeiro plantio de café no solo amazônico de Belém do Pará. Porém, o café ainda não conquistaria seu espaço no mercado nesse momento. Somente nas décadas seguintes, ao seguir em direção ao Sudeste do Brasil, o cafeeiro encontrou condições edafoclimáticas necessárias para seu pleno desenvolvimento, ocupando, preferencialmente, áreas de mata atlântica que permitiram finalmente ao café se estabelecer em grandes áreas no Vale do Paraíba (ABIC, 2009).

A partir de então, pela facilidade de escoamento, as primeiras remessas de exportação de café brasileiro ocorreram ao fim do século XVIII. Com o aumento do consumo, nas primeiras décadas do império, o café passou a ser o principal produto da economia brasileira, e, ainda no século XIX, o Brasil passou a ser definitivamente o maior produtor e exportador mundial.

Assimile

As condições edafoclimáticas formam o conjunto de características do solo, do relevo e do clima de uma região. Relaciona-se à interação entre um ou mais fatores ligados ao solo (fertilidade, aspectos físico e biológicos) com um ou mais fatores ligados ao clima (chuva, temperatura etc.).

As características técnicas de plantio e produção do café são variadas em função da espécie café arábica (Coffea arabica), café canéfora (Coffea canephora), uma vez que as próprias características edafoclimáticas para cada espécie são diferentes (Quadro 3.1) (CAMARGO, 2010).

Quadro 3.1 | Condições edafoclimáticas ao plantio do cafeeiro e regiões produtoras de cada tipo de café

Aspecto	Café arábica	Café canéfora
Temperatura ideal	18 ºC a 25 ºC	24 ºC a 26 ºC
Temperatura mínima	13 ºC	10 ºC
Temperatura máxima	30 ºC	30 ºC
Precipitação anual	1500 mm a 2500 mm	2000 mm a 3000 mm
Altitude	600 m a 2000 m	0 m a 600 m

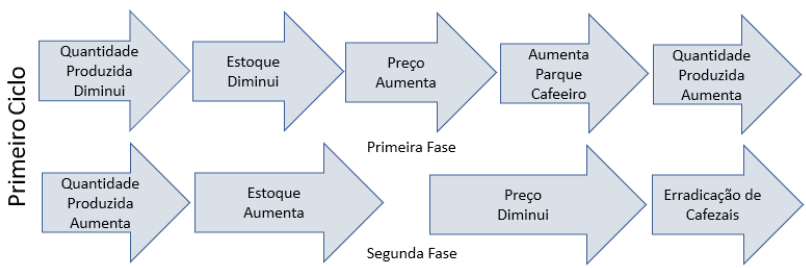
Fonte: adaptado de Camargo (2010, [s.p.]).

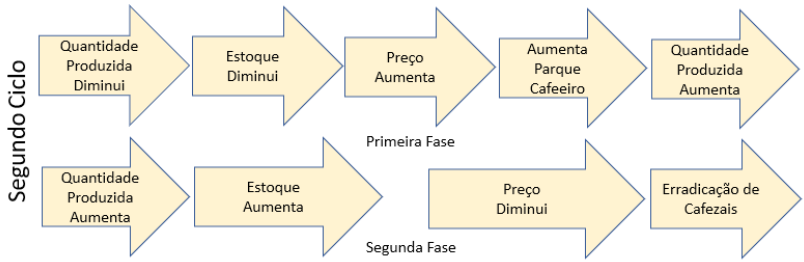
Segundo Amaral e Rena (2006), a cultura do cafeeiro, por ser perene e por gerar durante toda a sua vida útil uma produção variável que atinge o ápice somente quando a planta atinge a maturidade (que ocorre entre 12 e 14 anos de idade), apresenta um comportamento distinto tanto de preço como de produção no decorrer dos anos, o que determina a formação de ciclos plurianuais (Figura 3.1) (FONTES, 2003). Ainda auxiliando na formação dos ciclos plurianuais do café, soma-se o fator de a planta apresentar bienalidade de produção. Esse fato está ligado ao vigor da planta, uma vez que em um ano a planta tenha atingido uma produtividade muito elevada, existe uma tendência natural de, no ano seguinte, a mesma planta não atingir os mesmos patamares de produção, uma vez que está recuperando seu vigor.

Exemplificando

Normalmente a primeira produção significativa do cafeeiro ocorre somente aos três anos de idade. A produtividade máxima por planta é atingida entre 12 e 14 anos de idade. A partir daí existe uma tendência de queda na produtividade. Teoricamente um cafezal bem conduzido tem vida útil de 20 a 25 anos. Somando-se a bienalidade a esse fator, verifica-se a formação de ciclos plurianuais.

Figura 3.1 | Funcionamento dos ciclos plurianuais da cafeicultura no Brasil





Fonte: Bacha (2003, p. 2).

Observe, na Figura 3.1, que cada seta apresenta uma situação que contribui para a formação dos ciclos plurianuais da cafeicultura e eles devem ser compreendidos. Para tal, vamos interpretá-los em uma reação em cadeia, conforme indicado a seguir: quando ocorre essa redução na produção por um período consecutivo de anos no Brasil, naturalmente a oferta mundial também reduz, afinal, o Brasil é o maior produtor mundial de café. Esse cenário leva à redução dos estoques mundiais. Os estoques diminuem, uma vez que o consumo mundial está estável ou aumentando, o que gera a necessidade de uso dos estoques reguladores. Para controlar os estoques, o mercado precisa reformular o preço. Os preços aumentam em função da redução dos estoques do produto. Durante certo tempo, coincidem redução da produtividade e aumento de preços, o que caracteriza a primeira fase do ciclo plurianual e estimula o início da segunda fase do ciclo plurianual, que veremos a seguir.

O aumento do parque cafeeiro e da quantidade produzida ocorre devido aos preços pagos que promovem um natural incentivo para novos plantio e melhora do manejo nos cafeeiros já existentes. O aumento de estoque tanto no Brasil como no exterior, no decorrer dos anos, estimula a redução dos preços que provocam prejuízos principalmente em lavouras de baixa produtividade, tornando inviável sua manutenção que estimula a erradicação de cafezais caracterizados por lavouras mais velhas ou menos produtivas. Com isso, a produção brasileira cairá, estimulando novo ciclo.

Além do preço, outros fatores afetam os ciclos plurianuais. Entre eles podemos citar os acordos internacionais de controle de oferta – no Brasil, por exemplo, existe um grande impedimento da entrada do café canéfora originário do Vietnã. Essa proteção visa manter os níveis de preços satisfatórios para os produtores brasileiros.

Existem também as políticas governamentais de retenção de estoque que podem alterar a dimensão do ciclo plurianual de produção e preço, mas definitivamente não o anula.

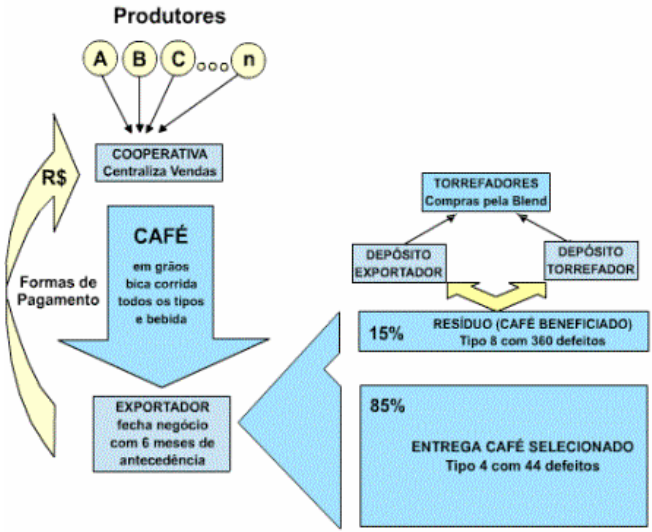
Segundo Bacha (2003), a bienalidade do cafeeiro bem como as adversidades climáticas afetam a oscilação de preços e produto dentro de cada ciclo, uma vez que sua duração é rápida em relação ao ciclo plurianual. Esse ciclo bienal de produção decorre da alternância de anos com ótima florada (refletidos em grande produtividade), seguidos de anos com florada pequena, uma vez que a planta recupera seu vigor apenas no segundo ano. Essa característica é observada de forma independente dentro de cada cafeeiro, contudo as adversidades climáticas podem sincronizar o ciclo bienal de uma grande região – como exemplo podemos citar as geadas ocorridas em 1975 e 1981, a estiagem de 1985 ou a de 1999, sendo que esta última promoveu uma redução na produção do ano 2000 em 30% do esperado para aquele ano (BACHA, 2003).

Ainda ocorre uma variação sazonal dos preços na produção do café. Essa variação se dá devido à formação de duas fases no ciclo de produção, safra e entressafra. Em relação ao preço aplicado na safra, vale a seguinte explicação: a colheita de café no Brasil ocorre de abril a setembro, época em que ocorre aumento natural da disponibilidade desse produto, e nesses meses espera-se que o preço pago no mercado físico seja inferior, pois os cafeicultores realizam a venda do produto colhido, seja pela falta de condições para estocagem, seja pela necessidade de capitalizar a propriedade e pagar os custos de produção, já para a entressafra, que ocorre entre os meses de outubro e março, período que coincide com o inverno no Hemisfério Norte. Existe uma tendência de aumento de preço pago pela safra, uma vez que os produtores que formaram seus estoques na safra podem esperar por melhores condições de mercado.

As características de qualidade do café colhido são fatores importantes na configuração de seu preço. Assim, cafés colhidos e beneficiados com melhor qualidade, conseguem melhores destinos de venda, uma vez que atendem ao paladar de um público mais exigente, enquanto o café que não passa por criterioso processo de colheita e pós-colheita costuma ser torrado de maneira a esconder esses defeitos, e recebe, por isso, uma menor remuneração, uma vez que se destina a um público menos exigente.

Aproximadamente 59% da produção anual de café no Brasil destina-se à exportação, sendo que o restante distribui-se entre a indústria de torrefação para consumo interno e para a elaboração de café solúvel. Acompanhe a Figura 3.2, que nos ajudará a discutir alguns aspectos relevantes.

Figura 3.2 | Diagrama apresentando procedimento típico para negociação da produção de café no Brasil



Fonte: Bacha (2003, p. 6).

Analisando as etapas apresentadas na Figura 3.2 podemos observar que, como geralmente os produtores não têm acesso aos exportadores de café, pois não apresentam escala produtiva, eles entregam sua produção às cooperativas, que centralizam a venda do produto aos exportadores. Teoricamente isso seria uma vantagem para o produtor, pois a cooperativa teria um melhor poder de negociação.

Normalmente os exportadores compram café bica corrida e pagam entre 5 e 7 dias depois de retirado o produto do armazém do produtor ou da cooperativa. Em condições de escassez, como quando ocorre uma geada, o pagamento é feito no dia, após a retirada do produto (BACHA, 2003).

A figura dos exportadores é muito importante para as vendas no exterior. Essas, por sua vez, são planejadas e executadas normalmente, com seis meses de antecedência em relação à entrega. Por exemplo, fecham-se negócios no período de dezembro a março, para entrega de julho a outubro. Em condições de escassez, o período entre a venda e a entrega se reduz a 1 ou 2 meses, que é o período necessário ao transporte do produto.

Os exportadores compram café bica corrida de todos os tipos, com diferentes parâmetros de qualidade (bebida e classificação por defeito) e elaboram *blends* (isto é, combinações de cafés beneficiados em grãos) adequados aos seus consumidores.

Após beneficiado o café considerado resíduo (tipo 8 com 360 defeitos), que não seja negociado no mercado externo, é destinado às empresas torrefadoras no Brasil. Essas empresas preparam o *blend* para mercado interno usando o café tipo 8, que surge do rebeneficiamento do bica corrida; e as sacas de café tipo 4, que, por algum motivo, não sejam adequadas aos consumidores estrangeiros (que não gostaram, por exemplo, do *blend* formado).

Em média, 20% das vendas dos exportadores são para torrefadores nacionais, ou seja, de cada 100 sacas rebeneficiadas pelos exportadores, 20 são vendidas aos torrefadores nacionais.

Após classificação e efetivação da venda para exportação, a entrega Café Selecionado Tipo 4, com 44 defeitos, segue a seguinte ordem geral: a relação comercial entre exportador e importador é, normalmente, tradicional, sendo o café embarcado sem carta de fiança do importador e retirado no porto do país comprador, ocasião em que é feito o pagamento ao exportador. Havendo então o pagamento contra a entrega do produto (BACHA, 2003).

As exceções a essa situação são as exportações para a Argentina, China e Grécia, quando os exportadores brasileiros exigem a carta de fiança dos importadores desses países para garantir que pagarão a remessa de café ao recebê-la em seu porto.

Os outros 41% do café produzido no Brasil são destinados ao mercado interno, vendidos a torrefadores. As vendas para os torrefadores são feitas em duas modalidades:

- Posto no depósito do torrefador e com pagamento após dois dias.
- A retirar do depósito do exportador, com pagamento à vista.

A escolha entre essas modalidades depende do grau de confiança que o exportador tem no torrefador. Normalmente, o exportador compra café bica corrida com média de 120 defeitos (tipo 6) e gera para seus compradores café selecionado com média de 44 defeitos (tipo 4). Surge, nesse processo de seleção, um café que não é adequado à exportação, mas que serve ao consumo interno. Esse resíduo tem, em média, 360 defeitos (café tipo 8) e é vendido às empresas de torrefação e café solúvel, no mercado interno. Pode-se considerar que, de cada saca de 60 kg de café bica corrida tipo 6, retiram-se 51 kg de café tipo 4 e 9 kg de café tipo 8 (portanto, de cada saca de café bica corrida tipo 6, 85% será café tipo 4 e 15%, tipo 8).

Ainda para atender estritamente ao mercado interno, os torrefadores compram diversos tipos de café em grãos beneficiados, geralmente de menor qualidade. As compras são feitas diretamente de produtores; de exportadores; ou em leilões do governo. Veja, a seguir, as preferências:

- Produtores: quando se compra de produtores (por intermédio ou não de cooperativas), há o prazo de até sete dias para pagamento.
- Exportadores: quando se compra de exportadores, o prazo de pagamento é de até dois dias.
- Leilões: nos leilões gerais do governo brasileiro, o comprador pode adquirir o produto em cinco parcelas (uma no ato da compra e as demais para 30, 60, 90 e 120 dias).

Devido a essa diferença de prazo e pelo fato de o café dos leilões ser mais barato, há muito tempo a indústria de torrefação tem baseado parte expressiva de sua demanda nos cafés leiloados pelo governo.

Pesquise mais

Para conhecer um pouco mais sobre como a classificação da qualidade de café é feita no Brasil, assista ao vídeo a seguir:

SALA DE AULA - Café com Qualidade (Aula 06). [*S. l.: s. n.*], 2016. 1 vídeo (24min35s). Publicado pelo canal Agro Forte Brasil Forte.

Dê atenção especial ao trecho entre 13min21s e 21min05s para que você entenda como se faz a classificação do café quanto ao tipo a fim de atender às expectativas do mercado comprador e consumidor do café no Brasil.

A indústria de café solúvel no Brasil consome cafés robusta e arábica de menor qualidade (tipo 8 ou fora da classificação oficial), comprados do governo (em leilões gerais e especiais) e de produtores.

Para a produção do café solúvel é utilizado, principalmente, o café robusta (por ter mais massa), sendo que o café arábica serve para dar o sabor.

Reflita

Visto que a comercialização do café, da forma que lhe foi apresentada até o presente momento, é basicamente regulada pelo mercado externo e pelos leilões do governo, você acredita que existe alguma forma de o produtor incorporar valor na produção do café dentro da propriedade?

Segundo o portal *Planeta Orgânico* (CAFÉS ESPECIAIS, [s.d.]), o conceito de cafés especiais está intimamente ligado ao prazer proporcionado pela bebida. Destacam-se por algum atributo específico associado ao produto, ao processo de produção ou ao serviço a ele associado. Diferenciam-se por características como qualidade superior da bebida, aspecto dos grãos, forma de colheita, tipo de preparo, história, origem dos plantios, variedades raras e quantidades limitadas, entre outras.

Segundo a ABIC (2018), o mercado de cafés especiais registrou crescimento anual superior a 20% nos dois últimos anos no Brasil e deve continuar a avançar em curto prazo, ainda que em um ritmo menos vigoroso. Essa é a conclusão de um estudo da Euromonitor, encomendado pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA). Conforme a pesquisa, que levantou o consumo de cafés especiais em 2016 no Brasil, esse mercado totalizou 490 mil sacas naquele ano, um avanço de 25% sobre 2015. Além disso, segundo a Euromonitor, o segmento movimentou R$ 1,7 bilhão no varejo (inclui o *food service*), quase 29% a mais do que em 2015 (ABIC, 2018).

Os dados do estudo indicam também que o mercado de cafés especiais continuou a avançar apesar da crise econômica no Brasil. Embora o interesse por cafés especiais seja ascendente, a Euromonitor admite que a principal barreira para um maior avanço do segmento ainda é o preço, que impossibilita um consumo mais popularizado do produto. Ainda que o segmento de cafés especiais venha ganhando espaço no país recentemente, o volume ainda é pequeno em comparação com o mercado de café em geral, já que representa apenas 2,8% do total de café comercializado. Isso demostra o seu intenso potencial de crescimento.

Caro aluno, você verificou a grande importância que esse produto tem para o mercado nacional bem como as diversas possibilidades de atuação no mercado, tanto na sua produção como na sua comercialização. Sendo assim, vamos continuar os nossos estudos e o aprofundar cada vez o conhecimento dessa cultura.

Sem medo de errar

Neste material você teve um importante contado com os aspectos relacionados ao agronegócio do café, compreendeu sua importância no cenário nacional e verificou quem são os potenciais compradores do produto, tanto no âmbito nacional como internacional. Relembremos a situação que o espera.

Você foi contratado pelo sr. Arthur Lobo para trabalhar na Fazenda Wolf, no município de Três Corações (MG), uma propriedade que produz

aproximadamente 6 mil sacas de café por ano em 160 hectares de área plantada, nos quais estão distribuídas variedades de ciclo precoce, médio e tardio. O sr. Arthur conhece o potencial de seu cafezal e passou a você seguinte atividade: verificar a possibilidade de produzir em sua propriedade um lote de 200 sacas de cafés especiais, buscando introduzir a marca da Fazenda Wolf nesse nicho de mercado que só cresce nos últimos anos. Segundo observações feitas pelo sr. Arthur, tanto no mercado regional como em conversas com compradores ele demostrou interesse pelo produto. Contudo, enquanto alguns o encorajam, outros falam dos elevados custos relacionados à produção de cafés especiais, deixando-o em dúvida em relação a iniciar ou não o projeto. A partir dessas características observadas, você encorajaria o sr. Arthur a continuar investindo no seguimento de café de qualidade? Quais considerações você deve fazer para que ele desenvolva o projeto de cafés de qualidade?

As considerações que você pode fazer nesse momento é que o sr. Arthur certamente vende o seu café obtendo preços que ora são ditados pelo mercado externo, ora são ditados pelos leilões do governo. Esses preços certamente não são os maiores que ele poderia obter, assim, ao orientá-lo a respeito do investindo no seguimento de café de qualidade, você deve incentivá-lo a continuar com o investimento, uma vez que ele pretende produzir cerca de 200 sacas do seu universo produtivo. Esse percentual está equilibrado como o seguimento dos cafés especiais no Brasil, que atualmente atendem a 2,8% da produção nacional. Como essas 200 sacas representam 3,3% da produção do sr. Arthur, vale a pena investir, sim, no seguimento de café de qualidade. Contudo, conforme já havia sido alertado, o sr. Arthur deverá ficar atento em relação aos custos envolvidos na produção de cafés especiais, desde a lavoura aos processos de colheita e pós-colheita. Sendo assim, o convidamos a continuar acompanhando o desenvolvimento dos trabalhos para ter maiores subsídios a fim de tomar futuras decisões.

Avançando na prática

Buscando o melhor preço

Descrição da situação-problema

O grupo produtor de café canéfora denominado Retiro Novo contratou-o para gerenciar a fazenda localizada em Teixeira de Freitas (BA). Lá, a sra. Lara, dona da fazenda, em uma reunião, mostrou-lhe alguns balanços financeiros indicando que nos últimos dois anos foi necessário vender 50% de sua produção ainda durante o período da colheita, o que fez com que ela não

obtivesse os melhores preços pagos pelo mercado. Ela alegou que não tinha espaço para guardar o café colhido e ainda precisava pagar compromissos assumidos pela fazenda ao longo do ciclo produtivo. Diante desse contexto, como você poderia auxiliar a sra. Lara a posicionar melhor a venda de seu café?

Resolução da situação-problema

Explique para a sra. Lara que é natural a ocorrência de uma variação sazonal dos preços na produção de café. Basta observar o fato de que o cafeeiro não possibilita uma produção contínua ao longo do ano. Existe a formação de duas fases no ciclo de produção, definidas como safra e entressafra, que levam à variação de preços dentro do ano. Em relação ao preço aplicado na safra, vale a seguinte explicação: a colheita de café no Brasil ocorre de abril a setembro, época do aumento natural da disponibilidade desse produto; nesses meses espera-se que o preço pago no mercado físico seja inferior, pois os cafeicultores realizam a venda do produto colhido, seja pela falta de condições para estocagem, seja pela necessidade de capitalizar a propriedade e pagar os custo de produção, já para a entressafra, que ocorre entre os meses de outubro e março, período que coincide com o inverno no Hemisfério Norte. Existe uma tendência de aumento do preço pago pela safra.

Para conseguir os melhores preços, mostre à sra. Lara a necessidade de fazer um planejamento para aumentar a capacidade de estocagem da fazenda, pois dessa forma ela poderá armazenar com qualidade seu café colhido na própria fazenda e esperar os preços da entressafra.

Faça valer a pena

1. Sabe-se que as condições edafoclimáticas formam o conjunto de características do solo, do relevo e do clima de uma região, e que esse termo relaciona-se com a interação entre um ou mais fatores ligados ao solo (fertilidade, aspectos físico e biológicos) e com um ou mais fatores ligados ao clima (chuva, temperatura etc.). As características técnicas de plantio e produção do café são variadas em função da espécie café arábica (Coffea arabica), café canéfora (Coffea canephora), uma vez que as próprias características edafoclimáticas para cada espécie é diferente.

Dentre as condições edafoclimáticas a seguir, assinale aquela que estimula o plantio de café arábica.

a) Temperatura ideal: 24 ºC a 26 ºC.
b) Temperatura mínima: 10 ºC.
c) Temperatura máxima: 30 ºC.
d) Precipitação anual: 1.500 mm a 2.500 mm.
e) Altitude: 0 m a 600 m.

2. Segundo Amaral e Rena (2006), a cultura do cafeeiro, por ser perene e por gerar durante toda a sua vida útil uma produção variável, que atinge o ápice somente quando a planta atinge a maturidade (que ocorre entre 12 e 14 anos de idade), apresenta um comportamento distinto tanto de preço como de produção no decorrer dos anos, o que determina a formação de ciclos plurianuais. Como consequência desses ciclos, vários aspectos são relacionados à composição dos ciclos de alta e baixa produtividade.

Analise as afirmativas a seguir, a respeito dos aspectos que compõem as fases do ciclo, classificando-as em verdadeiras (V) ou falsas (F):

( ) Redução da quantidade produzida: quando ocorre essa redução na produção por um período consecutivo de anos no Brasil, naturalmente a oferta mundial também reduz, afinal o Brasil é o maior produtor mundial de café.
( ) Redução de estoque: esse cenário leva em conta o consumo mundial estável ou aumentando, e há uma necessidade de uso dos estoques reguladores.
( ) Aumento de preços: a redução dos estoques acarreta elevação do preço do produto, e, durante certo tempo, coincidem redução da produtividade e aumento de preços, o que caracteriza a primeira fase do ciclo plurianual.
( ) Aumento do parque cafeeiro e da quantidade produzida: devido aos preços pagos, um natural incentivo ocorre para novos plantios, e, juntamente a isso, o melhor manejo nos cafeeiros já existentes.

De acordo com as afirmativas analisadas, assinale a alternativa que apresenta a ordem correta de verdadeira (V) e falsa (F):

a) V - V - V - V.
b) V - F - V - V.
c) V - V - F - V.
d) V - V - V - F.
e) F - V - F - V.

3. A bienalidade do cafeeiro bem como as adversidades climáticas afetam a oscilação de preços e produto dentro de cada ciclo, uma vez que sua duração é rápida em relação ao ciclo plurianual. Esse ciclo bienal de produção decorre da alternância de anos com ótima florada (refletidos em grande produtividade), seguidos de anos com florada pequena, uma vez que a planta recupera seu vigor apenas no segundo ano. Essa característica é observada de forma independente dentro de cada cafeeiro, contudo, as adversidades climáticas podem sincronizar o ciclo bienal de uma grande região.

De que forma as adversidades climáticas podem sincronizar o ciclo bienal de uma grande região?

a) As adversidades climáticas induzem o florescimento mais intenso na cultura do cafeeiro.
b) As adversidades climáticas provocam uma queda na florada do cafeeiro, mesmo em anos de maior vigor da planta.
c) No Brasil, as adversidades climáticas ocorrem sempre de dois em dois anos, promovendo a bienalidade.
d) As adversidades climáticas são consideradas positivas, pois regulam os preços na cultura do café.
e) As adversidades climáticas sincronizam o ciclo bienal, obrigando as plantas a armazenar mais energia.

Seção 3.2

Morfologia e fisiologia do café

Diálogo aberto

Conforme apresentado na seção anterior, você foi contratado pelo sr. Arthur Lobo para trabalhar na Fazenda Wolf, localizada no município de Três Corações (MG). Os primeiros desafios foram lançados e o trabalho não para na fazenda, todos os dias diversas situações do cotidiano são apresentas e o sr. Arthur, a cada momento que avalia o seu desempenho, vem aumentando a confiança no seu trabalho. Lembramos que a Fazenda Wolf é uma propriedade de porte médio uma vez que produz aproximadamente 6 mil sacas de café por ano em 160 hectares de área plantada, e por isso existe a necessidade de renovações de trechos onde o cafezal vem apresentando produtividade que seja economicamente inviável.

Em uma área de cinco hectares, na qual o sr. Arthur Lobo fez a renovação há cerca de dois anos, todos observam que o cafezal vem se desenvolvendo de forma insatisfatória e as plantas não se comportam como esperado. Assim, o sr. Arthur pede para que você faça uma análise a fim de compreender quais as possíveis causas desse atraso no desenvolvimento. Em um primeiro momento, você verifica as planilhas de análise de solo e constata que as demandas nutricionais foram atendidas nas operações de plantio. Aproveita e verifica as características físicas do solo em questão e pede para cavar uma trincheira na linha de plantio, ao lado das plantas que foram plantadas.

A grande surpresa aparece agora, pois o solo se encontra bem preparado, as suas características físicas atendem às necessidades da cultura, mas ao observar as raízes da muda verifica-se que a raiz pivotante do café não está se desenvolvendo e apresenta-se enrolada como se tivesse sofrido algum estrangulamento ou impedimento em seu crescimento. De posse dessas informações, o que você pode diagnosticar a respeito das mudas? Qual possível causa para o impedimento do crescimento da raiz do café? Em virtude de sua observação, qual sugestão você daria ao sr. Arthur para que ele interviesse nessa área da propriedade?

A partir dos conteúdos adquiridos nesta seção você terá subsídios para responder a essas perguntas. Bons estudos!

Não pode faltar

O café cultivado tem provável origem no sul da Etiópia. Após a sua domesticação nesse país, o café arábica foi introduzido no lêmen, de onde foi levado para a Indonésia e para a Ilha de Reunião (antiga Ilha de Bourbon).

O cafeeiro pertence à família Rubiaceae, tribo Coffeae DC e gênero *Coffea* L. (DAVIS *et al.*, 2007). O gênero *Coffea* L. tem 104 espécies classificadas em dois subgêneros: *Coffea* subgênero *Coffea*, com 95 espécies (DAVIS *et al.*, 2006), e *Coffea* subgênero *Baracoffea*, com nove espécies (DAVIS; RAKOTONASOLO, 2008). As três espécies de café usadas para bebida são *C. arabica* L. (café arábica), *C. canephora* Pierre ex A. Froehner (café robusta) e *C. liberica* Bull ex Riem (café libérica ou excelsa), todas de *Coffea* subgênero *Coffea* (DAVIS *et al.*, 2006). As duas espécies comercialmente mais importantes são *Coffea arábica*, conhecida pela bebida mais suave, com aroma e sabor mais pronunciado; e *Coffea canephora,* espécie dividida em dois grandes grupos comerciais: o conilon e o robusta; caracterizam cafeeiros mais rústicos, com maior potencial produtivo, bebida mais neutra, maior teor de cafeína e amargor mais pronunciado. Em função dessas características englobarem os dois grupos comerciais, de agora em diante definiremos os cafés pertencentes à espécie *Coffea canephora* como café canéfora, nomenclatura proposta pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

O cultivo de café arábica expandiu-se na América do Sul e América Central com base em cultivares que tiveram as suas origens genéticas nas variedades botânicas Típica e, ou, Bourbon. Mais recentemente, os híbridos interespecíficos Híbrido de Timor e Icatu (ambos derivados do cruzamento de *C. arabica* com *C. canephora*), também contribuíram para a base genética das cultivares modernas de café arábica (SETOTAW *et al.*, 2013).

Assimile

Segundo Sakiyama *et al.* (2015), o café arábica é uma planta perene, autógama (dois sexos na mesma planta) por cleistogamia (polinização e fecundação ocorrem antes da abertura da flor). Trata-se de um arbusto com raiz pivotante e ramo dimórfico (dois tipos diferentes de ramos) de crescimento contínuo. Suas folhas são inteiras, coriáceas, com pecíolos curtos e persistentes. A inflorescência ocorre nos nós de ramos laterais novos, em glomérulos (aglomeradas em um único ponto) de flores completas, hermafroditas (dois sexos na mesma flor) e autocompatíveis. O fruto é climatérico (continua amadurecendo mesmo após a colheita) e, quando maduro, é conhecido como cereja, podendo apresentar exocarpo de cor vermelha ou amarela. O fruto é do tipo drupa, com duas

sementes chatas. A semente tem uma película, um endosperma verdadeiro de cor verde e um pequeno embrião com dois cotilédones. Devido à cor do endosperma, o grão de café cru é comercialmente chamado de café verde (*green coffee*).

Figura 3.3 | Aspecto botânico do cafeeiro

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Cafeeiro. Acesso em: 12 fev. 2019.

O sistema radicular típico do cafeeiro apresenta uma raiz pivotante, poucas raízes axiais e grande quantidade de raízes laterais. O crescimento se dá inicialmente pela raiz pivotante em profundidade, que é rápido e intenso, e no momento da formação das mudas a raiz pivotante pode enovelar-se no fundo do saquinho de plantio utilizado para produção de mudas. Esse enovelamento no campo recebe o nome de pião torto, e uma ação que pode ser feita para evitar esse enovelamento é cortar o fundo da sacola para eliminar a extremidade da raiz, antes do transplantio da muda, ou ainda utilizar mudas oriundas de tubetes, uma vez que as mudas produzidas em tubete ficam suspensas no ar e não enovelam em função de barreiras físicas (BRAGANÇA, 2005).

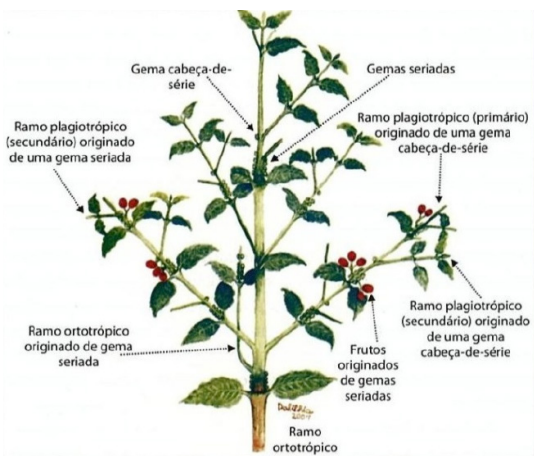
Como a eliminação dos dois últimos centrímetros da extremidade da raiz é uma prática muito comum no plantio do café, a raiz pivotante de um cafeeiro assim produzido pode aparecer bifurcada, sendo curta ou mesmo ausente. Esse procedimento não prejudica a planta, uma vez que as raízes axiais tendem a se desenvolver mais em plantas em que a raiz pivotante não se desenvolve; contudo, é comum a raiz pivotante atingir em tomo de 50 cm de profundidade.

As raízes axiais, geralmente em número variável de aproximadamente cinco, crescem verticalmente, atingindo a profundidade de até 2 m, podendo emitir raízes secundárias. O crescimento dessas raízes sofre grande influência das condições do solo: se as características físicas e químicas do solo forem favoráveis, as raízes axiais podem alcançar mais de 3 m; por outro lado, se forem desfavoráveis, o crescimento pode ser bastante reduzido (VICENTE *et al*., 2017).

As raízes laterais têm origem próximo à superfície do solo, crescem lateralmente e depois se aprofundam no solo. Algumas delas continuam seu crescimento paralelamente à superfície do solo, podendo ultrapassar o limite do círculo correspondente à projeção da copa. As raízes laterais emitem grande quantidade de raízes secundárias e de outras ordens, que aumentam muito a sua capacidade de absorção de água e nutrientes minerais. De maneira geral, o sistema radicular do cafeeiro adulto é mais desenvolvido na projeção da copa e a uma baixa profundidade do solo, ressaltando-se que mais de 50% das raízes se concentram a uma profundidade de até 50 cm; entretanto, esses valores são variáveis na literatura (SAKIYAMA *et al*. 2015).

Os ramos do cafeeiro apresentam nós e entrenós. Em cada nó, duas folhas nascem opostas em relação ao eixo do ramo. A folha é oval, delgada, ondulada e coriácea, com pecíolo e estípula curtos. Na axila de cada folha há a formação de uma série linear de aproximadamente seis gemas denominadas seriadas, acima das quais há a formação de uma gema isolada e única denominada "cabeça de série". O entrenó não tem folhas ou gemas e o seu comprimento é geneticamente controlado, determinando o porte da planta, tanto em altura quanto em diâmetro da copa (AMARAL; RENA; AMARAL, 2006) (Figura 3.4).

Figura 3.4 | Fisiologia do crescimento do cafeeiro



Fonte: Alves (2008, capítulo 2, [s.p.]).

O ramo do cafeeiro é dimórfico, ou seja, formado por dois tipos de ramos morfologicamente distintos, denominados ortotrópico (também chamado de vertical ou caule) e plagiotrópico (também denominado lateral ou produtivo). Na muda derivada de semente, o ramo ortotrópico emite o primeiro par de ramos plagiotrópicos a partir, mais ou menos, do sexto ao décimo nó. *C. arabica* apresenta tipicamente um único ramo ortotrópico; enquanto *C. canephora* apresenta vários (AMARAL; RENA; AMARAL, 2006).

As gemas seriadas do ramo ortotrópico podem originar novos ramos ortotrópicos, além dos ramos plagiotróficos. Essa brotação é induzida pela quebra da dominância apical do ramo, causada pela morte ou corte do seu ápice, ou pelo envergamento do ramos ortotrófico (AMARAL; RENA; AMARAL, 2006).

O ramo plagiotrópico apresenta as seguintes características: a) cresce lateralmente em uma inclinação variável em relação ao ramo ortotrópico; b) emite um par de folhas opostas em cada nó e no mesmo plano em relação ao par anterior; c) não emite ramos ortotrópicos, mas pode emitir ramos plagiotrópicos secundários; e d) produz flores e frutos.

O ramo ortotrópico apresenta as seguintes características: a) cresce verticalmente; b) emite um par de ramos plagiotrópicos (a partir das gemas "cabeça de série" nas axilas das folhas) opostos em cada nó e cruzados em relação ao par anterior, formando a copa do cafeeiro; c) pode emitir novos ramos ortotrópicos a partir das gemas seriadas; e d) normalmente não produz frutos.

Exemplificando

Na brotação, o ramo ortotrópico pode emitir tanto novos ramos ortotróficos como o primeiro par de ramos plagiotrópicos já nos primeiros nós. A capacidade de brotação do ramo ortotrópico tem aplicações práticas bem conhecidas. Quando dá origem a novos ramos ortotrópicos, promove a recuperação da copa após a poda, especialmente após recepa, e a multiplicação clonal por estaquia. Quando origina ramos plagiotrópicos, promove a formação da copa que constituirá os ramos responsáveis pela produção do café.

As principais diferenças morfofisiológicas entre ramos ortotróficas e plagiotrópocos serão apresentadas na Quadro 3.2.

Quadro 3.2 | Características do dimorfismo dos ramos do cafeeiro

Ramo ortotrópico	Ramo plagiotrópico
Ramo vertical ou caule.	Ramo lateral ou produtivo.
Cresce verticalmente.	Cresce lateralmente.
Pares de folhas opostas cruzadas.	Pares de folhas opostas no mesmo plano.
Apresenta nós e entrenós.	Apresenta nós e entrenós.
Em cada lado do nó há uma gema "cabeça de série" e várias gemas seriadas.	Em cada lado do nó há uma gema "cabeça de série" e várias gemas seriadas
As gemas "cabeça de série" dão origem a pares de ramos plagiotrópicos opostos e cruzados, formando a copa.	As gemas "cabeça de série" podem dar origem a ramos plagiotrópicos secundários ou de outra ordem.
As gemas seriadas podem emitir brotos de ramos ortotrópicos.	As gemas seriadas não emitem brotos de ramos ortotrópicos.
Produz muda de copa normal por estaquia.	Produz muda anormal (sem ramo ortotrópico) por estaquia.
Não produz flores e frutos.	Produz flores e frutos.

Fonte: Sakiyama ***et al***. (2015, p. 13).

As flores do cafeeiro são completas, hermafroditas, com pólens e óvulos viáveis. A flor de *C. arabica* é um pouco menor do que a de *C. canephora*, mas elas são morfologicamente semelhantes. A fecundação do *C. arabica* é autógama, ou seja, reproduz-se por autofecundação promovida pela cleistogamia; enquanto *C. canephora* é alógama, ou seja, reproduz-se por fecundação cruzada promovida pela autoincompatibilidade genética gametofítica controlada por um único gene S multialélico que impede o desenvolvimento do tubo polínico dentro da sua flor de origem. O café arábica é uma espécie autógama, com uma taxa variável de 7 a 20 de fecundação cruzada (MÔNACO *et al.*, 1963). Embora a fecundação cruzada seja totalmente viável em café arábica, a autofecundação é privilegiada pela cleistogamia, mecanismo pelo qual ela ocorre antes da antese (abertura da flor).

As cultivares de café arábica são atualmente multiplicadas por meio de sementes produzidas a partir da autofecundação de plantas altamente homozigotas. Normalmente uma cultivar de café arábica é produzida a partir de uma única planta selecionada em avançada geração de autofecundação. Gerações seguidas de autofecundações aumentam progressivamente a homozigose das plantas; sendo assim, as cultivares de café arábica geralmente estão em adiantado estado de homozigose.

As cultivares de café canéfora não realizam a autofecundação, não promovem fecundação cruzada entre flores de mesma planta e os cruzamentos de plantas aparentadas são de difícil pegamento. Assim, nessa espécie o desenvolvimento de variedades é clonal, havendo a necessidade de estudar os clones que devem ser agrupados. Como regra geral, as variedades

são constituídas de plantas que apresentam maior compatibilidade genética (CONAGIM; MENDES, 1961).

Pesquise mais

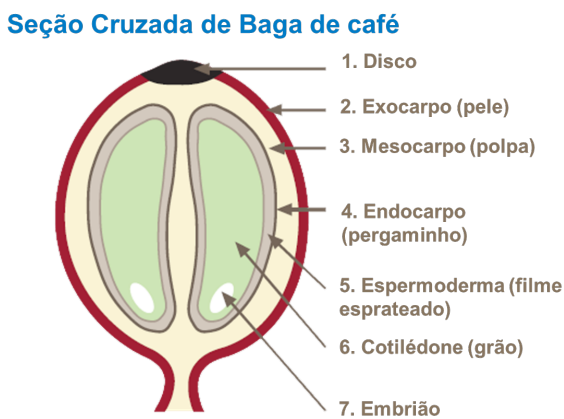
Para compreender um pouco mais sobre a importância de conhecer os aspectos relacionados à fisiologia do cafeeiro e à sua produtividade, assista à palestra do professor José Donizette Alves, da UFLA, indicada a seguir.

Durante os tempos 15min40s e 18min30s, ele apresenta a importância da manutenção das folhas como fonte de energia para a melhoria da produtividade da planta.

FENICAFÉ 2018 Fisiologia para altas produtividades do cafeeiro. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (1h38min54s). Palestra apresentada por: Prof. Dr. José Donizette Alves - UFLA. Postado pelo canal Revista Cafeicultura.

O fruto do café (Figura 3.5) é uma drupa ovoide bilocular, conhecida como cereja quando madura, com duas sementes plano-convexas (sementes chatas). O fruto é formado por pedúnculo, coroa, exocarpo (epicarpo ou casca), mesocarpo (mucilagem ou poupa), endocarpo (pergaminho), espermoderma (testa ou película), endosperma (albúmen) e embrião com dois cotilédones. Fazem parte da semente a película, o endosperma e o embrião com dois cotilédones.

Figura 3.5 | Seção transversal do fruto de café



Fonte: https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/cafe/glossario/. Acesso em: 12 fev. 2019.

O exocarpo do fruto maduro é vermelho ou amarelo, dependendo da cultivar, podendo ser vermelho-alaranjado se heterozigoto para a característica.

O mesocarpo, também chamado de mucilagem ou polpa, é uma substância gelatinosa, translúcida e adocicada que se desenvolve entre o exocarpo e o endocarpo. *C. arabica* geralmente tem a mucilagem mais volumosa e mais doce do que *C. canephora*. Em contato com o ar, a mucilagem oxida-se e se toma mais pegajosa e de tom amarronzado.

Os cafeeiros têm como importante característica morfológica a placentação típica, que confere à semente um sulco ventral no sentido longitudinal. O desenvolvimento de apenas uma semente no fruto dá origem à semente moca, que tem a forma arredondada interna do fruto. O índice de ocorrência de moca é maior em *C. canephora* do que em *C. arabica* e, em ambas as espécies, pode variar em função do genótipo da planta e do efeito do ambiente. Para consumo na forma de bebida, o grão moca não é considerado defeituoso, mas é avaliado na classificação por tipo de peneira. Três defeitos comuns de desenvolvimento do grão são observados comercialmente: grão chocho (quando o desenvolvimento grão não é completado normalmente), grão concha (quando dois ou mais grãos se desenvolvem no mesmo lóculo do fruto) e grão imbricado (quando o fruto produz mais de um grão em um loco). Esses defeitos estão exemplificados na Figura 3.6.

Figura 3.6 | Três defeitos comuns de desenvolvimento do grão são observados comercialmente: grão chocho, grão concha e grão imbricado

Fonte: adaptada de http://cafezinhoetal.blogspot.com/2011/06/conforme-prometido-vamos-falar-um-pouco.html. Acesso em: 12 fev. 2019.

Reflita

Vimos que o grão moca não é considerado um defeito para a classificação do café. Contudo, três defeitos comuns de desenvolvimento do grão são observados comercialmente: grão chocho (quando o desenvolvimento do grão não é completado normalmente), grão concha (quando

dois ou mais grãos se desenvolvem no mesmo lóculo do fruto) e grão imbricado (quando o fruto produz grãos em mais de dois lóculos). Esses defeitos têm alguma relevância em relação ao sabor e aroma para o gosto do produto final do café? Como o produtor deve conviver com esses defeitos?

O ciclo fenológico de *C. arabica* é de dois anos nas condições de ambiente do Centro-Sul brasileiro. No primeiro ano há a formação de novos ramos plagiotrópicos, que no segundo ano produzem frutos. No primeiro ano formam-se os novos ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, durante os meses de dias longos, que coincidem com o período chuvoso. Quando os dias começam a ficar mais curtos, as gemas vegetativas axilares são induzidas por fotoperiodismo em gemas reprodutivas. Posteriormente, essas gemas florais amadurecem e entram em dormência, causada pelo déficit interno de água, tornando-se aptas para a antese, a qual ocorre após a próxima chuva. No segundo ano ocorre a floração, seguida da formação dos chumbinhos e da expansão, granação e maturação dos frutos. Informações mais detalhadas sobre o ciclo fenológico do cafeeiro podem ser obtidas de Camargo (1985) e de Camargo e Camargo (2001).

Quadro 3.3 | Quadro comparativo entre café arábica x canéfora

Café arábica	Café canéfora
Bebida suave.	Bebida dura.
Lavouras em alta altitude.	Lavouras em baixa altitude.
44 pares de cromossomos.	22 pares de cromossomos.
Principais regiões produtoras: MG, SP, BA, PR.	Principais regiões produtoras: ES, RO, BA.
1,2% de cafeína.	2,2% de cafeína.
6% a 9% de açúcares.	3% a 7% de açúcares.
Produtividade média de 40 sc/hectare.	Produtividade média de 80 sc/hectare.
70% da produção mundial.	30% da produção mundial.

Fonte: adaptado de http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?topico_id=67409. Acesso em: 12 fev. 2019.

A bienalidade da produção de grãos de café é caracterizada pela produção alta e baixa de grãos em anos alternados. Esse padrão bienal de produção de café é normal no Brasil, o maior produtor mundial, afetando, dessa forma, a oferta e o preço do produto no mercado nacional e internacional.

A bienalidade da produção é causada pela competição interna por água e nutrientes que ocorre na planta, a qual se encontra simultaneamente em fase reprodutiva e em fase vegetativa. O equilíbrio entre a capacidade produtiva e a vegetativa da planta é importante para a estabilidade de produção ao longo dos anos. Na competição por minerais e por amido, os frutos em

desenvolvimento abundante são drenos prioritários em comparação aos ramos novos em crescimento. Essa competição é crítica em regiões cafeeiras com padrão unimodal de um período seco e um período chuvoso definidos, pois o desenvolvimento dos frutos e dos ramos novos ocorre simultaneamente, no mesmo período chuvoso. Assim, a alta produção de grãos é acompanhada de baixa taxa de crescimento da planta, comprometendo a produção do ano seguinte. Esta, sendo baixa, permitirá elevada taxa de crescimento da planta, que proporcionará novamente as condições para uma alta produção de grãos no outro ano; e assim sucessivamente, em ciclos bienais.

Acabamos de conhecer uma série de atributos da planta do café que futuramente ditarão a necessidade de uma série de manejos pelos quais a planta deverá passar para ser conduzida na lavoura.

Sem medo de errar

Os primeiros desafios foram lançados e o trabalho não para na Fazenda Wolf. As renovações de lavouras são procedimentos necessários e recorrentes quando o cafezal apresenta produtividade que seja economicamente inviável. Sendo assim, o sr. Arthur promoveu a renovação em uma área de cinco hectares há cerca de dois anos. Contudo, todos observam que o cafezal se desenvolveu de forma insatisfatória e as plantas não se comportam como esperado. Por esse motivo, o sr. Arthur pede para que você faça uma análise a fim de compreender quais as possíveis causas desse atraso no desenvolvimento. Em um primeiro momento, você verifica as planilhas de análise de solo e constata que as demandas nutricionais foram atendidas nas operações de plantio. Aproveita e verifica as características físicas do solo em questão e pede para cavar uma trincheira na linha de plantio, ao lado das plantas que foram plantadas.

A grande surpresa aparece agora, pois o solo se encontra bem preparado, as suas características físicas atendem às necessidades da cultura, mas ao observar as raízes da muda verifica-se que a raiz pivotante do café não está se desenvolvendo e apresenta-se enrolada, como se tivesse sofrido algum estrangulamento ou impedimento no seu crescimento. De posse dessas informações, qual diagnóstico você poderia dar a respeito das mudas? Qual a possível causa para o impedimento do crescimento da raíz do café? Em virtude de sua observação, qual sugestão você daria ao sr. Arthur para que ele interviesse nessa área da propriedade?

Ao observar o estado das raízes do café você percebe imediatamente que o enovelamento veio em virtude de um impedimento de crescimento da raiz pivotante. Duas situações podem ter acontecido, sendo que a primeira

relaciona-se a uma muda de má qualidade, que tenha crescido um pouco mais do que o ideal dentro do recipiente de modo que o próprio fundo da sacola onde a muda estava plantada impedisse o seu desenvolvimento. Esse é um dano fisiológico conhecido como pião torto e deveria ter sido evitado nas operações de plantio, da seguinte forma: os funcionários responsáveis pelo plantio das novas mudas deveriam ter cortado os últimos dois centímetros da sacola, retirando as raízes que estavam naquela região antes do plantio. Infelizmente, esse dano é grave e reduzirá drasticamente a produtividade daquele setor plantado, sendo que a melhor recomendação é o replantio do lote de mudas.

A outra situação está relacionada a um impedimento químico que pode acontecer quando o solo encontra-se com altos teores de alumínio, o que não foi o caso devido à correção na adubação feita durante as operações de plantio.

Avançando na prática

Muda de café canéfora é diferente?

Descrição da situação-problema

Alguns produtores de café canéfora buscam economizar na multiplicação de suas lavouras produzindo a muda na própria fazenda, uma vez que a mão de obra existente na propriedade, em alguns momentos do ano, fica relativamente ociosa. Em virtude disso, um pequeno produtor de café canéfora do sul da Bahia resolveu produzir as suas próprias mudas. Como ele já havia trabalhado por muitos anos com a produção de mudas de café arábica, decidiu montar um pequeno viveiro. Antes de iniciar o empreendimento e, a fim de evitar erros futuros, contratou os seus serviços de consultoria, explicando que, para conduzir seu viveiro, pretende: preparar o substrato para encher os recipientes, escolher as melhores plantas e retirar sementes somente delas, sem se preocupar em manter os clones da variedade em número equilibrado. Essa ação pode promover alguma consequência grave para o produtor? Apresente a melhor opção a ele.

Resolução da situação-problema

Caso o produtor faça isso ele cometerá dois erros graves. O primeiro erro relaciona-se com o fato de ele não manter o número de clones equilibrado: o *C. canephora* é alógama, ou seja, reproduz-se por fecundação cruzada promovida pela autoincompatibilidade genética e por isso precisa de plantas que tenham flores receptivas umas em relação às outras; as variedades de

café canéfora são clonais justamente para que, nas lavouras, diferentes clones possam cruzar entre si e permitir a produção de novos grãos.

O outro erro grave cometido seria o uso de sementes. Como as sementes são geneticamente diferentes de seus pais, perde-se a estabilidade do clone e, assim, quando as plantas ficarem adultas, em idade de produção de sementes, nada garante que os cruzamentos que tiverem acontecido na lavoura sejam capazes de produzir sementes.

Logo, para produzir mudas, o produtor deveria primeiramente manter uma população de clones equilibrada e, em segundo lugar, deveria produzir mudas clonais, procedimento que veremos mais adiante neste material.

Faça valer a pena

1. O ramo do cafeeiro é dimórfico, ou seja, formado por dois tipos de ramos morfologicamente distintos, denominados ortotrópico (também chamado de vertical ou caule) e plagiotrópico (também denominado lateral ou produtivo). Na muda derivada de semente, o ramo ortotrópico emite o primeiro par de ramos plagiotrópicos entre o sexto ao décimo nó. As variedades de C. arabica apresentam tipicamente um único ramo ortotrópico, enquanto a C. canephora apresenta vários ramos ototróficos.

Assinale a característica que pertence exclusivamente a ramos ortotrópicos:
a) Ramo lateral ou produtivo.
b) Cresce lateralmente.
c) Produz muda anormal por estaquia.
d) Cresce verticalmente.
e) Produz flores e frutos.

2. O café cultivado tem provável origem no sul da Etiópia. Após a sua domesticação nesse país, o café arábica foi introduzido no lêmen, de onde foi levado para a Indonésia e para a Ilha de Reunião (antiga Ilha de Bourbon). O cultivo de café arábica expandiu-se na América do Sul e América Central com base em cultivares que tiveram as suas origens genéticas nas variedades botânicas Típica e, ou, Bourbon. Mais recentemente, os híbridos interespecíficos Híbrido de Timor e Icatu (ambos derivados do cruzamento de C. arabica com C. canéfora), também contribuíram para a base genética das cultivares modernas de café arábica.

É importante conhecer os aspectos morfológicos que caracterizam a planta de café. Assim, associe a descrição biológica com os conceitos que elas representam:
1. Autógama
2. Cleistogamia

3. Ramos dimórficos
4. Glomérulos
5. Climatérico
( ) Polinização e fecundação ocorrem antes da abertura da flor.
( ) Dois sexos na mesma planta.
( ) Dois tipos diferentes de ramos.
( ) Aglomerados em um único ponto.
( ) Continua amadurecendo, mesmo após a colheita.

De acordo com o que foi apresentado, qual a ordem que relaciona corretamente o primeiro termo em relação ao segundo?
a) 4 - 5 - 3 - 2 - 1.
b) 2 - 1 - 3 - 4 - 5.
c) 1 - 2 - 3 - 4 - 5.
d) 5 - 4 - 3 - 2 - 1.
e) 2 - 3 - 4 - 5 - 1.

3. A bienalidade da produção é causada pela competição interna por água e nutrientes que ocorre na planta, que se encontra simultaneamente em fase reprodutiva e em fase vegetativa. O equilíbrio entre a capacidade produtiva e a vegetativa da planta é importante para a estabilidade de produção ao longo dos anos. Na competição por minerais e por amido, os frutos em desenvolvimento abundante são drenos prioritários em comparação aos ramos novos em crescimento. Essa competição é crítica em regiões cafeeiras com padrão unimodal de um período seco e um período chuvoso definidos, pois o desenvolvimento dos frutos e dos ramos novos ocorre simultaneamente, no mesmo período chuvoso.

Considerando as informações apresentadas, podemos explicar a bienalidade da produção de café como:
a) A alta produção de grãos acompanhada de baixa taxa de crescimento vegetativo da planta, comprometendo a produção do ano seguinte.
b) A alta absorção de nutrientes no período de crescimento vegetativo da planta, comprometendo a produção do ano seguinte.
c) A alta taxa de crescimento vegetativo da planta, comprometendo a produção do ano seguinte.
d) A baixa produção de grãos acompanhada de baixa taxa de crescimento vegetativo da planta, comprometendo a produção do ano seguinte.
e) A alta produção de grãos acompanhada de alta taxa de crescimento vegetativo da planta, comprometendo a produção do ano seguinte.

Seção 3.3

Fatores climáticos envolvidos no cultivo do café

Diálogo aberto

Prezado aluno, o conhecimento das fases fenológicas da cultura do café é de grande importância para a tomada de decisões importantes, e nesta seção não seria diferente.

Na Fazenda Wolf o trabalho continua com toda intensidade. Já foi verificada a capacidade da fazenda para produzir uma parte de sua produção para atender ao mercado de cafés especiais. Em outro momento, o sr. Arthur se viu em uma situação complicada quando teve de retirar parte de uma lavoura de cinco hectares recém-plantados em função do plantio de mudas que apresentavam o problema de enovelamento da raiz pivotante, conhecido popularmente como "pião torto". Esse problema promove um mal desenvolvimento da muda de forma que a ela não alcance todo o seu potencial genético.

Apesar das dificuldades vivenciadas na rotina da fazenda, o sr. Arthur tem confiado cada vez mais em seu trabalho, já que as decisões tomadas por você até agora têm lhe agradado, uma vez que minimiza as perdas e potencializa a receita da propriedade.

É chegada a hora de mais uma oportunidade para atender à demanda da fazenda. O sr. Arthur, em decisão acordada com você, resolveu ampliar o plantio de uma variedade de café conhecida como Bourbon Amarelo, que é considerada uma das melhores do mundo quando o assunto são cafés especiais. Já existe um talhão dessa variedade na fazenda, e em função da frustração das últimas mudas compradas o sr. Arthur pediu que você fizesse um planejamento para instalar um viveiro temporário na propriedade que atendesse à demanda dessa variedade. São muitos os parâmetros a se considerar. Onde construir o viveiro? Como produzir essas mudas? Qual tipo de recipiente e substrato devem ser utilizados? As mudas serão produzidas a partir de qual unidade de propagação, semente ou clone?

Lembre-se que até aqui você teve a oportunidade de conhecer e compreender a importância do cultivo do café para o agronegócio nacional e mundial, bem como as necessidades da planta para seu cultivo. Assim, ao final desta unidade você deverá apresentar ao sr. Arthur um projeto de mostrando como todos esses parâmetros devem ser atendidos bem como um relatório do andamento de suas atividades até o momento.

Bons estudos!

No Brasil, de maneira geral, a cafeicultura está situada em áreas superiores a 4°de latitudes, assim, a planta de café encontra-se fenologicamente em condições tropicais, porém não equatoriais. Essas condições levam a planta a apresentar um ciclo fenológico geralmente bem definido: na primavera ocorre o florescimento; no verão, a frutificação; no outono, a maturação; e no inverno, toda a colheita (CAMARGO, 1985b).

As condições ambientais afetam tanto o cafeeiro arábica como o canéfora, nas suas diversas fases fenológicas. Os principais fatores responsáveis por essa interferência no comportamento da planta de café são a variação fotoperiódica e as condições meteorológicas, principalmente a distribuição pluviométrica e a temperatura do ar. Estas, por sua vez, não interferem apenas na fenologia, mas na produtividade e na qualidade da bebida (MEIRELES *et al.*, 2009).

Segundo Camargo (1985a), a temperatura do ar é o elemento climático mais importante para definir a aptidão climática do cafeeiro em cultivos comerciais. O autor também afirma que o cafeeiro arábica e o canéfora desenvolvem-se bem em regiões cujos limites de temperatura média anual se encontram entre 18 °C e 22 °C para o arábica, e 21 °C e 28 °C para o canéfora. Vale ressaltar que os extremos de temperatura do ar influenciam os processos fisiológicos, o crescimento e a produtividade do cafeeiro.

Essa questão relacionada à temperatura é tão importante que estudos realizados por Zullo, Pinto e Assad (2006) mostram que o Brasil pode perder cerca de 23% de sua área potencialmente apta ao cultivo do café arábica devido ao aumento de apenas 1,0 °C na temperatura, ou, ainda, que a perda pode ser de 58% caso a temperatura global aumente 3,0 °C. Também segundo os autores, a cultura do café arábica poderia retornar às regiões que eram mais frias no passado e abrigavam a cultura, como o norte do Paraná.

Exemplificando

Camargo, Rolim e Santos (2007) relatam que se o cafeeiro arábica for cultivado em áreas, por exemplo, com médias de temperatura anual inferiores a 18 °C, e com a possibilidade de ocorrência de geadas, mesmo que esporádicas, a presença dos ventos frios pode limitar a exploração econômica da cafeicultura e, ainda que essas mesmas temperaturas inferiores a 18 °C possam contribuir para a exuberância vegetativa da planta, prejudicam a diferenciação floral, o que causa baixos níveis de produtividade.

Além disso, ainda para o café arábica, quando frequentemente exposto a temperaturas superiores a 30 °C por um período prolongado, as folha-

> gens dos cafeeiros são danificadas por escaldaduras e se essas temperaturas ocorrem na fase de florescimento, frequentemente observa-se o abortamento dos botões florais, inviabilizando a produção nas temperaturas extremas (CAMARGO, 1985a).

Como em todas as culturas, na de café a água é um fator fundamental para a definição das exigências, principalmente quanto às condições de umidade do solo.

A exigência hídrica do cafeeiro varia bastante, a depender de fatores como a espécie cultivada, a própria variedade dentro da espécie e ainda as fases fenológicas em que a cultura se encontra. Segundo Camargo (1977), as regiões que apresentam um índice pluviométrico anual entre 1.500 mm e 1800 mm, com uma distribuição regular de chuvas, são consideradas favoráveis ao cultivo comercial dessa cultura tanto para arábica como para canéfora. Contudo, vale ressaltar que ambas as espécies, arábica e canéfora, não toleram grandes deficiências hídricas de 150 mm e 200 mm, respectivamente, sob pena de aborto de flores e redução na produtividade das plantas. Já Camargo, Rolim e Santos (2007) mencionam que a variável precipitação, apesar de ser tão importante, não deve ser estudada separadamente, e sim avaliada em relação à distribuição da precipitação durante o ano (não se esqueça do número de meses secos), balanço hídrico, época em que se intensificam as faltas e os excessos de chuva e ainda as características físicas do solo (se são arenosos ou argilosos por exemplo).

O cafeeiro, para vegetar e frutificar, necessita encontrar umidade suficiente no solo durante o período que vai de setembro/outubro a abril/maio. Na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a umidade pode diminuir bastante, sem, com isso, trazer grandes prejuízos para a planta. É o que acontece nas regiões cafeeiras produtoras de café arábica no sul de Minas Gerais. A deficiência hídrica no período de julho a agosto, fase anterior à antese (abertura da flor), pode se tornar benéfica, favorecendo uma florada mais uniforme já nas primeiras chuvas de setembro (CAMARGO, 1977).

Contudo, segundo Camargo e Camargo (2001), nos estádios fenológicos de vegetação, formação do grão e maturação, uma deficiência hídrica severa pode afetar a produtividade.

Assim, para que a planta tenha a demanda de água atendida é recomendado o uso consciente de irrigação. Para tanto, um projeto bem dimensionado deverá fornecer à planta de café a demanda hídrica necessária para atender ao estádio fenológico ao qual a planta se encontra naquele momento. Usualmente os sistemas mais utilizados para a cultura são a irrigação por aspersão e a localizada, sendo a primeira mais utilizada no café arábica pelo uso de

aspersores fixos, móveis ou ainda o pivot central. Já o café canéfora preconiza o uso da irrigação localizada principalmente pelo sistema de gotejo, que além de promover melhor aproveitamento da água, evita o molhamento foliar das plantas, reduzindo a incidência de doenças como a ferrugem do café.

Toda a cafeicultura comercial do Brasil apresenta o florescimento na primavera, a frutificação no verão, a maturação no outono e a colheita no inverno, mas como saber em qual dessas etapas a lavoura está? Para responder a essas perguntas devemos conhecer o ciclo fenológico do cafeeiro. Para entender melhor, utilizaremos como exemplo a caracterização de Camargo e Camargo (2001) (Figura 3.7). Eles descreveram o ciclo fenológico para as condições tropicais do Brasil, subdividindo-o em seis fases bem distintas, sendo duas vegetativas e quatro reprodutivas, a saber: 1ª) vegetação e formação de gemas foliares; 2ª) indução e maturação das gemas florais; 3ª) florada; 4ª) granação dos frutos; 5ª) maturação dos frutos; e 6ª) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

Figura 3.7 | Vegetação e frutificação do cafeeiro arábica, abrangendo seis fases fenológicas, durante 24 meses

Ano 1

Período vegetativo											
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.
Vegetação e formação das gemas florais							Indução e maturação das gemas florais				
										Repouso	

Ano 2

Período reprodutivo											
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.
Florada, chumbinho e expansão dos frutos				Granação dos frutos			Maturação dos frutos			Repouso, senescência dos ramos 3° e 4°	
Período reprodutivo (novo período vegetativo)										Autopoda	

Fonte: Meireles *et al*. (2009, p. 14).

Assimile

A primeira fase, marcada por meses de dias longos, com fotoperíodo de 13 a 14 horas de luz efetiva ou acima de 12 horas de brilho solar, é conhecida por "vegetação e formação das gemas vegetativas na planta", e ocorre normalmente de setembro a março (CAMARGO, 1985b). A segunda fase, caracterizada por dias curtos, indo normalmente de abril a agosto, é a da "indução, diferenciação, crescimento e dormência das gemas florais". A partir de fevereiro, quando os dias começam a ficar mais curtos (menos de 13 horas de luz efetiva), intensifica-se o crescimento das gemas florais. Ao fim dessa fase as gemas produzem um pequeno par de folhas que marca o fim do primeiro ano fenológico (GOUVEIA, 1984).

A terceira fase, que vai de setembro a dezembro, inicia-se com a "florada", depois de um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras (choque hídrico), e vai até a "expansão dos frutos".

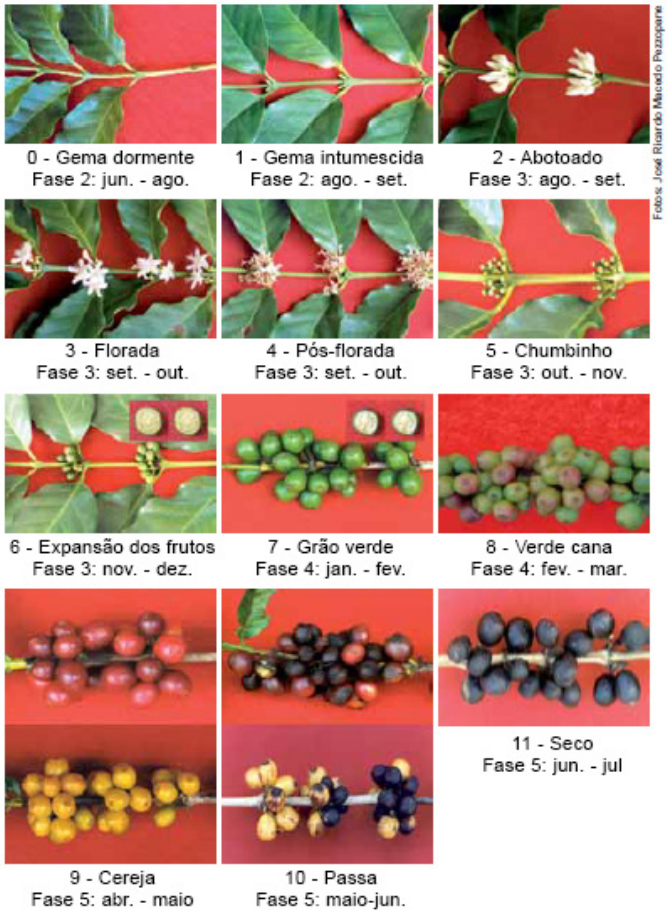
A quarta fase, a da "granação", ocorre de janeiro a março do ano seguinte (ano 2), quando há formação dos grãos. Nessa fase, um estresse hídrico pode ser prejudicial, produzindo frutos mal granados, que causam defeitos como gão preto, verde e ardido, além do chochamento de grãos (MEIRELES *et al.*, 2004).

A quinta fase de "maturação dos frutos" se verifica normalmente de abril a junho, e, nessa etapa, deficiências hídricas moderadas beneficiam a qualidade do produto uma vez que auxiliam na fixação de açúcares no fruto.

A sexta fase, a do "repouso e senescência", ocorre em julho e agosto, sendo caracterizada pela autopoda do cafeeiro, em que muitos ramos produtivos (terciários e quaternários) secam e morrem, limitando o crescimento vegetativo.

A fim de detalhar o período reprodutivo, na Figura 3.8 é apresentada uma escala de avaliação de desenvolvimento dos estágios fenológicos do cafeeiro arábica, conforme proposto por Pezzopane *et al.* (2003). Essa escala de avaliação baseia-se em fotografias de cada fase, desde o estádio de gemas dormentes até o estádio de grão seco, para os quais foram atribuídas notas que variam de 0 a 11. Esses autores observaram que, depois do período de repouso das gemas dormentes, nos nós dos ramos plagiotrópicos (0), ocorre um aumento substancial do potencial hídrico nas gemas florais maduras, que resulta principalmente da ocorrência de um choque hídrico provocado por chuva ou irrigação. Nesse estádio, as gemas intumescem (1) e os botões florais crescem por causa da grande mobilização de água e nutrientes (2), estendendo-se até a abertura das flores (3) e a posterior queda das pétalas (4).

Figura 3.8 | Escala de notas para o desenvolvimento fenológico do cafeeiro



Fonte: Meireles *et al.* (2009, p. 17).

Depois da fecundação, inicia-se a formação dos frutos, fase denominada "chumbinho" (5), período em que os frutos não apresentam crescimento visível. Posteriormente, os frutos se expandem (6) rapidamente. Depois de atingirem seu crescimento máximo, ocorre a formação do endosperma, que é seguida pela fase de grão verde (7), quando ocorre a granação dos frutos. Para distinguir o final da fase 6 do início da fase 7, é necessário realizar um corte transversal em alguns frutos para se verificar o início do endurecimento do endosperma.

A partir da fase "verde cana" (8), tem início a maturação, quando os frutos começam a mudar de cor (de verde para amarelo ou vermelho), evoluindo até o estádio "cereja" (9), já podendo, então, diferenciar a cultivar de fruto

amarelo daquela de fruto vermelho. A seguir, os frutos começam a secar (10), até atingir o estádio "seco" (11).

Agora que você já conhece os estágios de desenvolvimento do café, abordaremos o tema de formação das mudas, etapa crucial para o bom desenvolvimento da lavoura cafeeira. Mudas de alto padrão genético e bem desenvolvidas formam lavouras de crescimento mais rápido e mais vigorosas, o que torna a atividade mais sustentável, produtiva e com menor custo, constituindo um dos principais fatores para a obtenção de sucesso de uma lavoura cafeeira.

Ao escolher o local para a construção do viveiro deve-se priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade e livres de plantas daninhas, distantes de lavouras e áreas conhecidamente contaminadas por nematoides.

É importante que o local seja de fácil acesso, mesmo em época chuvosa, pois a venda e o plantio das mudas de café tendem a se concentrar nesse período do ano. Baixadas úmidas ou sujeitas a geadas devem ser evitadas; além disso, o trânsito de pessoas e animais deve ser controlado, de modo a evitar a disseminação de doenças.

Existem dois tipos de viveiros: provisórios, que visam atender a necessidades pontuais; e os permanentes, geralmente conduzidos por produtores especializados em produção de mudas para venda a terceiros.

A área do viveiro é determinada pela quantidade de mudas que se pretende produzir. Para cada metro quadrado de canteiro é possível acomodar em torno de 200 mudas produzidas em sacolas plásticas; no caso de mudas produzidas em tubetes, o número de mudas varia em função das dimensões do recipiente utilizado.

As medidas dos canteiros variam de acordo com a realidade de cada empreendimento, sendo geralmente adotado de 1,0 m a 1,5 m de largura por 14 m a 20 m de comprimento e de 0,4 m a 0,6 m de largura entre canteiros.

Diversos tipos de materiais podem ser empregados na construção de viveiros; fatores como disponibilidade na região, o custo e a durabilidade devem ser levados em consideração no momento da escolha. Por exemplo, para as colunas de apoio do viveiro, madeira roliça, bambu gigante e pilares de concreto podem ser usados. Na cobertura folhas de palmeira, colmos de sisal e ainda tela plástica tipo sombrite, com abertura de malha geralmente de 50% de sombra.

A produção de mudas de café geralmente é feita a partir de semente no caso de café arábica, e de mudas clonais oriundas de segmentos de ramo ortotrópico no caso de café canéfora.

Na produção de mudas de sementes, estas devem ser oriundas de frutos selecionados que completaram a maturação fisiológica e se encontram no estádio denominado "cereja", devem ser descascados e desmucilados (remoção da polpa por meio da fermentação natural da mucilagem), o que normalmente leva de 12 a 18 horas, dependendo da temperatura média. Posteriormente são lavadas e secas à sombra nos terreiros de cimento, compondo camadas de 1 cm a 2 cm que posteriormente se tornam mais espessas. Deve-se completar a secagem à sombra ou à luz solar de baixa intensidade (até 10 horas da manhã ou após as 16 horas), até que as sementes atinjam teor de umidade próximo de 35%. Após secas, as sementes podem ser armazenadas de três a quatro meses sem perda de qualidade (ALVARENGA; MOURA; RIBEIRO, 2000).

Nas mudas oriundas de ramos ortotrópicos deve-se selecionar segmentos de ramos de aproximadamente 15 cm de comprimento por 1 cm de espessura e duas folhar sadias. Os ramos deverão ser cortados na base em formato de bisel e as folhas deverão ser cortadas pela metade para que reduza a perda de água por transpiração da folha. No caso dessas mudas, elas devem ser plantadas imediatamente após a sua confecção.

A produção de mudas requer uso de substrato e este deve ser constituído de uma mistura de solo, adubo orgânico e adubo mineral. Uma das formulações de substrato convencionalmente empregada para mudas de café compõe-se de 700 L de terra de barranco peneirada, 300 L de esterco de curral curtido e peneirado, de 3 kg a 5 kg de superfosfato simples, de 0,5 kg a 1 kg de cloreto de potássio e de 1 kg a 2 kg de calcário dolomítico. Caso ainda seja necessário a substituição ao esterco de curral, podem-se empregar 80 L de esterco de galinha ou de 10 L a 15 L de torta de mamona quando os solos forem de textura média, devendo a semeadura, nesse caso, ser feita de 30 a 40 dias após o preparo da mistura. Quando se produz mudas em tubetes, é recomendado o uso de substratos comerciais à base de casca de pínus (SAKIYAMA *et al*. 2015).

Reflita

As mudas podem ser diretamente por semente, clonagem e enxertia. O processo de enxertia consiste em inserir parte de uma planta em outra, de maneira a promover uma combinação benéfica, sem comprometimento do desenvolvimento normal da nova planta. Desse modo, toma-se possível explorar as vantagens da associação entre um porta-enxerto com sistema radicular mais desenvolvido e resistente, encontrado em *Coffea canephora*, e um enxerto com boas características de produção de frutos, como alta produtividade e qualidade de bebida, observadas em *Coffea arabica*.

Quais seriam as principais vantagem do uso da técnica de enxertia na produção de mudas de café?

Com relação aos tipos de recipientes utilizados na produção de mudas de cafeeiros, as sacolas de polietileno são os mais utilizados pelos viveiristas; entretanto, nos últimos anos, o emprego de tubetes de polietileno rígido tem aumentado.

As sacolas de polietileno variam de 9 cm a 11 cm de largura e de 18 cm a 20 em de comprimento para mudas de "meio ano", e de 12 a 14 cm de largura e de 25 a 28 cm de comprimento para mudas "de ano". Em sua metade inferior deve haver furos para drenagem do excesso de água.

Os tubetes são recipientes fabricados com plástico rígido, de forma cônica, e apresentam estrias internas no sentido longitudinal, proporcionando direcionamento do crescimento das raízes no sentido vertical. Para o cafeeiro, é comum a utilização de tubetes maiores (tubetões), com capacidade igual ou superior a 120 mL e altura superior a 15 cm de altura. Os tubetes são colocados em canteiros suspensos com altura de 1,0 m a 1,2 m acima do nível do solo e são sustentados por grades reticuladas de metal ou bandejas (SAKIYAMA *et al*. 2015).

De acordo com a época de semeadura, as mudas podem ser classificadas como mudas "de meio ano" e "de ano". Quando semeadas de maio a julho, para serem plantadas de novembro a dezembro, as mudas são ditas "de meio ano", produzidas em sacolas de polietileno preto ou tubetes. Já as mudas "de ano" são aquelas semeadas em outubro e novembro de um ano para serem plantadas em outubro e novembro do ano seguinte.

Pesquise mais

Aclimatação das mudas

O processo de aclimatação consiste em retirar gradualmente a cobertura do viveiro antes da transferência das mudas formadas para o campo. Esse processo tem como objetivo promover a adaptação gradual das mudas a condições cada vez mais próximas daquelas encontradas no local de cultivo.

Para saber mais, sugerimos a leitura do artigo a seguir:

COMO PREPARAR mudas de café. **Revista Cafeicultura,** [*S.l.*],18 dez. 2005.

A partir de agora você tem plenas condições de compreender o estádio fenológico da planta de café e assim tomar decisões importantes, por exemplo, em relação ao uso do sistema de irrigação que deverá empregar na cultura a fim de evitar a sua perda de produtividade. Além disso, poderá orientar na implantação de um viveiro de mudas de café e assim produzir tanto para consumo da propriedade como para comercialização. Continuemos o trabalho, pois ainda precisamos entender a implantação da lavoura e seu manejo.

Bons estudos!

Sem medo de errar

Em função da evolução de seu trabalho e principalmente de suas últimas colaborações, o sr. Arthur tem ficado mais confiante em seu trabalho. Agora, você tem oportunidade de atender a mais uma demanda da fazenda. Relembrando a situação apresentada, o sr. Arthur, em decisão acordada com você, resolveu ampliar o plantio de uma variedade de café conhecida como Bourbon Amarelo. Ele pediu que você fizesse um planejamento para instalar um viveiro temporário na propriedade que atendesse à demanda dessa variedade.

A fim e atendê-lo, o seu trabalho começa na escolha do local para a construção do viveiro, que deve priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade e livres de plantas daninhas, distantes de lavouras e áreas conhecidamente contaminadas por nematoides.

É importante que o local seja de fácil acesso, mesmo em época chuvosa, pois a venda e o plantio das mudas de café tendem a se concentrar nesse período do ano. Baixadas úmidas ou sujeitas a geadas devem ser evitadas; além disso, o trânsito de pessoas e animais deve ser controlado, de modo a evitar a disseminação de doenças.

Como o Bourbon Amarelo é uma variedade de café arábica cuja muda é produzida comercialmente a partir de sementes, as quais devem ser oriundas de frutos selecionados que completaram a maturação fisiológica e se encontram no estádio denominado "cereja", devem ser descascados e desmucilados (remoção da polpa por meio da fermentação natural da mucilagem), o que normalmente gasta de 12 a 18 horas, dependendo da temperatura média. Posteriormente são lavadas e secas à sombra nos terreiros de cimento compondo camadas de 1 cm a 2 cm que posteriormente se tornam mais espessas. Deve-se completar a secagem à sombra ou à luz solar de baixa intensidade (até 10 horas da manhã ou após as 16 horas), até que as sementes

atinjam teor de umidade próximo a 35%. Após secas, as sementes podem ser armazenadas de três a quatro meses sem perda de qualidade. Como o viveiro é temporário, recomenda-se o uso de saquinhos para a produção delas, uma vez que é uma estrutura mais barata e sem prejuízo para a qualidade da muda. Já o substrato que deverá ser utilizado para a confecção das sementes deve ser constituído de uma mistura de solo, adubo orgânico e adubo mineral. Uma das formulações de substrato convencionalmente empregada para mudas de café compõe-se de 700 L de terra de barranco peneirada, 300 L de esterco de curral curtido e peneirado, de 3 kg a 5 kg de superfosfato simples, de 0,5 kg a 1,0 kg de cloreto de potássio e de 1 kg a 2 kg de calcário dolomítico.

Agora, de posse de todas essas informações, elabore um relatório técnico demonstrando ao sr. Arthur todas as atividades realizadas na Fazenda Wolf até o presente momento.

Bom trabalho e mãos à obra.

Avançando na prática

E as mudas de café canéfora, também são produzidas de semente?

Descrição da situação-problema

Em um viveiro localizado no norte do estado do Espírito Santo, destinado à produção de mudas de café canéfora, houve a necessidade de contratar mão de obra temporária para atender à grande demanda de mudas de clones de café canéfora. Alguns candidatos passaram nos testes para a seleção da vaga que era específica para preparo das mudas e você foi designado a treinar os novos funcionários do viveiro na etapa de preparo das mudas. Como você explicaria a eles o processo de preparo das mudas?

Resolução da situação-problema

Em um primeiro momento você pode explicar aos funcionários que a produção de mudas de café geralmente é feita a partir da semente, no caso de café arábica, e de mudas clonais oriundas de segmentos de ramo ortotrópico, no caso de café canéfora. Após mostrar aos funcionários quais seriam os ramos ortotrópicos, você deve demonstrar como selecionar segmentos de ramos de aproximadamente 15 cm de comprimento por 1 cm de espessura e duas folhar sadias. A partir daí, demonstre como os ramos deverão ser cortados na base em formato de bisel, enquanto as folhas que ficarão no topo da muda deverão ser cortadas pela metade para que reduza a perda de

água por transpiração da folha. Deixe claro para os funcionários que, no caso dessas mudas, elas devem ser plantadas imediatamente após a sua confecção.

Faça valer a pena

1. O cafeeiro, para vegetar e frutificar, necessita encontrar umidade suficiente no solo durante o período, que vai de setembro/outubro a abril/maio. Na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a umidade pode reduzir bastante, sem, com isso, trazer grandes prejuízos para a planta. É o que acontece nas regiões cafeeiras produtoras de café arábica no sul de Minas Gerais. A deficiência hídrica no período de julho a agosto, fase anterior à antese (abertura da flor), pode se tornar benéfica, favorecendo uma florada mais uniforme já nas primeiras chuvas de setembro (CAMARGO, 1977). Camargo e Camargo (2001) descreveram o ciclo fenológico para as condições tropicais do Brasil subdividindo o ciclo em seis fases bem distintas, sendo duas vegetativas e quatro reprodutivas, a saber: 1ª) vegetação e formação de gemas foliares; 2ª) indução e maturação das gemas florais; 3ª) florada; 4ª) granação dos frutos; 5ª) maturação dos frutos; e 6ª) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

Assinale a alternativa que define a 2ª fase: indução e maturação das gemas florais.
a) Marcada por meses de dias longos, com fotoperíodo de 13 a 14 horas de luz efetiva ou acima de 12 horas de brilho solar.
b) Caracterizada por dias curtos, indo normalmente de abril a agosto. Ao fim dessa fase as gemas produzem um pequeno par de folhas.
c) Vai de setembro a dezembro, inicia-se com a "florada", depois de um aumento do potencial hídrico nas gemas florais maduras.
d) Ocorre de janeiro a março do ano seguinte (ano 2), quando há formação dos grãos. Nessa fase, um estresse hídrico pode ser prejudicial.
e) Verifica-se normalmente de abril a junho, nessa etapa, deficiências hídricas moderadas beneficiam a qualidade do produto uma vez que auxiliam na fixação de açúcares no fruto.

2. A fim de detalhar o período reprodutivo, Pezzopane *et al.* (2003) apresentaram uma escala de avaliação de desenvolvimento dos estágios fenológicos do cafeeiro arábica. Essa escala de avaliação baseia-se em fotografias de cada fase, desde o estádio de gemas dormentes até o estádio de grão seco, para os quais foram atribuídas notas que variam de 0 a 11. Esses autores propuseram uma metodologia que auxilia o produtor no acompanhamento da produção de grãos em sua lavoura. O conhecimento desses estádios auxilia o produtor a tomar uma série de decisões, dentre elas podemos citar por exemplo a promoção do estresse hídrico a fim de beneficiar uma etapa da produção.

Apresente o conceito que melhor representa a fase do fruto cereja.
a) As gemas intumescem e os botões florais crescem por causa da grande mobilização de água e nutrientes.
b) Ocorre a abertura das flores e a posterior queda das pétalas.
c) Período em que os frutos não apresentam crescimento visível.
d) Ocorre a formação do endosperma, depois de atingirem seu crescimento máximo.
e) Os frutos começam a mudar de cor (de verde para amarelo vermelho).

3. A formação das mudas é uma etapa crucial para o bom desenvolvimento da lavoura cafeeira. Mudas de alto padrão genético e bem desenvolvidas formam lavouras de crescimento mais rápido e mais vigorosas, o que torna a atividade mais sustentável, produtiva e com menor custo, constituindo um dos principais fatores para a obtenção de sucesso de uma lavoura cafeeira.
É importante que o local seja de fácil acesso, mesmo em época chuvosa, pois a venda e o plantio das mudas de café tendem a se concentrar nesse período do ano. Baixadas úmidas ou sujeitas a geadas devem ser evitadas; além disso, o trânsito de pessoas e animais deve ser controlado, de modo a evitar a disseminação de doenças.

Além dessas características, quais outras devem ser levadas em conta na escolha do local para a instalação dos viveiros?
a) O local para a construção do viveiro deve priorizar terrenos sombreados a fim de proteger mudas do dano causado pelos raios do sol, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade e livre de plantas daninhas.
b) O local para a construção do viveiro deve priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade e livre de plantas daninhas, o uso de áreas infestadas por nematoides é indicado uma vez que as mudas são produzidas dentro de recipientes.
c) O local para a construção do viveiro deve priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade e livre de plantas daninhas, distante de lavouras e áreas conhecidamente contaminadas por nematoides.
d) O local para a construção do viveiro deve priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com topografia inclinada a fim de facilitar o deslocamento das mudas no viveiro, com disponibilidade de água de boa qualidade e livre de plantas daninhas.
e) O local para a construção do viveiro deve priorizar terrenos ensolarados, bem drenados, com boa topografia, com disponibilidade de água de boa qualidade, sem a necessidade de preocupação com plantas daninhas nem nematoides, uma vez que as mudas são produzidas em substrato.

Referências

ALVARENGA, A. P.; MOURA, V. M.; RIBEIRO, M. F. Escolha de cultivares e produção de mudas de café. Viçosa: UFV, 2000. p. 21.

ALVES, J. D. Capítulo 2. *In*: ALVES, J. D. **Cultivares de café.** [*S.l.: s.n.*], 2008.

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** [*S.l.*], v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). **Os primeiros cultivos do café.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38. Acesso em: 8 maio 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). **Mercado de cafés especiais deve crescer mais 19% este ano no Brasil, diz estudo.** Rio de Janeiro, 1 fev. 2018. Disponível em: http://abic.com.br/mercado-de-cafes-especiais-deve-crescer-mais-19-este-ano-no-brasil--diz-estudo/. Acesso em: 11 fev. 2019.

BACHA, C. J. C. Curso Mercado de café arábica. **Resenha BM&F,** São Paulo, n. 153, 2003.

BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canéfora Pierre).** 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CAFÉS ESPECIAIS. **Planeta Orgânico,** [*S.l.*, s.d.]. Disponível em: http://planetaorganico.com.br/site/index.php/cafes-especiais/. Acesso em: 11 fev. 2019.

CAMARGO, A. P. de. Zoneamento de aptidão climática para a cafeicultura de arábica e de robusta no Brasil. *In*: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos naturais, meio ambiente e poluição:** contribuição de um ciclo de debates. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977. v. 1. p. 68-76.

CAMARGO, A. P. de. Florescimento e frutificação do café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985b.

CAMARGO, A. P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 11, n. 126, 1985a.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia,** Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, M. B. P. de; ROLIM, G. de S.; SANTOS, M. A. dos. Modelagem agroclimatológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 58-65, 2007.

CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia,** Campinas, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Acompanhamento da safra brasileira: café. **Observatório Agrícola,** Brasília, DF, v. 5, safra 18, n. 1, p. 1-73, jan. 2018. ISSN: 2318-7913.

CONAGIM, C. H. T.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: autoincompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia,** Campinas, SP, v. 20, n. 34, p. 787-804, 1961.

DAVIS, A. P.; RAKOTONASOLO, F. A taxonomic revision of the baracoffea alliance: nine remarkable *Coffea* species from western Madagascar. **Botanical Journal of the Linnean Society,** [*S.l.*], v. 158, p. 355-390, 2008.

DAVIS, A. P. *et al*. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society,** [*S.l.*], v. 152, p. 465-512, 2006.

DAVIS, A. P. *et al*. Searching for the relatives of *Coffea* (Rubiaceae, Ixoroideae): the circumscription and phylogeny of Coffeeae based on plastid sequence data and morphology. **American Journal of Botany,** [*S.l.*], v. 94, p. 313-329, 2007.

FONTES, R. E.; CASTRO JUNIOR, L. G.; AZEVEDO, A. F. Base e risco de base da cafeicultura em Minas Gerais e São Paulo. **Resenha BM&F,** São Paulo, n. 153, p. 50-56, 2003.

GOUVEIA, N. M. **Estudo da diferenciação e crescimento de gemas florais de Coffea arabica L.:** observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

MARTINS, A. L. **História do café.** São Paulo: Editora Contexto, 2008.

MEIRELES, E. J. L. *et al*. **Fenologia do cafeeiro:** condições agrometeorológicas e balanço hídrico: ano agrícola 2002–2003. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 43p. (Embrapa Café. Documentos, 2).

MEIRELES, E. J. L. *et al*. **Fenologia do cafeeiro:** condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004–2005. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 128p.

MÔNACO, L. C.; CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H. Cruzamento natural dentro da "cova" do cafeeiro. **Bragantia,** [*S.l.*], v. 22, p. 11-16,1963.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al*. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia,** Campinas, v. 62, n. 3, p. 501-505, 2003.

SAKIYAMA, N. S. *et al*. **Café arábica:** do plantio a colheita. [*S.l.*]: Ed. UFV, 2015.

SETOTAW, T. A. *et al*. Coefficient of parentage in *Coffea arabica* L. cultivars grown in Brazil. **Crop Science,** [*S.l.*], v. 53, p. 1237- 1247, 2013.

VICENTE, M. R. *et al*. Distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado. **Ciênc. Agrotec.,** [*S.l.*], v. 41, n. 1, 2017.

ZULLO JR., J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. Impact assessment study of climate change according to IPCC prognostics on brazilian agricultural zoning. **Meteorological Applications,** [*S.l.*], v. 1, p. 69-80, 2006.

Unidade 4

Aspectos de manejo, cultivo e colheita da cultura do café

Convite ao estudo

Prezado aluno, agora que você já conhece a morfologia e fisiologia das plantas das duas principais espécies de café produzidos no Brasil bem como a sua importância econômica, ficou claro que quem trabalha com essa cultura precisa de bons conhecimentos técnicos para se dar bem em sua empreitada.

A partir de agora veremos diversos aspectos relacionados às técnicas de cultivo utilizadas na cafeicultura.

Num primeiro momento é fundamental entender as operações destinadas ao planejamento da lavoura, desde a definição do stand de plantas que se deseja trabalhar até o preparo do solo onde essas plantas serão instaladas. Novamente as duas espécies, arábica e canéfora, têm as suas particularidades que devem ser atendidas de forma que otimizem o plantio.

Certamente a produtividade do café, como a de qualquer outra cultura, está intimamente ligada ao estado nutricional ao qual as plantas estão sujeitas, assim, no momento oportuno também serão apresentados parâmetros designados para otimizar a fertilidade do solo por meio da calagem e adubação, além da forma que será feita a verificação dessa nutrição na planta mediante diagnose foliar, que objetiva entender o estado nutricional ao qual a planta se encontra.

Discutiremos, ainda, as principais pragas e doenças e como se procede o seu manejo.

Nesta unidade você deverá se colocar no lugar de um técnico responsável pela condução de um empreendimento cafeeiro e nessa condição deverá apresentar um relatório, ao final da unidade, respondendo às seguintes questões apresentadas nas situações-problemas voltadas à rotina da produção na cultura do café. Observe as seguintes situações, como se define o stand de plantas a serem implantadas na lavoura? Entre os diversos manejos destinados à cultura do café, qual a importância da poda? Quais parâmetros devem ser levados em consideração quando se deseja promover a poda no cafezal? E, ainda, como deve ser feita a colheita na cultura do café?

Ao final desta unidade você terá condições de responder essas e muitas outras questões relacionadas à lavoura cafeeira. Dessa forma, demostrará seus conhecimentos sobre os aspectos técnicos da produção e terá plenas condições de elaborar um plano de manejo para a cultura do café. Muito trabalho nos espera pela frente, certo?

Mãos à obra, fique conosco até o final e realize ótimos estudos.

Seção 4.1

Plantio do café

Caro aluno, a lavoura cafeeira deve ser conduzida de forma perene. Após sua implantação no campo a produtividade, com o passar do tempo, ela fica limitada por diversos fatores, os quais podem estar relacionados ao manejo nutricional, ao controle de pragas e doenças e a muitos outros fatores. No entanto, o principal fator limitante é o stand no campo, ou seja, o número de plantas que foram instaladas em determinado terreno. Diante disso, após a definição da população de plantas, a propriedade ao desejar aumentar sua produção mantendo todo o manejo no campo, deve implementar novas áreas ao plantio.

Como toda empresa agrícola, os trabalhos continuam na Fazenda Wolf e a cada ano que passa as suas atribuições como técnico da fazenda aumentam. Em função dos ótimos resultados alcançados pela propriedade nos últimos anos, Arthur, como bom empresário que é, resolveu aproveitar o momento e decidiu ampliar a fazenda adquirindo um novo trecho de terra agricultável no limite de sua propriedade, que será incorporada nas áreas produtivas da fazenda. Essa área tem como características principais uma declividade aproximada de 31%, o solo presente nessa região segue o padrão da propriedade, ou seja, o latossolo vermelho eutroférrico, além desses, todos os outros parâmetros relacionados à altitude e regime hídrico, descritos anteriormente, também se repetem em virtude da proximidade da fazenda, o que auxilia na contextualização de suas características. Até aí tudo bem, o terreno é conhecido, o ambiente produtivo. Agora o desafio proposto por Arthur é a implantação do cafezal, afinal, a terra adquirida tem 48 hectares que deverão entrar na programação de plantio para o próximo ano. Vislumbrando seus planejamentos, quantas mudas de café deverão ser programadas para aquisição e implantação da área? Quais os principais fatores a serem levados em consideração para atender essa demanda de implantação?

Ao final desta seção você deverá apresentar um plano de ação que atenda essas demandas da Fazenda Wolf. Bom trabalho!

Não pode faltar

Caro aluno,

Quando se pensa na sustentabilidade da lavoura cafeeira, sua implantação é um dos marcos iniciais, pois, sendo uma cultura permanente, uma vez estabelecido o cafezal, a possibilidade de correções é praticamente nula.

O plantio de café envolve uma série de aspectos, entre eles podemos citar: é uma lavoura de café arábica ou canéfora? O cultivo será orgânico ou convencional? A lavoura será implantada em ambiente de montanha ou plano? O planejamento de plantio pensando na colheita envolve colheita manual ou mecanizada? São tantas variáveis que esse preparo deve realmente ser muito bem feito – qualquer pequeno detalhe implicará em consequências duradouras para a lavoura –, procurando evitar falhas pois se elas ocorrerem suas consequências serão por toda a vida útil da cultura, influenciando a sua longevidade, a qualidade do produto, a produtividade da lavoura, os custos de produção e, por consequência, a rentabilidade da atividade.

Pensar no planejamento nessa fase da cultura envolve alguns aspectos. A avaliação do parque cafeeiro da lavoura é um deles, afinal, o que será feito? Implementação em área virgem, renovação ou erradicação da lavoura, em quantos talhões esse processo será feito? Assim, as recomendações feitas por você, na atribuição de técnico gabaritado para tal atividade, auxiliarão nessa tomada de decisões.

A área a ser cultivada com café deve ser selecionada em regiões com aptidão agrícola à cultura, de modo a fornecer condições adequadas para o bom desenvolvimento das plantas. Em especial, as características climáticas da região devem satisfazer as demandas de temperatura e disponibilidade hídrica do cafeeiro, respeitando as limitações de áreas marginais, que devem ser utilizadas apenas se for possível o emprego de irrigação e outras práticas agrícolas que permitam a atenuação da limitação existente no local (FERRÃO *et al.*, 2004).

Para o cafeeiro arábica, a implantação deve ser preferencialmente realizada em locais com faixa de temperatura de 18 a 22ºC e déficit hídrico anual inferior a 150 mm, com precipitação anual de pelo menos 1.200 mm bem distribuídos, no caso de lavouras não irrigadas. Para o canéfora, o déficit hídrico anual deve ser inferior a 200 mm, com precipitação anual de pelo menos 1.500 mm, contudo, as grandes áreas produtoras de café canéfora no país têm maior costume de implantar a irrigação no sistema sendo menos dependente das chuvas.

Com o objetivo de favorecer o desenvolvimento das plantas de café, deve-se dar preferência a solos bem drenados (acima de 100 cm de profundidade), com elevada capacidade de troca catiônica, ricos em matéria orgânica e levemente ácidos. O preparo da área deve ser realizado conforme as práticas de conservação ambiental necessárias. De acordo com as características da região, pode ser necessário terraceamento, plantio em curvas de nível, manutenção de quebra-ventos, construção de cordões de contenção, entre outras práticas de conservação do solo e da água (LANI *et al.*, 2007).

O solo também deve ser livre de camadas compactadas, pedregulhos, plantas daninhas de difícil controle, pragas e doenças. Basicamente todos esses cuidados têm por objetivo o preparo de uma região considerada ótima para a instalação e o desenvolvimento das raízes.

O emprego de máquinas agrícolas deve ser realizado respeitando-se o limite de declividade do terreno e as propriedades físicas do solo, sempre buscando minimizar sua reversão e pulverização.

Reflita

Na maioria das vezes, o sucesso das práticas de manejo de uma lavoura relaciona-se ao sistema radicular do cafeeiro. Geralmente o declínio de um cafezal tem início marcado pela seca de ponteiros, principalmente em decorrência das altas cargas de frutos durante a produção, sendo necessário, antes de qualquer intervenção para contornar o problema, uma avaliação do estado do sistema radicular. As causas podem ser atribuídas, em muitas situações às características do solo, associadas ou não à qualidade da muda, preparo do terreno, compactação, cuidados no plantio, etc. Se os problemas se relacionam às raízes, qualquer medida que venha a ser adotada torna-se ineficiente ou antieconômica e via de regra tem sua eficácia temporária.

Áreas com declividade superior a 20% inviabilizam a mecanização, mas podem ser utilizadas se forem cultivadas manualmente ou com auxílio de tração animal, sendo assim, indicam-se relevos planos ou suavemente ondulados ao cultivo do cafeeiro, por serem mais adequados à mecanização e menos sujeitos à erosão (BOTELHO *et al.*, 2010). De qualquer forma, o plantio não deve ser efetuado em áreas com declividade superior a 45°.

Outros fatores, como a disponibilidade de máquinas e equipamentos associada ao nível tecnológico do agricultor, ao tipo de mão de obra empregada e ao tamanho da área de cultivo, influenciam a escolha do tipo de preparo do solo. Uma regra prática alerta que áreas acima de cinco hectares de cultivo tornam o preparo com ferramentas manuais pouco viável, requerendo, então, o emprego de máquinas e implementos agrícolas, e estes são mais indicados para o preparo de área total e a abertura de sulcos profundos.

Conhecer o histórico da área auxilia na tonada de decisões de plantio. Saber o estado de compactação do solo, quais culturas foram previamente implantadas, o nível de trânsito de máquinas ou animais, no caso de pastagem, são fatores que devem ser levados em consideração para o preparo da área total com aração, gradagem e subsolagem. Caso não se conheça o histórico, a

sondagem do solo irá identificar as possíveis camadas compactadas e, assim, no preparo, elas poderão ser eliminadas. Outro fator a ser levado em consideração durante o preparo do solo é a necessidade de incorporação de corretivos, como o calcário em área total quando indicado pela análise de solo. Quando não há necessidade da incorporação em área total o preparo do solo pode ser restrito a sulcos de plantio ou covas.

Assimile

O preparo de sulcos de plantio corresponde a uma faixa direcionada na linha de plantio onde a máquina irá preparar o solo, podendo até efetuar operações de subsolagem sem modificar a estrutura do solo fora da área de preparo mantendo, também, a cobertura vegetal nas entrelinhas, preservando aspectos relacionados à conservação do solo. Quando o preparo feito se concentra na abertura de covas de plantio, elas promovem ainda menor interferência na configuração original do solo.

Na Figura 4.1 observa-se três formas diferentes de preparo da área para receber o plantio das mudas de café. Em 4.1 A, verifica-se a confecção da cova de plantio com ferramentas manuais, dispensando o uso dos tratos, em 4.1 B observa-se o uso da broca acoplada na tomada de força do trator, essa operação aumenta o rendimento das operações de preparo da área e coveamento; na mesma imagem observe, ao fundo, que o preparo do terreno foi feito em área total. Em 4.1 C, em virtude da necessidade do projeto de implantação, o preparo foi realizado em sulco de plantio, operação viabilizada em virtude da topografia plana na área.

Figura 4.1 | Covas abertas manualmente com auxílio de enxadão e cavadeira (A). Covas abertas com "broca" acoplada a trator agrícola (B). Sulco aberto com sulcador acoplado ao trator agrícola (C)

Fonte: Marcolan ***et al***. (2015, p. 165).

Matiello *et al*. (2005) relatam que o volume normalmente corrigido e fertilizado deve ser superior a 35 litros por planta, como normalmente as covas apresentam dimensões próximas a 40 x 40 x 40 cm (64 litros em volume de solo na cova) verifica-se que a cova construída apresenta tamanho adequado à implantação da cultura e ainda observa-se folga no volume de terra preparada. Vale lembrar que além da disponibilidade da correção do solo, esse preparo é indicado para o bom desenvolvimento da raiz. Após a abertura dos sulcos ou covas, a distribuição do corretivo de acidez é realizada juntamente com os fertilizantes e todo solo da cova deve ser homogeneizado. Realizada a fertilização, as covas/sulcos são fechadas, e o plantio das mudas pode ser feito após cerca de 40 dias desse preparo.

Em todos os tipos de preparo, o plantio deve ser estruturado em talhões homogêneos, que podem ser agrupados quanto à fertilidade do solo, setores de irrigação e ainda deve-se planejar a alocação dos carreadores na lavoura, estes devem ter largura entre quatro e sete metros a depender dos equipamentos que irão transitar na lavoura (MESQUITA *et al.*, 2016).

Para a maioria das regiões cafeeiras, a época ideal para o plantio não irrigado compreende o período de outubro a dezembro, tanto para arábica quanto para canéfora, desde que o solo tenha umidade suficiente (MARCOLAN *et al*., 2009).

Antes da década de 1970 as maiores áreas de cafezais, concentradas nos estados do Paraná e São Paulo, utilizavam espaçamento do tipo quadrado, na base de 3-4 X 3-4 m, com plantio de três a quatro mudas por cova. Nessa época, a manutenção de muita área de terreno livre tinha a ver com o uso de cultivos intercalares. Nesses espaçamentos usava-se menos de 800 covas por ha. Atualmente os aspectos a serem analisados para a definição do espaçamento na implantação do cafezal são relacionados ao fato da lavoura receber uma condução mecanizada ou não e ao stand (população de plantas por área de plantio) final esperado pelo produtor.

Com relação aos plantios em sistema motomecanizado, deve ser respeitado o mínimo de espaço exigido para o trânsito das máquinas que irão trabalhar na área, tanto as máquinas destinadas aos tratos culturais como as colheitadeiras. Assim, o espaçamento entre as linhas do cafeeiro poderá ser de 3,5 a 4,0 metros.

Já no que diz respeito aos plantios em sistema não mecanizado, de modo geral, para as cultivares de pequeno porte e formato cilíndrico, recomendam-se espaçamentos entre as linhas de 2,4 a 3,0 metros. Para cultivares de maior porte, que normalmente têm maior diâmetro, deve-se aumentar 0,5 m nos limites da faixa.

Espaçamentos menores que os das faixas citadas podem ser adotados, desde que as podas sejam previamente planejadas, pois haverá naturalmente fechamento das ruas.

Para o espaçamento entre as plantas na linha, em ambos os casos e independentemente do sistema de plantio, recomenda-se: 0,50 m a 0,70 m para cultivares de porte baixo e maior que 0,70 m para cultivares de porte alto, no caso do café arábica.

Para o café canéfora, os espaçamentos entre plantas mais usuais para as variedades do grupo "conilon" variam de 1,0 m a 2,0 m, enquanto para "robusta" utilizam-se 2,0 m e 2,5 m. No entanto, alguns agricultores optam por espaçamentos menores que 1,0 m para "conilon" e até 1,5 m para "robusta". Tais espaçamentos devem ser utilizados com critério, observando as características de arquitetura das plantas, uma vez que o café canéfora é multicaule e, além da espaçamento entre plantas utilizado, considera-se o número de hastes por planta, geralmente entre 2 e 5 hastes a depender do clone e do espaçamento. Outros fatores a serem considerados são as condições edafoclimáticas da região, bem como o nível tecnológico empregado (VERDIN FILHO *et al*., 2011).

Espaçamentos menores entre plantas podem promover excessivo entrelaçamento de ramos plagiotrópicos, dificultando o manejo, além de aumentar a competição por radiação solar. Entretanto, espaçamentos maiores podem promover subutilização da área.

A filosofia que desencadeou a mudança do espaçamento está intimamente ligada ao fato da necessidade de aumentar a produtividade por área de plantio. Observe o Quadro 4.1:

Quadro 4.1 | Quadro indicativo de experimentos em três regiões produtoras de café arábica avaliando diferentes espaçamentos e suas respectivas produtividades

LOCAIS E ESPAÇAMENTOS	No. DE PLANTAS (por hectare)	PRODUTIVIDADE (sacas/ha)
1- PINDORAMA-SP (média de 21 safras / 1938-1959)		
4 x 4m	625	6,7
3,5 x 2,5m	1.142	13,4
3,5 x 1,7m	1.680	17,5
2- VARGINHA-MG (média de 7 safras / 1978-1985)		
5 X 2m	1.000	13,5
3,8 x 2m	1.315	19,6
3,8 x 1m	2.630	23,7
1,5 x 1m	6.666	40,1
3- MARTINS SOARES-MG (média de 11 safras / 1996-2006)		
4 x 0,5m	5.000	42,7
2 x 0,5m	10.000	56
1 x 0,5m	20.000	78

Fonte: https://goo.gl/VXm7T3. Acesso em: 8 dez. 2018.

Exemplificando

Observe no Quadro 4.1 o experimento realizado em Martins Soares ao longo de onze anos e como diferentes espaçamentos foram aplicados a uma mesma cultivar. No decorrer do tempo conseguem promover médias de colheitas constantes de forma a validar que o aumento da produtividade por área está diretamente relacionado ao número de plantas de uma cultivar implantado nesta área.

O espaçamento utilizado deve ser avalizado principalmente em relação ao tipo de colheita que se pretende aplicar na lavoura. Ainda avaliando o Quadro 4.1 no experimento ocorrido em Martins Soares, verifica-se que o espaçamento de 1 x 0,5 m inviabiliza completamente a colheita mecanizada, uma vez que o rodado da colheitadeira não tem espaço para circulação dentro da lavoura.

As mudas de café (tanto arábica quanto canéfora) a serem utilizadas no plantio devem atender os padrões técnicos e normativos, definidos pelo órgão de fiscalização da produção de mudas. Destacam-se as seguintes características:

- Devem ser produzidas em viveiros registrados.
- Devem ter de 3 a 6 pares de folhas definitivas, apresentando desenvolvimento normal.
- Devem ter sido aclimatadas por um período de pelo menos 30 dias.
- Devem estar livres de doenças, como: cercosporiose, rizoctoniose e nematoide.
- Devem apresentar, no máximo, 5% de "pião torto".

Pesquise mais

Neste vídeo você terá a oportunidade de visualizar o plantio de café mecanizado. Acompanhe cada etapa proposta pelo consultor, verifique o estado de desenvolvimento da muda e o rendimento da operação de plantio aqui proposta.

PAPO DE CAFEICULTOR. **Plantio mecanizado de café**. 16 jan. 2017. Disponível em: https://goo.gl/VS5MFW. Acesso em: 8 dez. 2018.

Caro aluno, após verificar as operações relacionadas ao planejamento de plantio apresentadas nesta seção você já tem condições de realizar essa operação tão importante para o ciclo produtivo da lavoura cafeeira.

Bom trabalho e mãos à obra.

Sem medo de errar

Conforme apresentado antes, os trabalhos continuam na Fazenda Wolf e a cada ano que passa as suas atribuições como técnico da fazenda aumentam. Neste momento nova gleba será incorporada nas áreas produtivas da fazenda, pois Arthur adquiriu mais um trecho de terra agricultável no limite de sua propriedade. Como características principais, o terreno adquirido apresenta declividade aproximada de 25% e o solo presente nessa região segue o padrão da propriedade, ou seja, o latossolo vermelho eutroférrico e todos os outros parâmetros descritos anteriormente também se repetem, visto que a proximidade da Fazenda auxilia na contextualização de suas características. Diante disso, o terreno conhecido, o ambiente produtivo, assume agora o desafio proposto por Arthur: a implantação do cafezal, nas terras adquiridas com 48 hectares, que deverão entrar na programação de plantio para o próximo ano.

Essas informações apresentadas até aqui são cruciais para definir alguns parâmetros. O primeiro deles relaciona-se à declividade do terreno. Conforme foi apresentado no texto é recomendado o plantio mecanizado em lavouras cafeeiras em áreas de até 20% de declividade, como o terreno possui 31% o plantio mecanizado torna-se arriscado e inviável, restando a você, técnico, a adoção do plantio manual.

Se por um lado essa notícia pode parecer ruim pois os custos de implantação certamente tendem a aumentar, por outro lado a liberdade na escolha do espaçamento aumenta e, assim, a opção por espaçamentos mais adensados se torna mais plausível, uma vez que a maior densidade de plantio proporciona maior produtividade por área. A partir dessas informações você pode definir um espaçamento de 2,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas, já que esse espaçamento proporciona uma população de 5715 plantas por hectare, o que aumenta a produtividade média por área. Pensando no plantio de 48 hectares e que geralmente o replantio em café está na faixa de 3%, deve-se planejar a compra ou o a confecção de 5886 plantas por hectare, gerando o total de 282528 plantas para a implantação da área total.

Outro cuidado a levar em consideração está relacionado a conhecimentos já adquiridos em seus estudos e está ligado ao ciclo das variedades a se utilizar. A colheita deve ser feita otimizando a estrutura da propriedade e como regra geral devemos colher com o máximo de qualidade possível. O ideal é plantar cultivares de café de cilho precoce, médio e tardio.

Procedendo desta forma você terá condições de atender as necessidades de planejamento de plantio da lavou e otimizar os recursos disponíveis nas etapas futuras.

Avançando na prática

Como definir a densidade plantio café canéfora?

Descrição da situação-problema

Vários fatores devem ser considerados na implantação do projeto a fim de definir parâmetros para a produtividade esperada na lavoura cafeeira. Um fator de extrema importância está relacionado ao número de plantas a ser implantado. Para demonstrar essa preocupação aos cafeicultores de Nova Venécia, no norte do ES, o sindicato rural da região convidou Laura, uma agrônoma recém-chegada na cidade, iniciando sua carreira como consultora em café, para proferir uma palestra a pequenos produtores que estão interessado na implantação de café canéfora na cidade. Entre vários temas abordados por Laura, um em especial deixou os produtores com dúvidas, sendo assim, auxilie Laura na explicação da seguinte pergunta: como se define o stand de plantas de café canéfora por hectare?

Resolução da situação-problema

Uma forma bem fácil de explicar esse conceito para os produtores está relacionada à explicação do espaçamento adotado, por exemplo, se o produtor receber a seguinte recomendação do técnico, fazer as covas para plantio a 3,5 m entre linhas e 1,0 m entre plantas, o número de covas por hectare é de 2857 covas. Como para definir o stand de plantas na lavoura de café cafénora é necessário falar o número de caules que deverão ser conduzidos por planta, faltou essa definição, diante disso considere recomendar a condução de 4 hastes por planta, assim, o stand final para essa explicação será de 8571 plantas por hectare.

Agora é com você! Exercite outros espaçamentos e números de hastes por hectare.

Faça valer a pena

1. Com o objetivo de favorecer o desenvolvimento das plantas de café, deve-se dar preferência a solos bem drenados, com elevada capacidade de troca catiônica, ricos em matéria orgânica e levemente ácidos. O preparo da área deve ser realizado conforme as práticas de conservação ambiental necessárias. De acordo com as características da região, pode ser necessário terraceamento**,** plantio em curvas de nível, manutenção de quebra-ventos, construção de cordões de contenção, entre outras práticas de conservação do solo e da água (LANI *et al.*, 2007).

O solo também deve ser livre de camadas compactadas, pedregulhos, plantas daninhas de difícil controle, pragas e doenças. Basicamente todos esses cuidados têm por objetivo o preparo de uma região considerada ótima para a instalação e o desenvolvimento das raízes.
O emprego de máquinas agrícolas deve ser realizado respeitando-se o limite de declividade do terreno e as propriedades físicas do solo, sempre buscando minimizar sua reversão e pulverização.

Qual limite de declividade é considerado crítico para a mecanização na cultura do café? Assinale a alternativa correta:

a) 10% de declividade.
b) 15% de declividade.
c) 20% de declividade.
d) 25% de declividade.
e) 30% de declividade.

2. Ao preparar a área para plantio pode-se optar pelo plantio em covas. O volume normalmente corrigido e fertilizado deve ser superior a 35 litros por planta, como normalmente as covas apresentam dimensões próximas a 40 x 40 x 40 cm (64 litros em volume de solo na cova) verifica-se que a cova construída apresenta tamanho adequado à implantação da cultura e ainda observa-se folga no volume de terra preparada.

Qual a função do preparo desse volume solo excedente por cova? Assinale a alternativa correta:

a) Possibilitar uma ótima região para o desenvolvimento das raízes.
b) Possibilitar uma ótima região para o desenvolvimento das hastes no café canéfora.
c) Possibilitar uma região que impeça o ataque de nematoides nas raízes.
d) Possibilitar uma ótima região de melhor disponibilidade de água.
e) Possibilitar uma região que facilite a distribuição de fungicidas de aplicação via solo.

3. Antes da década de 1970, utilizava-se espaçamento do tipo quadrado, na base de 3-4 X 3-4 m, que não ultrapassavam 800 plantas por hectare. Atualmente no que diz respeito aos plantios de café arábica em sistema não mecanizado, de modo geral, recomenda-se aos cultivares de pequeno porte e formato cilíndrico espaçamentos entre as linhas de 2,4 a 3,0 metros. Para cultivares de maior porte, que normalmente têm maior diâmetro, recomenda-se o aumento de 0,5 m nos limites da faixa. Espaçamentos entre linha, menores que os das faixas citadas podem ser adotados, desde que as podas sejam previamente planejadas, pois haverá naturalmente fechamento das ruas.
Para o espaçamento entre as plantas na linha, em ambos os casos e independentemente do sistema de plantio, recomenda-se 0,50 m a 0,70 m para cultivares de porte baixo e maior que 0,70 m para cultivares de porte alto, no caso do café arábica.

Qual a principal implicação relacionada à mudança no espaçamento da cultura? Assinale a alternativa correta:

a) Aumento da produtividade por planta.
b) Redução na produtividade por área cultivada.
c) Redução na produtividade por planta.
d) Aumento na produtividade por área cultivada.
e) Redução no uso de insumos por área.

Seção 4.2

Tratos culturais do café

Diálogo aberto

Caro aluno,

Os tratos culturais relacionados à cultura do café são muito intensos. Vez ou outra a lavoura "cobra" do produtor decisões a serem tomadas e é claro que não seria diferente na Fazenda Wolf. Decisões relacionadas à fertilização do solo com objetivo de aumentar a produção são muito fáceis de serem percebidas, uma vez que todos nós sabemos da importância dos nutrientes na produção vegetal, plantas grandes e vigorosas certamente são bons indicativos de que a lavoura está sendo bem conduzida, contudo, o que pode estar acontecendo quando se verifica que ao longo dos últimos anos houve uma queda na produção de plantas adultas, com aproximadamente 10 anos de idade produtiva?

Essa situação vem ocorrendo em um talhão de aproximadamente 6 hectares na Fazenda Wolf. Arthur então convoca uma reunião com você, técnico responsável pela fazenda, e antes de qualquer decisão a ser tomada algumas variáveis são apresentadas. As análises de solo dos últimos dois anos são apresentadas bem como a recomendação e relatórios de adubos que foram aplicados. Durante a reunião você e Arthur chegaram à conclusão de que todo procedimento relacionado à nutrição da planta foi devidamente atendido. Observado o histórico de chuvas dos dois últimos anos, verificou-se, também, que a necessidade hídrica das plantas foi atendida. Em uma visita ao campo, vocês dois verificaram que, apesar das plantas apresentarem um aspecto geral saudável, a região do ramo plagiotrópico (onde deveriam aparecer as floradas do ano) era muito pequena e não representava nem 20% do ramo. Além disso, vocês também verificaram que essa situação acontecia praticamente na planta inteira, que vários ramos plagiotrópicos secundários estavam se desenvolvendo na planta e que, de modo geral, a sua arquitetura estava comprometida.

Vocês tomaram, então, a decisão de promover a poda da planta. Qual poda você indicaria ao Arthur para executar neste talão da lavoura? Essa seria a única opção economicamente viável para a lavoura? Quais parâmetros devem ser levados em consideração quando se deseja promover a poda no cafezal?

Ao final desta seção você deverá apresentar um projeto ao Arthur definindo os tratos culturais relacionados à poda do cafeeiro de forma a auxiliá-lo na tomada de decisão.

Mãos à obra e ótimo trabalho.

Não pode faltar

Boa parte do sucesso de uma lavoura cafeeira depende do correto fornecimento dos nutrientes ao longo do crescimento da planta. Para tal, faz-se necessário conhecer o acúmulo dos nutrientes na planta ao longo do seu ciclo de vida, pois esse entendimento irá direcionar o modo correto de fornecer esses nutrientes para a cultura.

De maneira geral, depois da implantação das mudas no campo o seu crescimento inicial é relativamente lento, com menor demanda de nutrientes, até a primeira florada que acontece normalmente entre 24 e 30 meses após a implantação da cultura. O conhecimento dessa fase para a nutrição é fundamental para definir o correto manejo para a nutrição da planta. Na fase inicial, além da adubação de plantio geralmente feita na cova ou sulco, faz-se a adubação de formação, considerando a planta como um indivíduo que não sofre a competição das plantas vizinhas (SAKIYAMA *et al.*, 2015).

A partir da primeira florada, os frutos passam a ser o dreno principal na cultura e todo o programa de adubação deverá ser replanejado de forma a atender a demanda dos frutos que se somou à demanda do crescimento vegetativo.

No primeiro momento o que é feito é o diagnóstico do solo e da planta. Para compreender o solo deve-se realizar uma análise de solo e para compreender uma planta deve-se realizar uma análise foliar. Em ambos os casos o material coletado deve ser encaminhado para laboratório credenciado e, após os resultados, o agrônomo deve interpretá-los.

A análise química busca demonstrar a quantidade de nutrientes disponíveis no solo e os níveis de elementos que dificultam a absorção dos nutrientes pela planta, como é o caso do alumínio, elemento tóxico para a cultura do café quando em níveis elevados. Para a realização da análise de solo, o terreno deve ser dividido em talhões homogêneos de, no máximo, 20 ha e esses talhões terão sua área plantada percorrida uniformemente de modo que o técnico responsável faça cerca de 15 subamostras de solo na profundidade de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm. Caso a amostragem seja realizada em áreas onde a cultura está implantada, essa amostra deve ser feita sob a saia (projeção da copa da planta), a uma distância de 20 a 25 cm da planta (MATIELLO *et al.*, 2008).

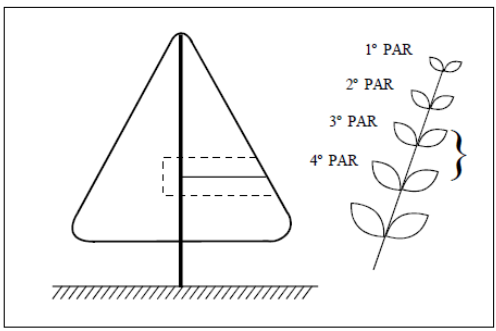
Quando a cultura já está implantada, a diagnose visual (avaliação do aspecto da parte aérea e do sistema radicular) é uma prática muito utilizada para que se tenha uma ideia de algum elemento faltante na planta e assim realizar o manejo de correção necessário.

Contudo, a planta apresenta deficiência percebida visualmente quando em estado de carência mais avançado. Para antecipar a prevenção do estado nutricional da planta, deve-se fazer o diagnóstico foliar.

Assimile

A amostragem foliar (Figura 4.2) normalmente é feita no início do desenvolvimento dos frutos, aproximadamente 30 a 60 dias após a florada geral, com a cultura na fase fenológica do "grão chumbinho", coletando-se quatro folhas por plantas, uma em cada ponto cardeal entre o 3º e 4º pares de folhas, a partir do ápice de ramos produtivos, em altura mediana na planta, no total de 100 folhas por talhão homogêneo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Figura 4.2 | Amostragem das folhas para análise: o 3º e o 4º pares são colhidos; 1º par = folhas com cerca de 2,5 cm de comprimento



Fonte: Sakiyama ***et al***. (2015, p. 80).

Segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), a fórmula do cálculo da necessidade de calagem (NC, em t/ha) é:

NC = (V_e/100)T -SB, em que:

T = CTC a pH7 = SB + (H + Al) em $cmol_c / dm^3$

SB = Soma das bases = Ca^2 + Mg^2 + K^++Na^+ em $cmol_c / dm^3$

V_e = Saturação das bases desejadas (60% para café)

O gesso agrícola geralmente é utilizado para promover a melhoria do ambiente radicular das camadas abaixo da arável. Em termos de recomendação de gesso agrícola, o fornecimento de doses entre 100 a 250 kg/ha de

gesso seriam suficientes para corrigir deficiências do elemento para a maioria das culturas. Contudo, quando se tem os valores da recomendação da calagem pelo método de saturação por base, a recomendação mais usual é aplicar a dose de 25% da necessidade de calagem, efetuando-se a incorporação do gesso na camada arável, onde se quer melhorar o ambiente radicular (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Para o fornecimento dos nutrientes via adubação, conforme foi apresentado anteriormente, o café tem sua necessidade de nutrientes variando em função da idade da planta e do estágio fenológico no qual ela se encontra. Tomando por base o café arábica, Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) recomendam a adubação conforme das tabelas abaixo.

Tabela 4.1 | Classes de fertilidade do fósforo, para implantação da lavoura de café, em função do teor de argila ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e, dose de <<Eqn007.eps>>a ser aplicada na cova de plantio

Característica	Classes de Fertilidade				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Argila	Teor de P no solo[1/]				
%	---------- mg/dm³ ----------				
100 – 60	< 8,0	8,1 - 16,0	16,1 - 24,0	24,1 - 36,0	> 36,0
60 – 35	< 12,0	12,1 - 24,0	24,1 - 36,0	36,1 - 54,0	> 54,0
35 – 15	< 20,0	20,1 - 36,0	36,1 - 60,0	60,1 - 90,0	> 90,0
15 – 0	< 30,0	30,1 - 60,0	60,1 - 90,0	90,1 -135,0	>135,0
P-rem (mg/L)					
0 – 4	< 9,0	9,1 - 13,0	13,1 - 18,0	18,1- 24,0	> 24,0
4 – 10	< 12,0	12,1 - 18,0	18,1 - 25,0	25,1- 37,5	> 37,5
10 – 19	< 18,0	18,1 - 25,0	25,1 - 34,2	34,3- 52,5	> 52,5
19 – 30	< 24,0	24,1 - 34,2	34,3 - 47,4	47,5- 72,0	> 72,0
30 – 44	< 33,0	33,1 - 47,4	47,5 - 65,4	65,5- 99,0	> 99,0
44 – 60	< 45,0	45,1 - 65,4	65,5 – 90,0	90,1-135,0	>135,0
Dose plantio	Dose de P_2O_5				
	---------- g/cova ----------				
	80	65	50	35	20

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999, p. 293).

Tabela 4.2 | Doses de K_2O recomendadas em função da disponibilidade de potássio do solo e dose de nitrogênio a serem aplicadas em cobertura após o pegamento das mudas de cafeeiro

Classes de Fertilidade				
Baixo	Médio	Bom	Muito Bom	
Teor de K no solo				
---------- mg/dm³ ----------				Dose de N
< 60	60 – 120	120 – 200	> 200	
---------- Dose de K_2O ----------				
---------- g/cova/ano ----------				g/cova/aplicação
30	20	10	0	3 – 5

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999, p. 294).

Tabela 4.3 | Doses de nitrogênio recomendadas em função da produtividade esperada e do teor foliar de N ou de doses preestabelecidas deste nutriente e doses de k_2O de acordo com a produtividade esperada e com a disponibilidade de potássio do solo

Produtividade esperada	Teor de N foliar			Dose de N[1/]	Classes de Fertilidade			
	Baixo	Adequado	Alto		Baixo	Médio	Bom	Muito Bom
	dag/kg				Teor de K no solo mg/dm³			
	< 2,5	2,6-3,0	3,1-3,5		< 60	60 –120	120-200	> 200
	Dose de N				Dose de K_2O			
sc/ha	kg/ha/ano							
< 20	200	140	80	200	200	150	100	0
20 – 30	250	175	110	250	250	190	125	0
30 – 40	300	220	140	300	300	225	150	0
40 – 50	350	260	170	350	350	260	175	50
50 – 60	400	300	200	400	400	300	200	75
> 60	450	340	230	450	450	340	225	100

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999, p. 296).

Reflita

A adubação é um assunto muito complexo que merece atenção especial. Com a evolução das pesquisas para as diferentes variedades do café, bem como os diferentes ambientes nos quais a cultura está implantada, é necessário verificar a melhor recomendação nutricional para cada variedade. Outro fator que deve ser levado em consideração é que a café canéfora apresenta características diferentes do café arábica. Assim sendo, você acredita que a demanda nutricional da café canéfora pode apresentar particularidades diferentes do café arábica?

A sustentabilidade da cultura do café é alcançada pelo uso persistente de boas práticas agrícolas.

Na condução da lavoura cafeeira diversos tratos culturais merecem atenção do produtor, entre eles podemos citar o manejo das plantas competidoras. Blanco, Oliveira e Pupo (1982) demostram que as primeiras quatro safras são de grande importância para o bom desenvolvimento da cultura uma vez que as plantas estão se desenvolvendo e ainda não apresentaram bom fechamento das linhas e entrelinhas. Diante disso, nessa etapa elas necessitam de maior atenção na competição com as plantas daninhas. O período crítico de controle (PCC) na cultura do café é bem definido uma vez que coincide com o período de precipitação pluvial e também com a florada e frutificação da planta. Sendo assim, o manejo das plantas deve ser iniciado próximo aos eventos de precipitação. Os principais métodos de manejo a serem usados são:

- Controle preventivo, que visa evitar a entrada ou a disseminação na área de propágulos das plantas daninhas. Esse controle se dá pelo cuidado no preparo do substrato utilizado nas mudas, bem como na limpeza dos implementos usados no preparo de solo.
- Controle mecânico, que consiste na retirada mecânica por roçadeira ou capina manual.
- Controle químico, método mais utilizado e eficiente. Esse controle apresenta alto rendimento e baixo custo em relação aos outros. Para a utilização deste método deve-se buscar os diversos herbicidas registrados para a cultura do café (SILVA *et al*., 2006).

Outro trato cultural de extrema importância para a cultura do café é a poda, a qual tem inúmeras finalidades, entre elas podemos citar:

- Eliminar ou reduzir dos problemas relacionados ao fechamento da lavoura, possibilitando melhor luminosidades das plantas.
- Promover a renovação de ramos produtivos.
- Renovar estruturas de hastes verticais desgastadas com o passar dos anos.
- Reduzir a altura de plantas.
- Acelerar a recuperação de cafezais danificados por geadas.
- Programar e melhorar a produção das plantas.

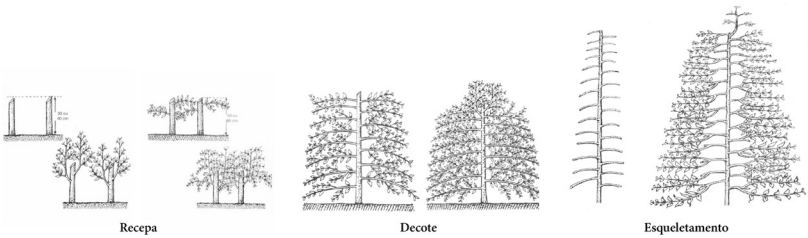
Segundo Matiello, Garcia e Almeida (2007), as principais podas aplicadas à cultura do café podem ser aplicadas em dois tipos: as podas drásticas (recepa, esqueletamento e desponte) e em podas leves (podas de produção, poda de limpeza e decote) (Figura 4.3).

A recepa consiste em uma poda baixa drástica que promove a renovação quase total da copa do cafeeiro. É indicada para plantas que perderam seus ramos produtivos inferiores. Já o esqueletamento e o desponte são podas semelhantes, aplicadas sobre ramos laterais do cafeeiro, os quais são cortados mais próximos do tronco, mantendo pequenas porções desses ramos (segmentos de aproximadamente 20 cm), formando apenas o "esqueleto" da planta.

O decote é um tipo de poda alta que resulta na eliminação da parte superior da copa do cafeeiro, sendo indicada para lavouras em vias de fechamento ainda com boa ramificação lateral na parte baixa da planta. O conceito de poda de produção (também conhecido como poda programada de ciclo) aplica-se mais ao cafeeiro canéfora, cuja planta é multicaule, indicando-se podas anuais para eliminar as hastes desgastadas, substituindo-as por outras

novas o que deverá manter ou elevar a produção. Já a poda de limpeza consiste na eliminação da parte seca, galhos ou ramos que aparecem nos cafeeiros em função da carga alta associada ao equilíbrio nutricional, ataque de pragas e doenças ou ainda estiagem prolongada ou geadas.

Figura 4.3 | Esquema didático das principais podas realizadas em cafeeiro



Fonte: adaptada de https://goo.gl/gMc468. Acesso em: 14 dez. 2018.

Pesquise mais

Caro aluno, o assunto da poda nunca se esgota e vários estudos são feitos frequentemente para melhorar a capacidade produtiva do cafezal. Geralmente a poda de produção, também conhecida como poda programada de ciclo, é muito utilizada no plantio de café canéfora. Veja neste vídeo como os pesquisadores da INCAPER desenvolveram uma aplicação dessa poda para o café arábica, aumentando a sua produtividade.

INCAPER. **Poda programada de ciclo do café arábica - Passo a passo**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=nxb31ID5hFo. Acesso em: 14 dez. 2018.

Segundo Mesquita *et al.* (2016), as pragas e doenças que incidem no cafeeiro sempre surgem do desequilíbrio de um ou vários fatores que potencializam o desenvolvimento do patógeno, provocando anormalidades que podem resultar em queda de produção, declínio da planta, podendo tornar inviável a exploração econômica da lavoura. As principais pragas relacionadas à cultura são:

- BICHO MINEIRO (*Leucoptera coffeella*) (Figura 4.4a): a presença do bicho mineiro, atacando a lavoura, é percebida pelo surgimento de lesões típicas, escurecidas, de contorno irregular e tamanho variável nas plantas e pela fácil remoção da epiderme da folha. O controle químico deve ser iniciado quando for constatado o índice de 30% de folhas minadas.

Exemplificando

Como se realiza o monitoramento do bicho mineiro?

Existem diferentes formas de monitoramento do bicho mineiro nas lavouras cafeeiras, vamos apresentar aqui o método mais tradicional.

Em lavouras adultas, a cada 15 dias deve ser feito o monitoramento a partir do início do período seco. Para o monitoramento, deve-se dividir o cafezal em talhões homogêneos e em cada talhão coleta-se 100 folhas da seguinte forma. Escolha dois ramos aleatoriamente localizados no terço médio da planta, em cada ramo retire um par de folhas que podem ser do 3º ou 4º par, contados a partir da extremidade. Esse procedimento deve ser repetido em 25 plantas dentro do talhão, ao final do processo você terá coletado 100 folhas que serão representativas dentro do talhão. Repita a operação em toda lavoura que já estiver em idade adulta.

- BROCA DO CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) (Figura 4.4b): praga especializada no ataque de frutos do café, a fêmea é responsável por causar os danos nos frutos perfurando-os desde o estádio de chumbinho até fruto seco. Nos frutos mais novos a fêmea perfura, mas não ovoposita. Quando o endosperma do fruto endurece, a ovoposição será realizada, a entrada da fêmea é facilmente identificada pela presença da galeria escavada a partir da região da coroa do fruto. O método de controle mais eficiente para a broca é a colheita bem-feita, definida pela retirada total dos frutos, tanto da planta como do chão ao redor da planta. Esse cuidado diminui a população inicial da broca para a próxima safra, reduzindo os danos futuros.
- CIGARRAS DO CAFEEIRO (*Quesada sp., Fidicina sp. e Carineta sp.*) (Figura 4.4c): sendo da ordem Homóptera, as cigarrinhas apresentam como principal dano o fato de sugarem a seiva do cafeeiro. O seu controle pode ser tanto biológico como químico, o biológico consiste no uso do fungo *Metharizium anisopliae*, já o químico caracteriza-se pelo uso de inseticidas devidamente registrados.
- ÁCAROS EM CAFEEIROS: os ácaros comumente encontrados em cafeeiros são: ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*); ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e ácaro da mancha anular ou leprose (*Brevipalpus phoenicis*). As reboleiras caracterizam o ataque dos ácaros no estádio inicial. Nesse momento os cuidados são imprescindíveis, pois se não forem controlados no início, seu ataque pode alcançar todo o cafezal. Deve-se monitorar os ácaros principalmente nos períodos de estiagem prolongada. O ataque caracteriza-se pela limitação do crescimento das folhas que em ataque mais severo pode atingir a desfolha, a qual resultará no atraso do desenvolvimento

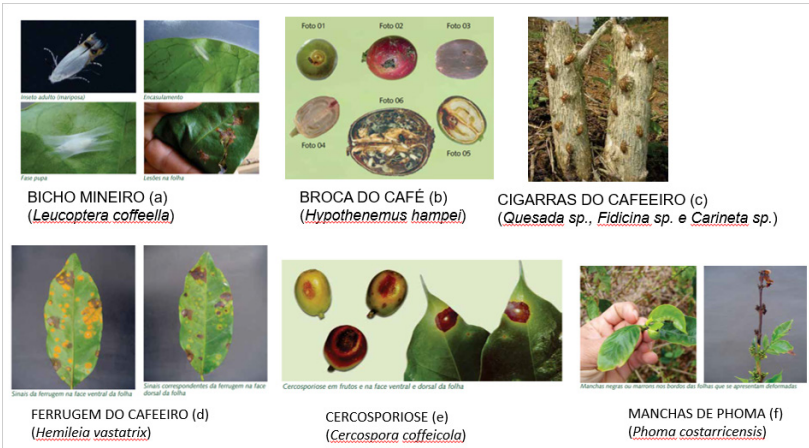
das plantas, principalmente as jovens. O seu controle é feito por acaricidas.

Já em relação às doenças relacionadas à cultura, podemos citar:

- FERRUGEM DO CAFEEIRO: (*Hemileia vastatrix*) (Figura 4.4d): contando mais de trinta raças da doença registradas. As folhas baixeiras do cafeeiro são o primeiro ponto atacado pela ferrugem que vai evoluindo na planta até o seu ápice. O sinal observado que descreve a ferrugem na planta é caracterizado pela presença de uma massa alaranjada de esporos nas folhas principalmente na face abaxial, que corresponde à mancha clorótica na face adaxial. A ferrugem provoca uma intensa desfolha na planta e suas principais formas de controle são: no manejo, por meio de práticas culturais relacionadas à adubação equilibrada, às podas sistemáticas e ao uso de espaçamento adequado; uso de variedades resistentes e, quando necessário, o uso do controle químico por meio de produtos registrados.
- CERCOSPORIOSE (*Cercospora coffeicola*) (Figura 4.4e): os sintomas da cercosporiose podem ocorrer tanto nas folhas como nos frutos. Nas folhas, ocorrem lesões de tamanho pequeno, com cerca de até 1,5 centímetros, mais ou menos circulares, apresentando coloração de marrom a pardo claro, centro cinza claro, envolto por um halo amarelado, descrevendo o aspecto de um olho. Quando os frutos são atacados ainda verdes inicia-se uma maturação forçada da casca ao redor da mancha, com prejuízos na qualidade da bebida, em decorrência de processos fermentativos desenvolvidos. O controle da doença pode ser cultural ou químico ou, ainda, uma associação de ambos, de forma que o nível de infecção da doença seja minimizado por ocasião da colheita.
- MANCHAS DE PHOMA (*Phoma costarricensis*) (Figura 4.4f): o aparecimento do fungo é favorecido pela adubação nitrogenada em excesso. Os sintomas são observados tanto nas folhas, ramos e frutos, iniciando pelas folhas mais novas, podendo ser confundido com deficiência de boro. Nas folhas observam-se manchas negras ou amarronzadas, provocando deformações nas bordas do limbo foliar. Na planta atacada a fotossíntese é prejudicada em virtude da necrose, evoluindo em uma desfolha intensa com seca de ramos e queda de flores e frutos chumbinhos, reduzindo a produtividade. Para o controle da mancha de phoma, recomenda-se uma associação de medidas de ordem cultural (uso de quebra ventos e evitar o excesso de nitrogênio) com o uso de fungicidas.

- ANTRACNOSE (*Colletotrichum spp.*): agente causal primário, ataca ramos, botões florais, flores e frutos, principalmente nos estádios iniciais. Com o avanço da doença, a lesão se expande sobre todo o fruto, que se torna progressivamente ressecado e enegrecido, até a completa mumificação. O principal método de controle é por meio de fungicidas registrados.

Figura 4.4 | Principais pragas e doenças presentes na cultura do cafeeiro



Fonte: adaptada de Mesquita ***et al***. (2016, p. 22, 25, 31, 44, 46, 50).

Caro aluno, agora você possui ferramentas poderosas de conhecimento para tomar importantes decisões relacionadas ao manejo do cafezal, uma vez que a condução da cultura do cafeeiro envolve o conhecimento das pragas e doenças que acometem a cultura. Você poderá iniciar o controle cultural no momento mais adequado, de forma sustentável, sem prejudicar as plantas e o meio ambiente e de forma lucrativa. Bom trabalho!

Sem medo de errar

Conforme você bem percebeu ao longo do texto apresentado nesta seção, os tratos culturais relacionados à cultura do café são muito intensos. De forma que, vez ou outra, a lavoura "cobra" do produtor decisões a serem tomadas e é claro que não seria diferente na Fazenda Wolf.

Lembre-se que foi apresentada a seguinte situação: em um talhão de aproximadamente 6 hectares na Fazenda Wolf, plantas adultas, com

aproximadamente 10 anos de idade produtiva, estão apresentando ao longo dos últimos anos uma queda na produção. A partir dessa problemática, Arthur então convoca uma reunião com você, técnico responsável pela fazenda, e antes de qualquer decisão a ser tomada algumas variáveis são apresentadas. As análises de solo dos últimos dois anos são apresentadas bem como a recomendação e relatórios de adubos que foram aplicados. Durante a reunião você e Arthur chegaram à conclusão que todo procedimento relacionado à nutrição da planta foi devidamente atendido, bem como o histórico de chuvas dos dois últimos anos atendeu à necessidade hídrica das plantas. Por fim, uma visita ao campo levou vocês a optarem por promover a poda do cafezal e um fator foi crucial para a tomada dessa decisão: a região do ramo plagiotrópico onde deveriam aparecer as floradas do ano estavam muito pequenas e não representavam nem 20% do ramo, além disso, essa situação acontecia praticamente na planta inteira e a sua arquitetura estava comprometida.

Diante dessa situação a poda é uma opção extremamente viável para a lavoura, contudo, não existe uma única opção para a poda a ser realizada, tudo vai depender do que o produtor deseja. Por exemplo, se o produtor deseja realiza uma renovação bastante drástica no cafezal, a poda recomendada seria a recepa, uma vez que essa poda promove a retira de todo tecido vegetal acima do corte e o corte geralmente é feito aproximadamente entre 20 e 30 centímetros do solo, como vantagem teríamos a renovação, o rejuvenescimento da planta, que seria inteiramente conduzida a partir de um ou mais novos ramos ortotrópicos. Como desvantagem, essa poda apresenta a safra zero que, na prática, significa um ano sem produção.

Como opção, poderia ser realizado um decote alto e o esqueletamento da planta. Essa poda promoveria o controle da altura da planta que seria cortada na altura desejada pelo produtor e o rejuvenescimento apenas dos ramos produtivos (plagiotrópicos) Como vantagem, a planta não passa pela safra zero, produzindo no mesmo ano que foi podada. No entanto, como desvantagem, a indução de ramos plagiotrópicos secundários e terciários exigem uma manutenção mais frequente da planta até que finalmente haja a necessidade de uma renovação completa.

Enfim, a escolha pela melhor poda passa por uma série e fatores que o produtor deve avaliar.

Conforme as situações apresentadas anteriormente, o fato da lavoura possuir apenas 10 anos de produção indica que as plantas são relativamente novas e o projeto que você pode apresentar ao cliente (Arthur) pode ser fundamentado perfeitamente nas podas de esqueletamento e decote, assim, verifique os matérias necessários, a disponibilidade de mão-de-obra treinada

para executar tal tarefa e se prepare para iniciá-la o mais próximo possível ao final da colheita, pois quanto antes realizada a poda, os resultados que ela terá no ano seguinte serão bem mais eficientes e seus resultados profissionais na Fazenda Wolf continuarão em evidencia aos olhos de seu cliente.

Avançando na prática

Poda programada de ciclo, trabalhando com qualidade o café canéfora.

Descrição da situação-problema

Sara é uma técnica de campo recém-contratada por um órgão que presta assistência técnica no Sul da Bahia para pequenos produtores da agricultura familiar que trabalham há muitos anos com a cultura da café canéfora. Ao chegar na propriedade de Marcos ela se depara com uma lavoura de café conduzida com mais de dez hastes por planta. Marcos reclama que não tem mais condições de produzir, pois as plantas estão muito "difíceis" de trabalhar. A colheita está ficando muito cara e a mão-de-obra está cada vez mais escassa para colher café, isso está desestimulando o produtor a continuar na atividade. Como Sara poderá apresentar uma solução ao Marcos para que ele conduza o cafezal de maneira que facilite o manejo?

Resolução da situação-problema

Como a café canéfora é uma planta que naturalmente apresenta muitas hastes, por muitos anos no passado os produtores a conduziam de forma muito desorganizada. Nos primeiros anos a planta acaba produzindo de forma satisfatória, mas rapidamente o trabalho para colher não compensa a própria operação de colheita. Para melhorar essa situação a técnica deverá apresentar ao Marcos a poda programada de ciclo (PPC), que consiste em deixar na planta o número de hastes entre duas ou quatro a fim de deixar uma população entre 8000 a 12000 hastes por hectare. Outro cuidado na PPC é a retirada dos ramos plagiotrópicos que produzem em menos de 30% do ramos. Essas operações facilitaram o trabalho de colheita, aumentaram significativamente a produtividade da lavoura estimulando Marcos a continuar na atividade cafeeira.

Faça valer a pena

1. Boa parte do sucesso de uma lavoura cafeeira depende do correto fornecimento dos nutrientes ao longo do crescimento da planta. Para tal, faz-se necessário conhecer o acúmulo dos nutrientes na planta ao longo do seu ciclo de vida, pois esse entendimento irá direcionar o modo correto de fornecer esses nutrientes para a cultura. De maneira geral, depois da implantação das mudas no campo, seu crescimento inicial é relativamente lento, com menor demanda de nutrientes, até que ocorra a primeira florada.

A primeira florada ocorre geralmente em qual período.

a) 18 a 24 meses após a implantação.
b) 20 a 24 meses após a implantação.
c) 24 a 30 meses após a implantação.
d) 30 a 36 meses após a implantação.
e) 20 a 30 meses após a implantação.

2. Um trato cultural de extrema importância para a cultura do café é a poda, a qual tem inúmeras finalidades, entre elas podemos citar:

- Eliminar ou reduzir dos problemas relacionados ao fechamento da lavoura, possibilitando melhor luminosidades das plantas.
- Promover a renovação de ramos produtivos.
- Renovar estruturas de hastes verticais desgastadas com o passar dos anos.
- Reduzir a altura de plantas.
- Acelerar a recuperação de cafezais danificados por geadas.
- Programar e melhorar a produção das plantas.

Segundo Matiello, Garcia e Almeida (2007), as principais podas aplicadas à cultura do café podem ser aplicadas em dois tipos: as podas drásticas e em podas leves.

Classifique corretamente as podas drásticas e as podas leves:

a) Podas drásticas (recepa; esqueletamento, e desponte) e as podas leves (podas de produção, poda de limpeza e decote).
b) Podas drásticas (Recepa; Decote e Desbrota) e as podas leves (Esqueletamento, e desponte; Podas de produção, Poda de limpeza).
c) Podas leves (recepa; decote) e as podas drásticas (esqueletamento, e desponte; podas de produção, poda de limpeza e desbrota).
d) Podas drásticas (poda de produção ; decote) e as podas leves (esqueletamento, e desponte; recepa, poda de limpeza e desbrota).
e) Podas drásticas (esqueletamento; decote) e as podas leves (recepa; podas de produção, poda de limpeza e desbrota).

3. Segundo Mesquita e*t al.* (2016) as pragas e doenças que incidem no cafeeiro sempre surgem do desequilíbrio de um ou vários fatores que potencializam o desenvolvimento do patógeno, provocando anormalidades que podem resultar em queda de produção, declínio da planta, podendo tornar inviável a exploração econômica da lavoura. Um bom exemplo dessa condição de desequilíbrio está no excesso de adubação nitrogenada favorecendo a infestação de um fungo. O ataque do fungo pode ser confundido com deficiência de boro.

Assinale a alternativa que indica sobre qual patógeno o texto está falando.

a) Antracnose (*Colletotrichum spp*.).
b) Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*).
c) Broca do café (*Hypothenemus hampei*).
d) Ferrugem do Cafeeiro (*Hemileia vastatrix*).
e) Manchas de phoma (*Phoma costarricensis*).

Seção 4.3

Seleção de grãos e colheita

Diálogo aberto

Em toda produção agrícola a colheita é o momento em que se verifica se houve sucesso ou fracasso, visto que, para se chegar nessa etapa, diversos fatores foram avaliados, os quais são: fatores relacionados ao manejo da cultura, à adubação, à irrigação e às podas. Enfim, muito trabalho aconteceu antes de se chegar à colheita do primeiro grão. Por isso, o produtor deve ser muito cauteloso e buscar otimizar essa operação, pois a renda de qualquer propriedade vem da receita produzida pela venda do produto colhido e, como se sabe, produtos de melhor qualidade tendem a ser mais valorizados no mercado.

Na Fazenda Wolf não é diferente, lembre-se que são 160 hectares de área plantada, sendo que parte dessa área se localiza em um ambiente montanhoso com declividade superior a 12% e, como se isso não bastasse, Arthur resolveu iniciar a produção de uma marca própria da Fazenda, fato que irá demandar a colheita seletiva de grãos de alta qualidade, tornando a operação de colheita muito mais trabalhosa. Em virtude de todos esses fatores, Arthur recorreu novamente aos seus conhecimentos como técnico na propriedade e pediu para você elaborar um programa de planejamento para a colheita. Esse programa deve conter as possibilidades para otimizar tanto o tempo de colheita como a qualidade dos grãos colhidos. Vários fatores devem ser observados na elaboração do programa de colheita: quando a colheita deve ser iniciada? Existe a possibilidade de utilizar mais de um método na colheita? Como calcular a necessidade de mão de obra? Ao final dessa etapa elabore um relatório indicando os cuidados necessários para atender o plano de colheita requisitado para a Fazenda Wolf.

Bom trabalho e mãos à obra!

Não pode faltar

Caro aluno, após tanto trabalho na implantação e no cultivo do café é chegada a hora da colheita, lembre-se que o máximo em qualidade que o café pode alcançar é obtido enquanto o fruto se encontra na planta e, conforme você já observou na seção em que foi abordada a fenologia que o grão atinge a maturação fisiológica na fase denominada "cereja", nesta fase ocorre a

degradação das clorofilas e a síntese do pigmento vermelho ou amarelo a depender da variedade (MEIRELES *et al.*, 2009).

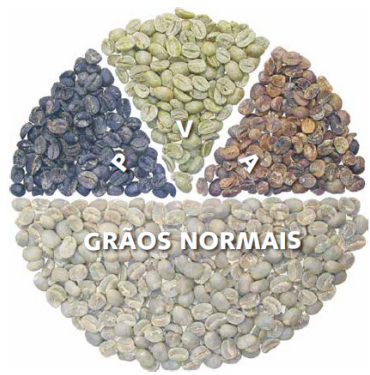
Uma questão a qual deve-se dedicar bastante atenção é que, entre os componentes do custo de produção do café, os fatores relacionados à colheita são responsáveis por cerca de 30 a 40% do custo geral da lavoura de café (SAKIYAMA *et al.*, 2015). Nesta seção abordaremos aspectos relacionados à colheita e à pós-colheita do café a fim de elucidar diversos aspectos relevantes.

A manutenção da qualidade do fruto é crucial para que o produtor obtenha uma boa valorização do café na hora da venda, além disso, alguns procedimentos devem ser evitados, entre eles podemos ressaltar que antecipar a colheita não é uma boa recomendação para os produtores porque o café colhido será de baixa qualidade e o produtor receberá menos pelo produto.

O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa porcentagem de frutos verdes, isto é, quando a porcentagem de frutos verdes representa menos de 20% dos frutos. Ou seja, percentagens que ultrapassam esse valor são consideradas desfavoráveis à produção de café de qualidade, uma vez que, no caso do café natural (não processado – verdes, verdoengos, maduros e passa), o lote apresentará, no momento da classificação, um grande número de grãos defeituosos que serão deletérios à qualidade do produto. Ainda que o produtor pratique o processamento do café por meio da lavagem e separação dos frutos, a colheita fora da época adequada acarretará em menor quantidade de frutos maduros (MESQUITA *et al.,* 2016).

A colheita na época certa auxilia na redução dos defeitos que aparecem na qualificação do lote a ser vendido. Em relação aos defeitos que interferem na qualidade do café, o produtor que visa alcançar um café de boa qualidade deve evitar em sua produção os cafés com as seguintes características: preto, verde e ardido (Figura 4.5). A presença desses grãos reduz a qualidade no aspecto físico da catação do produto, caracterizando a presença de impurezas que influenciaram fortemente na qualidade da bebida do café. Como resultado final para o produtor, a perda na qualidade implica em menores preços pagos pelo mercado. Entenda

Figura 4.5 | Aspectos visuais comparativos entre grãos preto, verde, ardido e normais de café em relação ao ponto de colheita



Fonte: Mesquita ***et al.*** (2016, p. 8).

por "café preto" aquele fruto de café que permaneceu por longo período de tempo em contato com o chão; "café verde", os frutos colhidos ainda verdes; "café ardido", a colheita daqueles frutos verdes de colheita atrasada e que permaneceram em contato com o chão pro período prolongado.

Assimile

Antes de iniciar o processo de colheita, o produtor deve ter em mente que as instalações destinadas às etapas pós-colheita devem estar em bom estado de conservação e uso, assim, vale alertar nesse momento que tulhas, lavador-separador, terreiro e secador devem passar por uma rigorosa inspeção antes da colheita. Não é permitido o armazenamento de outro produto agrícola na tulha, nem os insumos, uma vez que o café absorve odores estranhos com muita facilidade. O terreiro, que ao longo do ano serviu para diferentes finalidades, durante a colheita deve ser destinado exclusivamente para a secagem, pois o café pode facilmente ser contaminado. Sua manutenção deve ser constante e preventiva, devendo ser bem varrido, lavado, desinfetado e, se necessário, até cercado (MESQUITA *et al.*, 2016).

As etapas relacionadas ao planejamento da colheita seguem e, agora que as instalações foram verificadas, outros fatores não podem ser esquecidos, a mão de obra, os recursos (peneira, pano de café), os derriçadores, os manuais, as colheitadeiras, o transporte, etc.

A colheita do café se inicia e geralmente é classificada em manual, semimecanizada e mecanizada. Diversas etapas podem ou não ocorrer durante a colheita, são elas: arruação, que consiste na retirada das folhas e gravetos da projeção da copa do cafeeiro e tem por objetivo limpar a região da lavoura onde os grãos derriçados serão despejada da planta; derriça, a qual consiste na derrubada dos grãos da planta, que pode ser no chão, no pano de colheita ou na peneira, quando feita de forma manual ou semimecanizada, ou ainda direto na colheitadeira, quando feita mecanicamente; recolhimento, que é uma operação que recolhe o café derriçado no pano ou na peneira de forma a prepará-lo para a pré-limpeza no campo; abanação, que diz respeito à operação feita com auxílio de peneiras, por meio das quais o produtor retira folhas e gravetos presentes no café colhido; e finalmente o transporte, que é a retirada do café colhido da lavoura até o terreiro ou até as unidades de pós colheita. Vale lembrar que dependendo da operação de colheita a ser realizada, nem todas as etapas são feitas (MEIRELES *et al.*, 2009).

Sobre os métodos de colheita, manual, semimecanizada ou mecanizada, suas principais características são:

Colheita manual: pode ser realizada tanto no pano como na peneira por meio da coleta seletiva dos frutos maduros, também chamada de catação a dedo, ou por meio da derriça total dos frutos (independentemente do estádio de maturação), nesse tipo de colheita todas as etapas apresentadas anteriormente são observadas (Figura 4.6).

Figura 4.6 | Colheita por derriça manual de café canéfora no pano de colheita.

Fonte: Marcolan e Espindula (2015, p. 351).

Colheita semimecanizada: neste método de colheita, utiliza-se a derriçadeira portátil, nesse caso o anteparo utilizado para recolher o café derriçado é o pano de colheita. Neste método não existe possibilidade de promover a colheita seletiva sendo que o operador deve recolher todo café em uma única passada na planta. Por ser uma operação bastante intensa o operador deve ser cuidadoso a fim de reduzir os danos provocados na planta pelo uso da derriçadeira (Figura 4.7).

Figura 4.7 | Colheita semimecanizada com derriçadora manual sobre pano

Fonte: Mesquita ***et al***. (2016, p. 21).

Colheita mecanizada: esta, por sua vez, é indicada para regiões com até 12% de declividade e é realizada por meio de máquinas colhedoras completas automotrizes ou ainda tracionadas por trator. Sua operação não necessita da arruação do café e o processo de abanação é feito durante a passagem do material colhido pelo corpo da colheitadeira (Figura 4.8).

Figura 4.8 | Colheitadeira de café automotriz

Fonte: https://goo.gl/wZXNxX. Acesso em: 19 dez. 2018.

Exemplificando

É muito importante para o cafeicultor estimar a produção da sua lavoura, assim ele pode fazer uma série de previsões em relação a pagamentos e tantos outros compromissos assumidos durante a safra. Imagine a seguinte situação: Uma lavoura com 25.000 pés de café arábica ocupando 6 hectares divididos em 3 glebas homogêneas. Para estimar a produção recomenda-se que o produtor colha 60 litros de café no ponto de colheita determinado pelo produtor, em 12 pés, sendo 4 plantas em cada talhão. A previsão de colheita seria de $60\ litros \div 12\ pés\ =\ 5\ litros\ por\ planta$. Em 25.000 plantas seriam colhidos 125.000 litros de café. Como para cada saca de 60 kg de café beneficiado são processados 480 litros de café em coco, estima-se uma produção de 260 sacas no total, que daria uma produtividade média de 43 sacas por hectare.

Independentemente do método escolhido para realizar a colheita, ao final de todas as etapas de campo, o café deve ser medido. Uma das funções dessa medição está relacionada ao pagamento da mão de obra, quando a colheita for feita manualmente, uma vez que o pagamento da mão de obra é vinculado ao rendimento da colheita que será acondicionada em sacos de ráfia, *big bags* ou a granel, em caçambas de transporte. No caso de colheita mecanizada, a medida do rendimento em campo pode ser dispensada, sendo o grão encaminhado para os procedimentos de pós-colheita.

Após a chegada do café no terreiro, alguns procedimentos podem ser adotados. O mais simples de todos é a colocação do café que veio direto da lavoura para secagem no terreiro, geralmente esse procedimento é o que produzirá o café de pior qualidade uma vez que nenhuma limpeza ou separação é feita com esse produto.

Caso o produtor prefira produzir um produto de melhor qualidade ele tem outras etapas a realizar durante a pós-colheita. A lavagem e separação, por exemplo, consiste na passagem do café por uma lâmina de água, a qual separa o café por densidade. Os cafés constituídos de frutos verdes, verde-cana e maduros, por serem mais pesados, devido ao maior teor de umidade, afundam na água. Já os frutos mais leves, ou seja, os mal granados, brocados, passas e secos, por serem mais leves, constituem uma fração denominada "bóia", por flutuarem na água. A separação é fundamental para a secagem do café em lotes distintos. Quando, ao final dessa etapa, o café vai direto secar no terreiro, o processo recebe o nome de "preparo via seca" e o café originado daí recebe o nome de "café natural" (Figura 4.9).

O preparo por via úmida consiste em descascar os frutos após a lavagem e separação dos lotes. Assim, o café obtido permanece com o pergaminho e,

a partir da escolha das etapas futuras, serão originados os cafés denominados cereja, descascados ou despolpados. Esse tipo de preparo permite a otimização do uso dos terreiros, secadores e unidade de armazenamento, devido à redução de 50% do volume em relação ao "café natural" e do tempo, que também é reduzido para completar a seca, uma vez que não existe mais a casca aderida ao fruto (MESQUITA *et al.*, 2015).

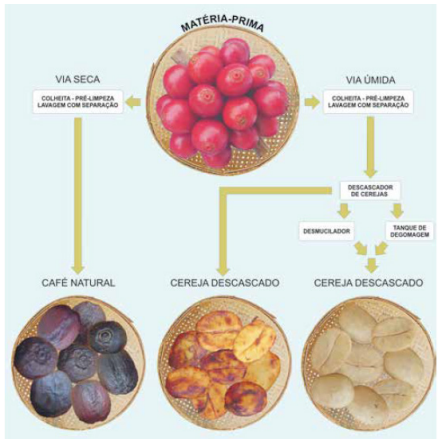
Uma última etapa ainda está relacionada ao café "cereja descascado". Essa etapa consiste em retirar toda a mucilagem que fica aderida ao café.

A remoção da mucilagem por meio biológico leva à condução do processo de fermentação, em que microrganismos, como leveduras, fungos ou bactérias sintetizam enzimas as quais degradam componentes da mucilagem, como açúcares simples, proteínas e lipídeos, o que causa o desprendimento do pergaminho (SILVA *et al.*, 2008; VILELA *et al.*, 2010). E para complementar a remoção da mucilagem, o produto é lavado.

O processo de fermentação pode durar de 15 a 20 horas, no entanto, quando se empregam cepas de microrganismos selecionados, o tempo é reduzido para valores próximos de dez horas. O tempo da fermentação é também regulado por fatores, como: a) qualidade de água; b) temperatura ambiente; c) estágio de maturação dos frutos; d) teor de água dos frutos; e) grau de higienização dos tanques de fermentação.

Após todas essas etapas o café deve ser seco de forma a poder ser armazenado. Após a colheita, a secagem representa a fase de maiores riscos de perda da qualidade do café, envolvendo uma série de procedimentos importantes, porém, de fácil execução, desde que se tenha uma infraestrutura mínima e mão de obra capacitada. A secagem deverá ser feita em terreiros, podendo ser terminada no próprio terreiro ou em secadores.

Figura 4.9 | Modalidades de preparo do café para armazenamento



Fonte: Mesquita ***et al***. (2016, p. 29).

Reflita

Via de regra, quando se fala a respeito dos processos relacionados ao processamento do café, verifica-se um crescente em complexidade, saindo da colheita e despejado no terreiro sem nenhum processamento, passando pelo café que foi lavado, separado em lotes e colocado ao natural para secar no terreiro, além do café que passou por lavagem, descascamento e desmucilagem para finalmente ser seco e armazenado. A grande questão que fica aqui é: será que o café desmucilado terá sempre melhor qualidade do que um café natural? A resposta dessa pergunta não é tão simples e não está unicamente relacionada aos processos de pós-colheita, pois vários fatores devem ser levados em consideração. Entre eles, foi feita a colheita seletiva? Qual a variedade de café está sendo avaliada? Qual altitude da propriedade? A nutrição da planta está adequada? Veja, caro aluno, que os assuntos abordados nesta seção são de grande valia para manter a qualidade do fruto, mas certamente a maneira que o fruto foi produzido é fundamental para que o café expresse todo seu potencial de qualidade.

A etapa que antecedo o armazenamento final do café é a secagem. Como já foram abordados diferentes processos de pós-colheita, vamos agora apresentar algumas particularidades relacionadas à secagem do café. O café natural apresenta alto teor de umidade (45 a 55%) no início do processo de secagem dos frutos. Sendo assim, existe a necessidade de uma pré-secagem que promove a desidratação da casca, também chamada de "meia-seca" (30% de umidade). Essa etapa é extremamente crítica, uma vez que é fundamental promover o arejamento da pilha de café (MESQUITA *et al*. 2016). Na sequência, a operação continua até que a casca e a polpa sequem completamente atingindo umidade entre18% a 20%. É importante que esse processo ocorra no menor tempo possível e, para isso, a combinação de fluxo de ar e temperatura, oriundos do sol ou de secadores, deve ser bem controlada pelo produtor a fim de evitar o risco de fermentações indesejadas.

Em paralelo à desidratação do fruto, começa a ocorrer a secagem do grão propriamente dito (endosperma), esse processo se dá pela migração de umidade do seu interior para a camada mais externa, e finalmente essa umidade se dissipa no ambiente, portanto, quanto mais seco o ar, mais rápida se dará a secagem. Um erro muito comum observado em procedimentos de secagem, feitos em secadores de calor direto ou indireto, é aumentar demasiadamente a temperatura da camada de grãos. Esse aumento brusco promove o cozimento do grão em vez da sua secagem e, assim, o grão perde em qualidade nos processos de torra que serão realizados (MARCOLAN; ESPINDULA, 2015).

No café Cereja Descascado (CD), a fase inicial de secagem (pré-secagem) compreende a perda de água da polpa remanescente do descascamento, quando em presença de boa insolação e revolvimentos constantes, acontece em questão de horas.

No café Despolpado ou CD desmucilado, a pré-secagem é facilitada e se restringe à remoção da água superficial do pergaminho uma vez que a despolpa ocorre pelo uso de água, que auxilia na retirada da mucilagem.

A seca do grão propriamente dito (endosperma) compreende a migração da umidade do seu interior, no chamado ponto-frio (água fortemente retida e mais difícil de ser evaporada). Assim, existe a necessidade de deixar o grão do café "descansar" durante o processo de secagem para que ele tenha tempo de promover o balanço higroscópico da água no interior de grão e, assim, ela passe para as camadas mais externas e daí para o ambiente, de forma gradativa.

Pesquise mais

A secagem do café é um processo bastante complexo e existem diferentes possibilidades para executá-la mantendo a qualidade do grão, sendo que aspectos como umidade e temperatura devem ser controlados. Para compreender um pouco melhor como se dá a secagem do café, leia o texto *Café: preparo, secagem e armazenamento* e descubra as nuances dessa etapa tão importante na produção do café com qualidade.

SILVA, L. C.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, A. J. H.; Café: preparo, secagem e armazenamento. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015, cap. 16. p. 361-381. Disponível em: https://goo.gl/vccjXS. Acesso em: 29 jan. 2018.

Após seco, o café deve ser armazenado tanto na propriedade como em armazém especializado. Na propriedade, recomenda-se armazenar o café natural, já que esse processo é mais rústico e mantem a qualidade por mais tempo que os outros. Sobre o local destinado ao armazenamento, pode ser feito de madeira ou alvenaria, deve estar em local ventilado próximo ao terreiro, secadores e máquinas de beneficiamento. O uso de paletes é indicado para retirar o café do contato direto com o chão, lembrando que o café deve "descansar". Recomenda-se, para o beneficiamento, um tempo mínimo de 30 dias para o café natural de terreiro, 30 dias para o café natural de secador e 10 dias para o café cereja descascado/despolpado.

Para prevenir o ataque de fungos e pragas, a cada nova safra, deve-se limpar e desinfestar todo o interior da tulha. E lembre-se que na tulha não devem permanecer outros produtos armazenados, já que o café absorve

gostos e cheiros estranhos com muita facilidade. A fim identificar e preservar diferentes lotes, a divisão da tulha em compartimentos é recomendada.

Chegamos ao final do nosso estudo e esperamos que você, caro aluno, tenha aproveitado da melhor forma possível este material. Durante nosso curso não tivemos a pretensão de esgotar os assuntos relacionados à cultura do café, mas saiba que de agora em diante você tem condições de atender às necessidades de uma lavoura cafeeira e esperamos que sua curiosidade tenha sido aguçada para continuar seus estudos.

Sem medo de errar

Bem, agora se inicia a colheita na Fazenda Wolf! Lembre-se que são 160 hectares de área plantada, sendo que parte dessa área ocorre em ambiente montanhoso, com declividade superior a 12% e, como se isso não bastasse, Arthur resolveu iniciar a produção de uma marca própria da Fazenda, o que irá demandar a colheita seletiva de grãos de alta qualidade, tornando a operação de colheita muito mais trabalhosa. Arthur recorreu novamente aos seus conhecimentos como técnico da propriedade e pediu para você elaborar um programa de planejamento para a colheita.

Como você vivencia a rotina da fazenda há algum tempo e conhece a propriedade, você sabe que a colheita destinada à produção de café de qualidade exige colheita do grão no estádio fenológico de "cereja". Normalmente a planta de café tem maturação desuniforme e, para a gleba destinada à produção desses grãos, o ideal é a colheita manual e seletiva de grãos maduros; que pode ser feita com derriça, no pano ou na peneira. Como desvantagem, a colheita manual envolve mais de uma passada na área, o que torna a operação mais onerosa, pois demanda maior gasto com mão de obra.

Como apenas uma parte da fazenda será destinada a grãos de alta qualidade, nas áreas restantes, Arthur deve buscar colher com qualidade, mas economizar na operação. Para isso, ele pode proceder a colheita com uso de colheitadeiras mecânicas automotrizes ou rebocadas por trator, desde que a área apresente declividade inferior a 12%, pois declividades superiores a essas tornam a operação mecanizada inviável, devido aos riscos de tombamento do equipamento.

Nas áreas com declividade superior a 12%, a forma mais econômica de colheita é com o uso de derriçadores semimecanizados, que aumentam a eficiência da colheita em relação a manual. Quando se faz o uso de derriçadores, deve-se forrar o chão onde o grão do café será derriçado com pano de colheita, que irá auxiliar no recolhimento do grão e ainda impedirá os grãos

de café de entrar em contato com o solo, preservando a qualidade deles.

No entanto, quando o operador deve iniciar a colheita de uma gleba homogênea, preservando o máximo de qualidade? A recomendação para essa etapa está relacionada à verificação da proporção entre frutos maduros e verdes na planta. O ideal é que a colheita se inicie quando houver no máximo 20% dos frutos ainda verdes na área. Para calcular essa porcentagem deve-se colher acima de 12 plantas representativas na gleba até obter 60 litros de café colhido. Após essa etapa, deve-se proceder a medição dos estádios de maturação fisiológica do grão. Em áreas onde 80% ou mais dos grãos estiverem maduros, deve-se iniciar a colheita, podendo ser manual, semimecanizada ou mecanizada.

Pois bem, caros alunos, finalizamos esta etapa e agora você pode verificar a evolução do seu aprendizado durante toda a unidade, neste momento. Faça um apanhado de todas as orientações que lhe foram apresentadas ao longo do percurso e consolide em um único relatório técnico todas as propostas e desafios que lhe foram apresentados, a fim de auxiliar Arthur na Fazenda Wolf. Com este material em mãos, você terá condições de verificar como foram importantes os conhecimentos compartilhados até agora na sua jornada profissional.

Um ótimo trabalho e mãos à obra!

Avançando na prática

Colheita mecanizada em café canéfora

Descrição da situação-problema

Um grande produtor de café canéfora da região de Rondônia, norte do Brasil, projetou o plantio de sua lavoura em um terreno que viabiliza a mecanização. Entre todas as etapas relacionadas à lavoura de café, ele estava bastante interessado em promover a colheita mecanizada, uma vez que tinha conhecimento da dificuldade de encontrar mão de obra qualificada e disponível em sua região. No momento de comprar a colheitadeira, o produtor buscou a sua consultoria para minimizar os riscos de fazer o investimento da compra e acabar perdendo o dinheiro. Ele gostaria de saber se pode comprar as colheitadeiras que viu sendo utilizadas na colheita do café arábica em visita técnica realizada no cerrado brasileiro. O que você indicaria para esse produtor? As colheitadeiras utilizadas em café arábica atendem ao café canéfora?

Resolução da situação-problema

Certamente a colheita do café é uma etapa muito trabalhosa e cheia de detalhes aos quais o produtor tem de ficar muito atento, a mecanização da colheita sempre deve ser privilegiada quando o terreno permite, contudo, vale lembrar que o café canéfora tem algumas características que o distinguem do café arábica, entre elas podemos citar o fato de ser multicaule, enquanto o arábica apresenta apenas um caule, além disso, os frutos do café canéfora são mais persistentes no ramos, mesmo depois de maduros, já o café arábica apresenta frutos que desprendem mais facilmente da planta. Dessa forma, as colheitadeiras usadas para colher o café arábica não são indicadas para colheita de café canéfora.

O modelo na colheita do café arábica não necessita retirar o ramo da planta, pois esse modelo apenas promove a derriça do grão no interior da colheitadeira, já o modelo utilizado na colheita do canéfora requer que os ramos produtivos da planta sejam retirados e despejados dentro da máquina que irá "debulhar" os grãos do café, descartando os ramos no chão. A vantagem para essa cultura é que ao mesmo tempo que se faz a colheita mecanizada no café canéfora também é feita a poda de produção para o ano seguinte.

Faça valer a pena

1. A colheita do café é uma questão na qual o produtor deve dedicar bastante atenção, uma vez que entre os componentes do custo de produção do café, os fatores relacionados à colheita são responsáveis por mais de 50% do custo geral da lavoura de café.

Sendo assim, a manutenção da qualidade do fruto durante a colheita é crucial para que o produtor obtenha uma boa valorização do café no momento da venda. Um cuidado muito importante e de simples execução por parte do produtor é iniciar a colheita do café no momento adequado, evitando antecipar a colheita, uma vez que o café colhido será de baixa qualidade e o produtor receberá menos pelo produto.

Qual a porcentagem ideal de frutos verdes na planta para iniciar a colheita do café?

a) O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa percentagem de frutos verdes, menor que 10% dos frutos.
b) O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa percentagem de frutos verdes, menor que 20% dos frutos.
c) O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa percentagem de frutos verdes, menor que 30% dos frutos.

d) O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa percentagem de frutos verdes, menor que 40% dos frutos.
e) O momento ideal de colheita ocorre quando há baixa percentagem de frutos verdes, menor que 50% dos frutos.

2.

> "Por trás do simples hábito de "passar um café", existem muitos processos na fazenda que são desconhecidos pela maioria dos consumidores. Também pudera, a vida urbana provocou um enorme distanciamento do meio rural. Um deles diz respeito à decisão do produtor determinar se os grãos colhidos serão secados ao natural (com casca e polpa), descascados ou despolpados. Essa escolha interfere diretamente na qualidade e no custo do produto. (GRÃO GOURMET, 2016, [s.p.])

As etapas referentes ao processo para produzir o café cereja despolpado (CD) seriam respectivamente:

a) Colheita, pré-limpeza, degomar, lavagem, descascar, secar.
b) Colheita, lavagem, pré-limpeza, degomar, descascar, secar.
c) Pré-limpeza, colheita, descascar, lavagem, degomar, secar.
d) Colheita, pré-limpeza, lavagem, descascar, degomar, secar.
e) Pré-limpeza, colheita, descascar, degomar, lavagem, secar.

3. A etapa que antecede o armazenamento final do café é a secagem. Como já foram abordados diferentes processos de pós-colheita, agora vamos apresentar algumas particularidades relacionadas à secagem do café. O café natural apresenta alto teor de umidade (45 a 55%) no início do processo de secagem dos frutos. Sendo assim, existe a necessidade de uma pré-secagem que promove a desidratação da casca também chamada de "meia-seca" (30% de umidade). Essa etapa é extremamente crítica, uma vez que é fundamental promover o arejamento da pilha de café (MESQUITA *et al.*, 2016). Na sequência, a operação continua até que a casca e a polpa sequem completamente, atingindo umidade entre 18% a 20%.

Para que ocorra a secagem do café, dois fatores têm de ser muito bem controlados. Indique a alternativa que aponta quais são eles:

a) Lavagem e desmucilagem.
b) Descascamento e desmucilagem.
c) Temperatura e tempo de secagem.
d) Tempo de secagem e umidade.
e) Temperatura e fluxo de ar.

Referências

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; PUPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato de uma cultura de café em formação. **O Biológico** (Brasil), v. 48, n. 1, p. 9-20, 1982.

BOTELHO, C. L. *et al.* Preparo do solo e plantio: instalação do cafezal. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica**: do plantio à colheita. Lavras, MG: Epamig, 2010. p. 283-341.

FERRÃO, R. G. *et al.* **Café conilon**: técnicas de produção com variedades melhoradas.Vitória: Incaper, (Circular Técnica, 03-1), 2004. 60 p.

GRÃO GOURMET. **Qual a diferença entre café natural, descascado e despolpado?** 10 mar. 2016. Disponível em: https://goo.gl/2pX8e4. Acesso em: 25 mar. 2019.

LANI, J. A. *et al.* Preparo, manejo e conservação do solo. In: FERRÃO, R. G.; *et al.* (Org.). **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 281-295.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 474.

MARCOLAN, A. L.; *et al*. **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

MATIELLO, E. M. *et al.* Produção de matéria seca, crescimento radicular e absorção de cálcio, fósforo e alumínio por *Coffea canephora* e *Coffea arábica* sob influência da atividade do alumínio em solução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32. n. 1, p. 425-434, 2008.

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. A poda em cafezais. **Revista de tecnologia cafeeira**, Varginha, ano 4, n. 11, jan./abr. 2007.

MATIELLO, J. B. *et al.* **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Varginha, MG: Bom Pastor, 2005.

MEIRELES, E. J. L. *et al.* **Fenologia do Cafeeiro:** condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004–2005. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 128.

MESQUITA, C. M. de *et al*. **Manual do café:** colheita e preparo (Coffea arábica L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. Disponível em: https://goo.gl/A7s8Tg. Acesso em: 7 mar. 2019.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

SAKIYAMA, N. S. *et al.* **Café arábica:** do plantio a colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.

SILVA, C. F. *et al.* Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (Coffea arabica) fermentation. **Food Microbiology**, Inglaterra, v. 25, p. 951 - 957, jul. 2008.

SILVA, S. de O. *et al*. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevíleas. **Coffee Science**, Lavras, MG, v. 1, n. 2, p. 126 –134, jul./dez., 2006.

SOUZA, J. C. de; SILVA, R. A. Importância do monitoramento da broca-do-café durante toda a safra de frutos. **Circular Técnica**, n. 247, p. 3, nov. 2016. Disponível: https://goo.gl/A8argK. Acesso em: 37 mar. 2019.

THOMAZIELLO, R. A. Uso da poda no cafeeiro: por que, quando e tipos utilizados. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 33 - 36, jan./jun. 2013.

VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia.** 3. ed. rev. atual. Porto Velho: Embrapa Rondônia, (Embrapa Rondônia. Sistema de produção, 33), 2009. 67 p.

VERDIN FILHO, A. C. *et al.* Desenvolvimento vegetativo do café conilon conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de plantio. *In*.: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá, MG. **Anais**... Brasília, DF: Embrapa Café, 2011.

VILELA, D. M. *et al.*. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (Coffea arabica L.). **Food Microbiology**, Inglaterra, v. 27, p. 1128-1135, 2010.

ISBN 978-1-56581-231-4