



Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar

João Paulo Nunes da Silva
Maria Regina Nunes da Silva



Inhumas - GO
2012

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Este Caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas e a Universidade Federal de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas

Reitor
Paulo César Pereira/IFG-Inhumas

Diretor Geral
Cleiton José da Silva/IFG-Inhumas

Coordenação Institucional
Daniel Aldo Soares/IFG-Inhumas

Professor-autor
João Paulo Nunes da Silva/IFG-Inhumas
Maria Regina Nunes da Silva/IFG-Inhumas

Equipe Técnica
Renata Luiza da Costa/IFG-Inhumas
Rodrigo Cândido Borges/IFG-Inhumas
Shirley Carmem da Silva/IFG-Inhumas
Viviane Margarida Gomes/IFG-Inhumas

Comissão de Acompanhamento e Validação Colégio Técnico Industrial de Santa Maria/CTISM

Coordenador Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação Técnica
Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM
Francine Netto Martins Tadielo/CTISM
Marcia Migliore Freo/CTISM
Mônica Paliarini/CTISM

Revisão Textual
Daiane Siveris/CTISM
Lourdes Maria Grotto de Moura/CTISM
Vera Maria Oliveira/CTISM

Revisão Técnica
Maria Isabel da Silva Aude/UFSM

Diagramação
Leandro Felipe Aguilár Freitas/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Maria Aparecida Rodrigues de Souza, CRB 1/1497, e Riquelma de Sousa de Jesus, CRB 1/2349, bibliotecárias do IFG - Campus Inhumas

S586n **Silva, João Paulo Nunes da**
Noções da cultura da cana-de-açúcar/ João Paulo Nunes da Silva, Maria Regina Nunes da Silva. – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012
105 p. : il. ; 21
Bibliografia.

Caderno elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas e a Universidade Federal de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil.

1. Cana-de-açúcar - Cultura. 2. Produção de álcool - Brasil. 3. Silva, Maria Regina Nunes da. I. Título.

CDD 633.61

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro de 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria do Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade e ao promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes dos grandes centros geográfica e ou economicamente.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino, e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e da educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Origem, regiões produtoras, produção/produktividade e importância econômica	15
1.1 Uma breve história da cana-de-açúcar.....	15
1.2 Regiões produtoras.....	16
1.3 Produtividade das lavouras.....	17
1.4 Importância econômica.....	18
Aula 2 – Estudo da planta	21
2.1 Classificação.....	21
2.2 Características das espécies.....	22
2.3 Variedades comerciais de cana-de-açúcar.....	23
2.4 Morfologia.....	23
Aula 3 – Ecofisiologia	31
3.1 A cana-planta e a cana-soca.....	32
Aula 4 – Propagação comercial da cana-de-açúcar e fatores que afetam o ciclo	39
4.1 Propagação comercial da cana-de-açúcar.....	39
4.2 Fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar.....	45
Aula 5 – Colheita e processamento	49
5.1 Colheita.....	49
5.2 Processamento da cana-de-açúcar.....	55
Aula 6 – Planejamento e instalação da cultura	59
6.1 Planejamento.....	59
6.2 Instalação da cultura.....	65
Aula 7 – Plantio, nutrição e irrigação	73
7.1 Plantio.....	73

7.2 Nutrição mineral.....	77
7.3 Irrigação.....	86
Aula 8 – Parâmetros de qualidade da cana-de-açúcar.....	97
8.1 Qualidade da cana-de-açúcar.....	97
8.2 Importância da qualidade da cana para a eficiência industrial...	100
Referências.....	102
Currículo do professor-autor.....	105

Palavra do professor-autor

Caro estudante

A cana-de-açúcar e seus produtos, introduzida logo nos primeiros anos de colonização, ainda ocupam importante lugar na pauta de nossas exportações. Na década de 70 surgiu o Proálcool (Programa Nacional do Álcool) com o objetivo de estimular a produção do álcool. Com o aumento da procura, expandiu-se a oferta de matérias-primas.

E essa demanda continua a aumentar. Segundo estatísticas sobre o assunto, a cultura da cana-de-açúcar tem crescido em média 9% ao ano no Brasil. Essa cultura é considerada uma das mais importantes do mundo tropical, gerando centenas de milhares de empregos diretos no país, sendo uma importante fonte de renda e desenvolvimento

Neste curso é oferecido a você, aluno, uma oportunidade única de estudar à distância, contando com uma equipe de professores qualificados e com conteúdos didáticos e de fácil acesso.

Você poderá contar ainda com ferramentas para uso educacional e de pesquisa como referências bibliográficas, os *links* para textos e os *sites* relacionados com o assunto.

Estamos contentes pela sua participação nesse curso. Certamente você irá colaborar para o crescimento, em qualidade, de um mercado em franca expansão. Portanto, seja bem-vindo(a), a oportunidade chegou!

João Paulo Nunes da Silva e Maria Regina Nunes da Silva



Apresentação da disciplina

Esse caderno de estudos foi elaborado com o intuito de apresentar as noções da cultura da cana-de-açúcar, desde sua origem, sua importância, passando pela morfologia da planta, plantio, colheita e planejamentos da cultura, importantes conceitos à instalação da cultura e conhecimento da planta e métodos de produção de açúcar e álcool. Com o intuito de ajudar o aluno, o material foi dividido em aulas, facilitando assim o seu estudo.

O modelo didático da oferta desta disciplina será da forma de módulo, ou seja, serão ministradas 2 outras disciplinas concomitantes a esta, todas inseridas no Módulo II deste curso.



Projeto instrucional

Disciplina: Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar (carga horária: 60h).

Ementa: Origem, regiões produtoras, rendimento das lavouras, importância econômica. Estudo da planta. Ecofisiologia. Planejamento e instalação da cultura. Nutrição mineral, calagem e adubação da cana. Tratos culturais da cana-planta e cana-soca. Colheita e sistemas de produção. Parâmetros da qualidade da cana-de-açúcar para o processamento de açúcar e álcool.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Origem, regiões produtoras, produção/productividade e importância econômica	Conhecer a origem e o caminho da cana-de-açúcar. Ambientar-se espacialmente quanto as principais regiões produtoras no Brasil. Compreender o conceito de produtividade. Conhecer a importância econômica da cultura da cana-de-açúcar no país.	Ambiente virtual. Apostila didática. Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.	05
2. Estudo da planta	Conhecer as espécies de cana-de-açúcar e suas características. Conhecer a metodologia da nomenclatura das variedades comerciais. Conhecer as partes da planta e suas características e identificar os tipos mais comuns morfológicamente.	Ambiente virtual. Apostila didática. Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.	10
3. Ecofisiologia	Conhecer a ecofisiologia da cana-de-açúcar. Saber os objetivos básicos do processo canavieiro. Saber as diferenças entre cana-planta e cana-soca. Conhecer os estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar.	Ambiente virtual. Apostila didática. Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.	05
4. Propagação comercial da cana-de-açúcar e fatores que afetam o ciclo	Conhecer como se dá a propagação comercial da cana-de-açúcar desde o plantio até a maturação dos colmos. Ter contato com os fatores que influenciam o ciclo da cana-de-açúcar.	Ambiente virtual. Apostila didática. Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.	10
5. Colheita e processamento	Conhecer os principais tipos de colheitas e suas características. Conhecer o processo da cana-de-açúcar para a fabricação do açúcar e do álcool.	Ambiente virtual. Apostila didática. Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.	05

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
6. Planejamento e instalação da cultura	<p>Conhecer os mais variados tipos de planejamento e sua sequência.</p> <p>Saber como se dá a instalação da cultura da cana-de-açúcar e sua sequência.</p> <p>Ter contato com equipamentos usados no planejamento e instalação da cultura.</p>	<p>Ambiente virtual.</p> <p>Apostila didática.</p> <p>Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.</p>	10
7. Plantio, nutrição e irrigação	<p>Saber em que época se dá o plantio, a sequência de preparo de solo e plantio.</p> <p>Conhecer equipamentos para aspersão de insumos e de preparo do solo.</p> <p>Saber quais são os principais nutrientes e para que são utilizados em uma cultura de cana-de-açúcar.</p> <p>Identificar os vários tipos de irrigação e suas características.</p>	<p>Ambiente virtual.</p> <p>Apostila didática.</p> <p>Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.</p>	10
8. Parâmetros de qualidade da cana-de-açúcar	<p>Conhecer os parâmetros usados para analisar a qualidade da cana-de-açúcar.</p>	<p>Ambiente virtual.</p> <p>Apostila didática.</p> <p>Recursos de apoio: links, exercícios, textos complementares, videoconferência.</p>	05

Aula 1 – Origem, regiões produtoras, produção/produktividade e importância econômica

Objetivos

Conhecer a origem e o caminho da cana-de-açúcar.

Ambientar-se espacialmente quanto as principais regiões produtoras no Brasil.

Compreender o conceito de produtividade.

Conhecer a importância econômica da cultura da cana-de-açúcar no país.

1.1 Uma breve história da cana-de-açúcar

A origem da cana-de-açúcar é assunto controverso. A teoria mais aceita da sua origem considera que ela seja nativa das ilhas do Arquipélago da Polinésia. Posteriormente foi levada ao sul da Ásia. Durante a antiguidade o açúcar não passava de uma especiaria exótica, utilizada como tempero ou na medicina. O preparo de alimentos adocicados era feito com mel de abelhas.

O termo sânscrito *sarkara* deu origem a todas as versões da palavra açúcar nas línguas indo-européias: *sukkar* em árabe, *saccharum* em latim, *zuccher* em italiano, *seker* em turco, *zucker* em alemão, *sugar* em inglês.

Os árabes foram os responsáveis pela propagação das culturas de cana no norte da África e sul da Europa. Os chineses, nesse mesmo período, levaram a cultura da cana para Java e Filipinas. Com as conquistas árabes no Ocidente, foi disseminado o cultivo da cana-de-açúcar nas margens do mar Mediterrâneo, a partir do século VIII.

Típicas de climas tropicais e subtropicais, a planta não correspondeu às expectativas em terras europeias. Com a região mediterrânea constantemente em guerra, procurou-se dessa planta em outros lugares. Daí vieram culturas nas ilhas da Madeira, implantadas pelos portugueses e nas Canárias, pelos espanhóis.

Mas foi na América que a cana-de-açúcar encontrou excelência em seu desenvolvimento. Depois que Colombo levou as primeiras mudas para São Domingo, as lavouras se estenderam para Cuba e para outras ilhas do Caribe, sendo levadas mudas, posteriormente, para as Américas Central e do Sul por outros navegantes.

Com o cultivo das primeiras mudas de cana oriundas da Ilha da Madeira, Martim Afonso de Souza, em 1533, fundou na Capitania de São Vicente, próximo à cidade de Santos, no estado de São Paulo, o primeiro engenho para produzir açúcar, com o nome de São Jorge dos Erasmos.

Novas pequenas plantações de cana foram introduzidas em várias regiões do litoral brasileiro, passando o açúcar a ser produzido nos Estados de Pernambuco, Rio de Janeiro, Bahia, Espírito Santo, Sergipe e Alagoas. De todas essas regiões, a que mais se desenvolveu foi a de Pernambuco, chegando a ter em fins do século XVI cerca de 66 engenhos. Nessa época, na Europa, o açúcar era um produto tão cobiçado que foi apelidado de “ouro branco”, tal era a riqueza que gerava.

1.2 Regiões produtoras

A produção de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil. Na Figura 1.1 mostra o mapa do Brasil as áreas onde se concentram as plantações e usinas produtoras de açúcar, etanol e bioeletricidade.

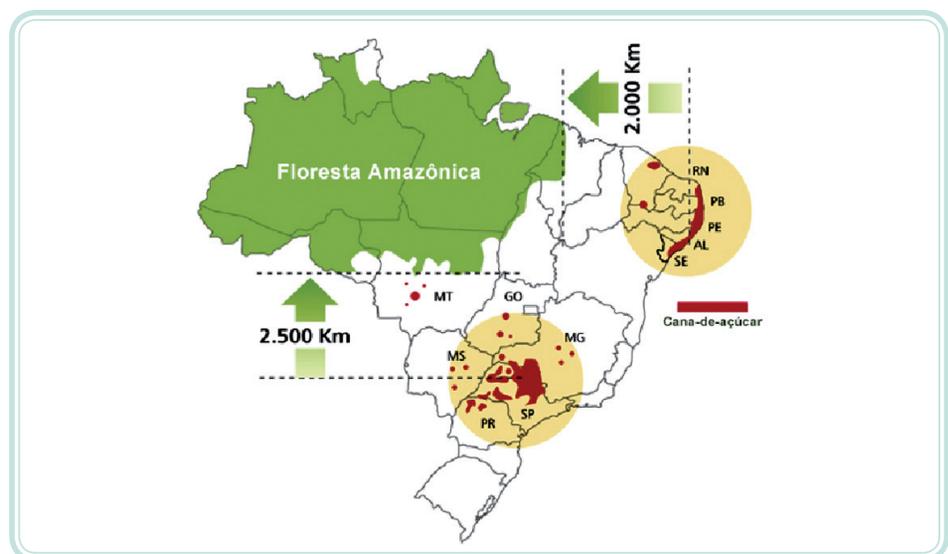


Figura 1.1: Áreas de plantio de cana-de-açúcar, usinas de álcool e de açúcar no país
Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC

Como se vê, o estado, de São Paulo é onde se concentram a maior parte das usinas e as maiores áreas de plantio de cana-de-açúcar. E também maior produtor nacional, responsável por quase 60% da cana-de-açúcar brasileira. A Tabela 1.1 mostra os 10 principais municípios produtores de cana-de-açúcar, em 2007.

Repare a hegemonia de São Paulo. Só um município, dentre os 10 maiores produtores, não é paulista.

Tabela 1.1: Dez principais municípios produtores de cana-de-açúcar no Brasil, em 2007

UF	Município	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade colhida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor da produção (1.000 R\$)
SP	Morro Agudo	93.000	93.000	7.626.000	82.000	266.910
SP	Guaira	51.000	51.000	5.100.000	100.000	142.800
SP	Miguelópolis	47.000	47.000	4.700.000	100.000	164.500
SP	Barretos	50.890	50.890	4.580.100	90.000	128.243
SP	Paraguaçu Paulista	54.000	54.000	4.320.000	80.000	142.560
SP	Piracicaba	48.000	48.000	3.840.000	80.000	122.880
SP	Batatais	44.250	44.250	3.757.500	84.915	135.270
SP	Guararapes	41.500	41.500	3.735.000	90.000	130.725
MT	Barra do Bugres	44.134	44.134	3.654.383	82.802	153.484
SP	Ituverava	40.000	40.000	3.600.000	90.000	126.000

Fonte: IBGE

1.3 Produtividade das lavouras

Produtividade é o coeficiente da quantidade em massa (em quilos ou toneladas) de cana-de-açúcar dividido pela área plantada em hectares (ha). Quanto maior for o resultado dessa conta, maior será a produtividade. Por exemplo, comparando-se os dois maiores municípios produtores de cana-de-açúcar, contidos na Tabela 1.1. Morro Agudo, apesar de ter maior área plantada/colhida que Guaira, este tem maior rendimento, pois tem maior quantidade de cana-de-açúcar plantada em menos espaço em comparação ao município de Morro Agudo.

Para uma região ser produtiva, eficiente em seu plantio e colheita em um certo espaço de terra, há muitos fatores envolvidos, como a mecanização ou colheita manual, o tipo de solo, o tipo de relevo, os tipos e quantidades de insumos usados para adubação, a irrigação, a espécie de cana-de-açúcar plantada, o clima naquele ano, a logística da empresa, etc.

Por isso, em síntese, a produtividade das lavouras se dá pelo estudo dos fatores abiótico (clima, solo, relevo, etc.) em conjunto com o biótico (espécie da planta apropriada, o combate às pragas, a época de colheita, etc.) somados à logística da empresa.

A Tabela 1.2 mostra um panorama no Brasil, por região, a área plantada, a produção e a produtividade, em 2008, de cana-de-açúcar.

Tabela 1.2: Área plantada e produção do setor sucroalcooleiro, safra 2008			
Região	Área (em mil ha)	Produção (em mil t)	Produtividade (t/ha)
Norte	20,6	1348,6	65,5
Nordeste	1027,3	67868,0	66,1
Centro-oeste	900,8	66510,1	73,8
Sudeste	4540,1	392605,7	86,5
Sul	511,4	43038,3	84,2
Norte/Nordeste	1057,9	69216,6	65,4
Centro/Sul	5952,3	502154,1	84,4
Brasil	7010,2	571370,7	81,5

Fonte: Adaptado de CONAB, dezembro 2008

1.4 Importância econômica

A agroindústria sucroalcooleira é um dos principais segmentos econômicos a colaborar com o dinamismo da economia brasileira neste período inicial do século XXI. Mantém participação acima de 30% no mercado internacional de açúcar, com receita de mais de US\$ 2,64 bilhões em divisas em 2004.

É uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo tropical, gerando centenas de milhares de empregos diretos. É uma importante fonte de renda e desenvolvimento. O interior paulista, principal produtor mundial de cana-de-açúcar, é uma das regiões mais desenvolvidas do Brasil, com elevados índices de desenvolvimento urbano e renda per capita muito acima da média nacional.

Essa cultura também possibilitou ao Brasil ser um dos dois países maiores produtores de álcool, com exportações de 2,2 bilhões de litros em 2004, US\$ 520 milhões. Na safra 2004/05, a cana-de-açúcar destinadas à indústria ocupou 3,52 milhões de hectares em São Paulo e produziu 244,5 milhões de toneladas. Isso significa a geração de demanda de 247 mil postos de trabalho somente na atividade agrícola, considerando a estimativa de 7,01 ocupações a cada 100 hectares, algo equivalente a 23% da população trabalhadora na agricultura paulista em 2004, ou 1,058 milhão de pessoas. (BAPTISTELLA, et al, 2005). O setor conta também, com o surgimento de novo mercado representado pela utilização de álcool na produção de biocombustível, em substituição ao derivado de petróleo. Complementarmente à cogeração de energia via bagaço de cana, ainda pode aproveitar-se das oportunidades criadas no Protocolo de Kyoto, com o mercado de carbono.



Para saber mais sobre bio combustíveis acesse: <http://www.anp.gov.br/?id=470>

O Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar é um dos mais antigos do país, estando ligado aos seus principais eventos históricos. É de grande importância na geração de empregos e movimenta cerca de 2% do PIB brasileiro. Em 1997/98, o Brasil foi o maior produtor mundial de cana, o maior produtor e consumidor de álcool e o maior produtor e exportador de açúcar.

A quantidade de cana-de-açúcar plantada e a eficiência da quantidade produzida têm crescido no Brasil. (Figura 1.2)

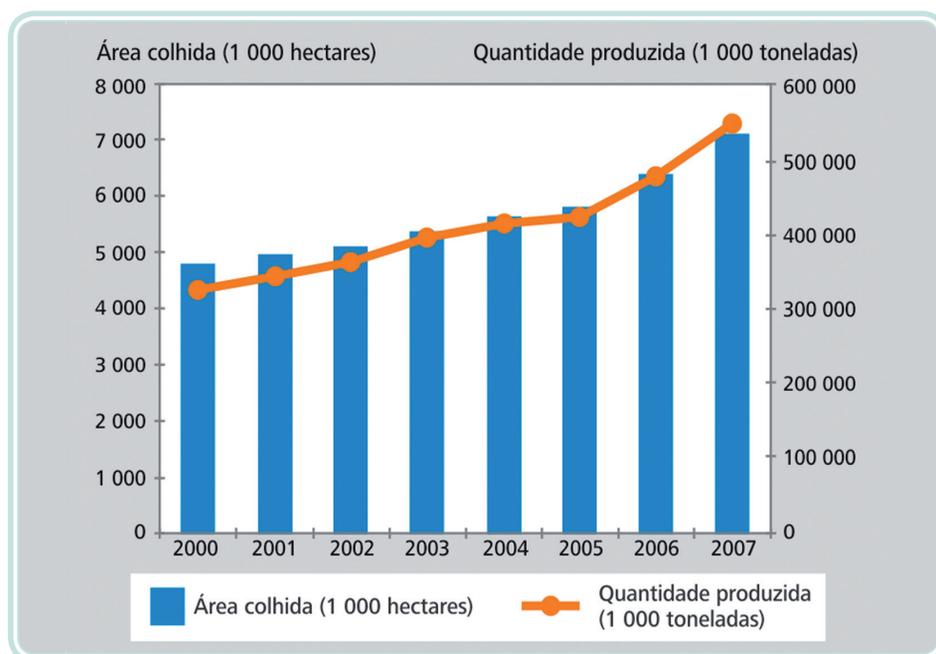


Figura 1.2: Área colhida e quantidade produzida de cana-de-açúcar no Brasil de 2000 à 2007
 Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal, 2000-2007

Resumo

A cana-de-açúcar tem sua origem, pela teoria mais aceita, na Polinésia, com sua propagação feita pelos árabes.

A cultura se adaptou muito bem nas Américas, por ser típica de climas tropicais e subtropicais.

No Brasil teve a Capitania de São Vicente (litoral paulista) como pioneira a ser plantada. Seguiu-se por pequenas plantações no litoral do país. Principal localidade em que a cana-de-açúcar se desenvolveu foi em Pernambuco.

Hoje a produção de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor e o qual tem maior área plantada da cultura.

As indústrias de cana-de-açúcar visam o lucro, tentando minimizar as perdas no processo e aumentar a quantidade de cana plantada por área, isto é, aumentar sua produtividade. Produtividade é o coeficiente da quantidade em massa (em quilos ou toneladas) de cana-de-açúcar dividido pela área plantada em hectares (ha).

A agroindústria sucroalcooleira é um dos principais segmentos econômicos a colaborar com o dinamismo da economia do país com a participação acima de 30% no mercado internacional de açúcar. Em relação ao álcool, nas exportações de 2004, de 2,2 bilhões de litros, com o emprego de ou 1,058 milhão de pessoas, só na agricultura paulista, no mesmo ano.



Atividades de aprendizagem

1. Quais as principais regiões de plantio e processamento de cana-de-açúcar no Brasil?
2. Qual a diferença entre produção e produtividade?
3. Cite três benefícios que a lavoura da cana-de-açúcar oferece.

Aula 2 – Estudo da planta

Objetivos

Conhecer as espécies de cana-de-açúcar e suas características.

Conhecer a metodologia da nomenclatura das variedades comerciais.

Conhecer as partes da planta e suas características e identificar os tipos mais comuns morfologicamente.

A cana-de-açúcar é uma planta da família *Poaceae*, representada pelo milho, sorgo, arroz e muitas outras gramíneas. As principais características dessa família são a forma da inflorescência (espiga), o crescimento do caule em colmos, e as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta.



2.1 Classificação

A cana-de-açúcar está classificada dessa maneira:

Divisão – *Magnoliophyta*

Classe – *Liliopsida*

Ordem – *Graminales*

Família – *Poaceae*

Gênero – *Saccharum*

Espécies – *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis*, *Saccharum barbiri* e *Saccharum robustum*.

2.2 Características das espécies

Saccharum officinarum – esta espécie é constituída pelas chamadas canas nobres. Apresenta alto teor de açúcar e baixa porcentagem de fibra. São consideradas canas tropicais, por seus colmos grossos (3,5 cm ou mais de diâmetro) e o sistema radicular reduzido e superficial. São exigentes quanto ao clima e ao solo e são suscetíveis a doenças como o mosaico e *sereh* e resistentes a inúmeras outras, segundo Iaiá (2009) os genótipos mais conhecidos dessa espécie e que foram as mais plantadas no Brasil são conhecidas como: Riscada, Roxa, Cristalina, Manteiga, Caiana e Preta.

Saccharum spontaneum – esta espécie é conhecida como cana dita selvagem. Possui colmos curtos e muito finos (máximo 1,5 cm de diâmetro), perfilha abundantemente e com alto teor de fibras, não possuindo, portanto valor industrial. O sistema radicular é bem desenvolvido e vegeta bem, mesmo em situações adversas. Devidos às suas características de vigor, rusticidade e resistência a pragas e doenças tem dado boa contribuição aos programas de melhoramento.

Saccharum simensis – esta espécie engloba as variedades de canas conhecidas como chinesas ou japonesas. Seu sistema radicular é bem desenvolvido, vegetando bem em solos pobres e secos. As variedades pertencentes a esta espécie possuem colmos finos (1,8 a 2,2 cm de diâmetro), compridos (até 5 metros de altura), com baixo teor de açúcar, e com internódios alongados e fibrosos. Segundo Cesnik & Miocque (2004), seu biótipo característico é a cana Ubá, cultivada na China Continental e em Formosa, a qual é diferente da cana Ubá ou cana Flecha encontrada no Brasil, pertencente ao gênero *Cynerium*.

Saccharum barberi – esta espécie é conhecida como canas indianas, devido a sua origem. São amplamente utilizadas nos programas de melhoramento na Ilha de Java. É constituída por variedades precoces, com alto teor médio de sacarose, alta porcentagem de fibra, é resistente ao frio e suscetível ao mosaico.

Saccharum robustum – esta espécie se caracteriza por apresentar um grande crescimento com colmos de até 10 metros de altura, com baixo teor de sacarose e alta porcentagem de fibras e é utilizada até como cerca viva. São canas selvagens que se adaptam às inúmeras condições ambientais, mas são suscetíveis ao mosaico. As variedades cultivadas comercialmente são um complexo de *Saccharum* provenientes de um cruzamento inicial e interespecífico dos gêneros *Saccharum*, *Ripidium sclerostachy*, sendo as variedades gigantes da nova Guiné suas representantes típicas.

2.3 Variedades comerciais de cana-de-açúcar

Os primeiros programas de melhoramento de cana-de-açúcar no Brasil utilizavam frequentemente, para os cruzamentos, variedades introduzidas de outros países. Após o desenvolvimento de variedades nacionais, começou-se também a utilizá-las nos cruzamentos.

Os híbridos atuais recebem uma nomenclatura com letras e números onde é informada a instituição que realizou o cruzamento e seleção, o ano do cruzamento e o número de série do clone. As letras indicam a sigla da instituição, os dois primeiros números o ano do cruzamento e os demais, o número específico do clone. A sigla deve ser registrada no *Germ Plasm Committee of International Society of Sugar Cane Technologists*.

Assim a variedade comercial SP79-1011 é uma variedade desenvolvida pela Copersucar (SP), ano de cruzamento 1979, cujo clone é identificado pelo número 1011, selecionada na estação de Jaú, SP. A sigla RB (República Federativa do Brasil) foi registrada no *Germ Plasm Committee of International Society of Sugar Cane Technologists* e sua nomeação é RB seguida de números, sendo os dois primeiros, o ano em que se procedeu ao cruzamento, e os demais, o número do clone, não havendo espaço nem traço entre as letras e os números.

Assim, a variedade comercial RB92579 é uma variedade desenvolvida pela RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro) ano de cruzamento 1992, o número do clone é 579.

No Brasil, temos ainda as variedades comerciais desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, cuja sigla é IAC; pela estação experimental de Campos, RJ, cuja sigla é CB (Campos Brasil); pelo Centro de Tecnologia Canavieira, cuja sigla é CTC.

2.4 Morfologia

A cana-de-açúcar é da ordem das gramíneas. Desenvolve-se em forma de touceira (moita). A parte aérea é formada por colmos, caule típico das gramíneas, folhas, inflorescências (conjunto de flores arrançadas em haste) e frutos. A parte subterrânea por raízes e rizomas (caules subterrâneos, espessos e ricos em reserva nutritiva, providos de nós e entrenós e que crescem horizontalmente).

Raízes – as raízes são fasciculadas ou em cabeleira, podendo atingir até 4 m de profundidade sendo que, 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm e, aproximadamente, 60% entre os primeiros 20-30 cm de profundidade, havendo diferenças entre as variedades.

Os rizomas são constituídos por nódios ou nós, internódios ou entrenós e gemas, as quais são responsáveis pela formação dos perfilhos da touceira. As novas touceiras da soca ou ressoça se originam dos rizomas que brotarão após a colheita.

Colmo – o colmo é o caule das gramíneas. É caracterizado por nós bem marcados e entrenós distintos e fica acima do solo. O colmo é responsável pela sustentação das folhas e das panículas e seu porte pode ser ereto, semiereto ou decumbente, dependendo da idade da planta.



Figura 2.1: Touceira com vários colmos na época de colheita (maduros)

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Nó – chamados também de nódios ou região nodal. É uma região muito importante para a descrição das variedades de cana-de-açúcar, pois contém a gema, o anel de crescimento, a cicatriz foliar e a zona radicular, bastante variável entre os tipos de cana (Figura 2.2).



Figura 2.2: Exemplo de gema tipo oval alongada

Fonte: www.ctcanavieira.com.br

Gema – a gema caracteriza a definição das variedades. Além de reentrâncias, a gema possui um poro germinativo que, ao germinar, emite um broto, dando origem a um novo colmo.

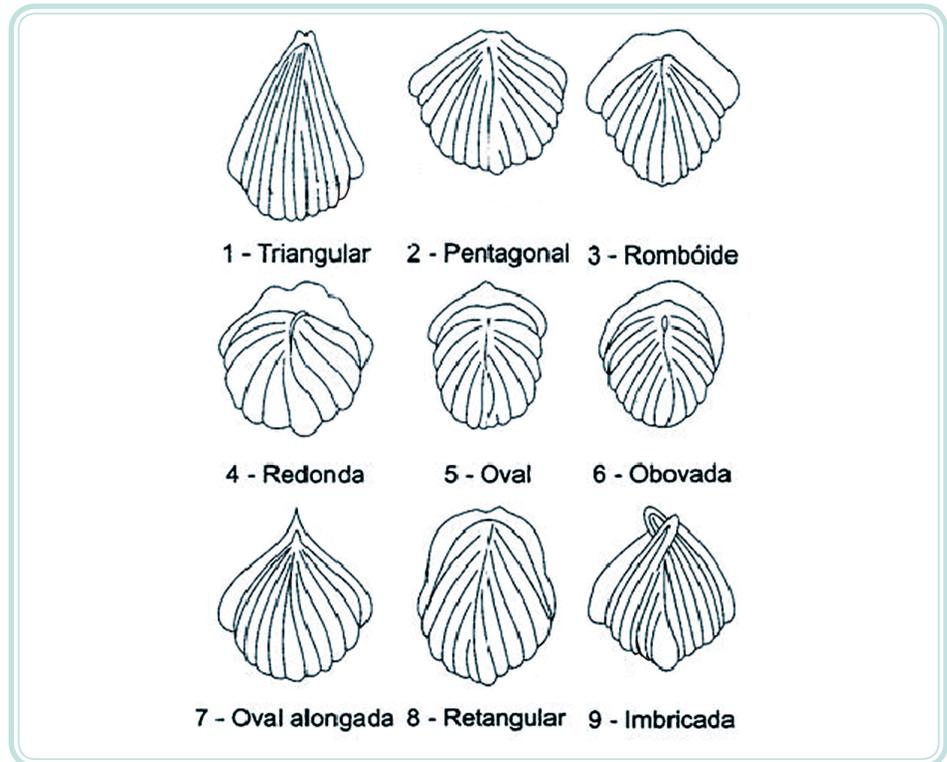


Figura 2.3: Tipos de gemas algumas delas apresentando asas

Fonte: Cesnik & Miocque, 2004

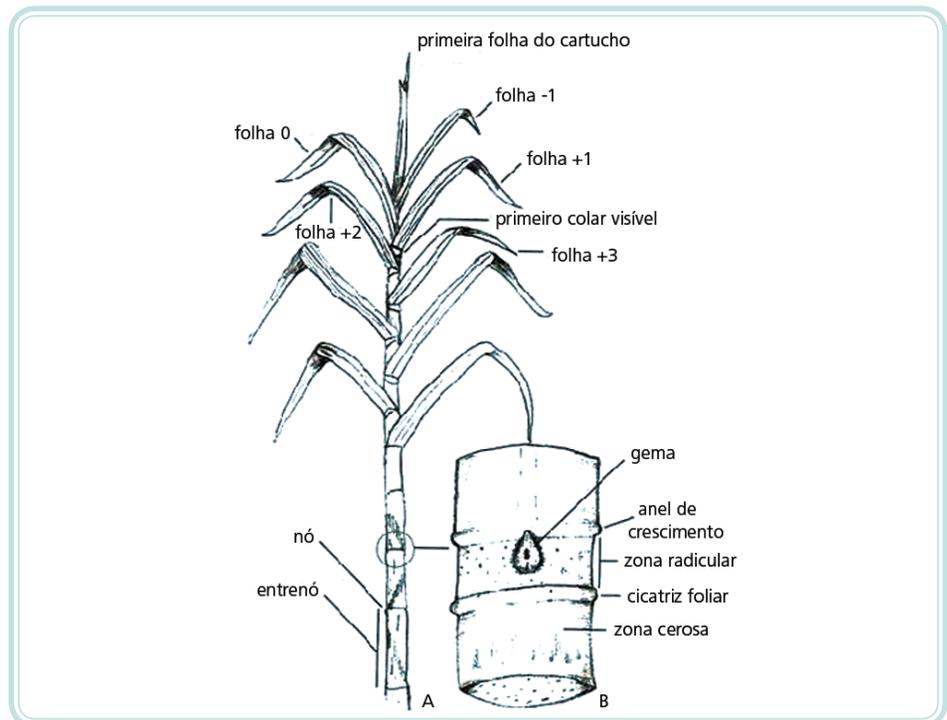


Figura 2.4: (A) Disposição das folhas, localização do nó e do entrenó no colmo e (B) detalhes das estruturas contidas no nó

Fonte: Segato, S. V. et al, 2006

Anel de crescimento – situa-se na base do interno e difere das demais partes do colmo pela coloração. Variam de tamanho e de formato.

Cicatriz foliar – é a base da bainha da folha quando se destaca do colmo.

Zona radicular – a zona radicular é a região que abriga a gema e os primórdios radiculares. Ao germinar, a planta de cana-de-açúcar emite pontos de primórdios radiculares esbranquiçados, com ponto no centro lilás ou marrom. Esse será as raízes da nova planta.

Internódio ou entrenó – é a parte do colmo que se situa entre dois nódios, apresentando-se de várias formas, a saber: cilíndrica, em carretel, conoidal, obconoidal, tumescente ou ainda em barril (Figura 2.5).

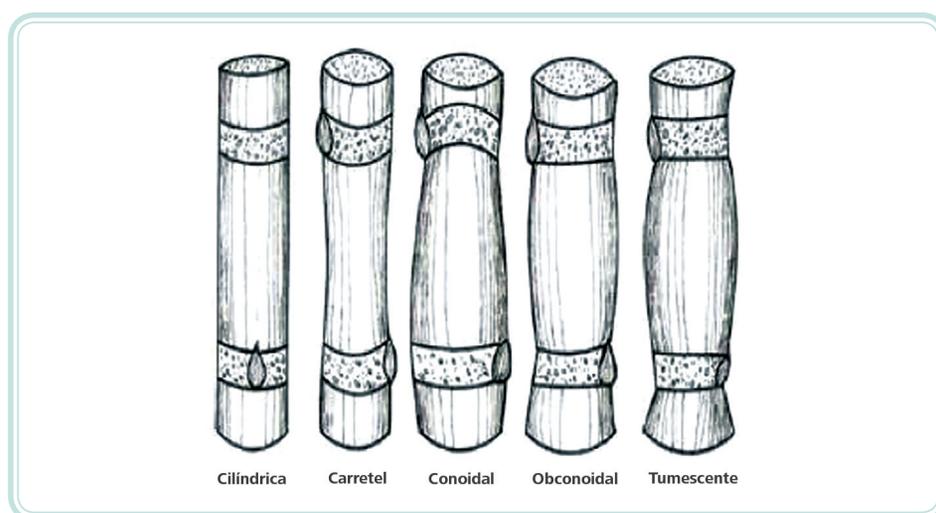


Figura 2.5: Tipos de entrenós

Fonte: Cesnik & Miocque, 2004

Cada uma dessas formas pode se apresentar com formato reto, curvado ou em ziguezague em relação ao colmo. O diâmetro do internódio pode medir menos de 2 cm, ou estar entre 2 e 3 cm, ou ter mais de 3 cm. É portanto, denominado, respectivamente, de internódios de diâmetro fino, médio e grosso. Essa estrutura pode ainda conter rachaduras, as quais variam em tamanho e profundidade dependendo da variedade e também pode conter ranhura na gema.

A exposição ao sol pode modificar a cor da casca do internódio podendo mostrar-se com coloração do amarelo ao vermelho, e a polpa pode ser branca, verde, creme ou castanha. Abaixo da cicatriz foliar situa-se a região cerosa mais espessa do internódio, a qual se denomina de distinto ou indistinto.

Folha – a folha completa da cana-de-açúcar é constituída pela lâmina foliar, bainha e colar. Ao longo de todo o colmo, especificamente na região nodal, a folha é ligada a ele, onde forma duas fileiras opostas e alternadas.

Lâmina foliar – as características morfológicas da lâmina foliar da cana-de-açúcar são variáveis, podendo ser ereta e rígida, ou flácida e arqueada, com ou sem manchas, sardas e pelos. O comprimento, a largura e a cor são variáveis de acordo com a variedade e com as condições do meio ambiente em que a cana está se desenvolvendo. A lâmina foliar pode ser ereta até o topo, dobrada ou curvada próximo ao topo e curvada em sua altura média, com a borda toda serrilhada.

Bainha – a bainha é a parte da folha compreendida entre o colmo e a borda inferior da lâmina, ou seja, é o ponto de ligação da lâmina na região nodal. É tão desenvolvida que abraça por completo o colmo.

Inflorescência – a inflorescência típica da cana-de-açúcar é uma panícula aberta, denominada bandeira ou flecha (Figura 2.6).

As flores muito pequenas formam espigas florais agrupadas em panículas e rodeadas por longas fibras sedosas, congregando-se em enormes pendões terminais de coloração cinza-prateada.

É formada por um eixo principal, a raque, de onde se originará ramificações secundárias e terciárias. Em cada espiguetta encontra-se uma flor que produzirá um fruto.



Figura 2.6: Cana-de-açúcar em inflorescência

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Flor – a flor da cana-de-açúcar é hermafrodita. O órgão feminino (gineceu) é constituído por um ovário. Na extremidade superior do ovário encontram-se dois pistilos e dois estigmas plumosos de coloração vermelho-arroxeadada.

O órgão masculino da flor (androceu) é constituído por três estames e anteras de coloração amarelada ou arroxeadas, dependendo da variedade, e nas anteras estão os grãos de pólen.

Frutos – o fruto, resultante da fecundação da flor de cana-de-açúcar tem dimensões aproximadas de 1,5 x 0,5 mm, apresentando uma depressão na região do embrião.

Resumo

A cana-de-açúcar é da família das gramíneas (*poaceae*) que tem como características a forma da inflorescência em espiga, o crescimento do caule em colmos, as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e com bainha aberta.

As principais espécies estudadas no cultivo são: *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis*, *Saccharum barbiri* e *Saccharum robustum*.

As partes da cana-de-açúcar são: raízes, colmo, folha, nó, gema, entrenó, inflorescência, flor e fruto.

Atividades de aprendizagem

1. Quais são as partes da cana-de-açúcar?
2. Quais são os tipos de gemas e quais são os tipos de entrenós?
3. Ao moer a cana-de-açúcar temos a garapa. Em que parte da planta está armazenada a garapa?



Aula 3 – Ecofisiologia

Objetivos

- Conhecer a ecofisiologia da cana-de-açúcar.
- Saber os objetivos básicos do processo canavieiro.
- Saber as diferenças entre cana-planta e cana-soca.
- Conhecer os estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Uma planta em seu *habitat* natural apresenta características relativas ao seu desenvolvimento e produção final, e quando é levada para um ambiente com condições climáticas diferentes, essa característica podem ser modificadas. Daí a necessidade do conhecimento de comportamento de cada variedade de cana-de-açúcar em determinada região produtora, considerando os fenômenos periódicos das plantas e suas relações com as condições do ambiente, tais como temperatura, luz, umidade, etc.

Como a maioria das gramíneas (*poaceae*), a cana-de-açúcar é uma planta que apresenta uma grande taxa fotossintética e eficiência na utilização de CO₂ (gás carbônico) da atmosfera, mesmo que este gás esteja em baixas concentrações.

A cana-de-açúcar é adaptada às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas, e a umidade do solo é importante principalmente durante sua fase de crescimento, já que a cultura necessita de grandes quantidades de água para suprir as suas necessidades hídricas, uma vez que somente 30% de seu peso é representado pela matéria seca e, 70% pela água. Sua capacidade em absorver água pelas folhas é maior do que em qualquer outra planta de sua família. No entanto, são as raízes, através dos seus pêlos absorventes, as responsáveis pela maior quantidade de absorção de água. O orvalho da madrugada e os chuviscos, que não chegam a atingir o solo, são absorvidos por suas folhas.



Para saber mais sobre a fotossíntese acesse:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fotoss%C3%ADntese>

A cana é uma espécie, portanto, ideal para cultivo em regiões tropicais. A temperatura mínima para o desenvolvimento da planta é em torno de 20°C e máxima de 38°C. (BACCHI, 1985).

No entanto, o conhecimento do ciclo da cultura é importante para melhor manejá-la, pois se sabe que qualquer produção vegetal que vise à máxima produtividade econômica, fundamenta-se na interação de três fatores: a planta, o ambiente de produção e o manejo.

O processo produtivo canavieiro visa a três objetivos básicos:

- **Produtividade** – alta produção de fitomassa por unidade de área, isto é, elevado rendimento agrícola de colmos industrializáveis onde a sacarose é armazenada.
- **Qualidade** – riqueza em açúcar dos colmos industrializáveis, caracterizando matéria-prima de qualidade. Quando associada à produtividade, reflete-se na produção por unidade de área.
- **Longevidade do canavial** – visa aumentar o número de cortes econômicos, refletindo-se num prazo maior de tempo entre as reformas do canavial, que é o novo plantio, resultando em melhor economicidade do empreendimento.

Em seu *habitat* natural, uma planta apresenta características relativas ao seu desenvolvimento e produção final. Quando é levada para um ambiente com condições climáticas diferentes, essas características podem ser modificadas. Portanto, tal fato mostra a necessidade de que cada região ou unidade realize estudos que possam avaliar o comportamento de variedades de cana-de-açúcar para uso em diferentes sistemas de produção.

3.1 A cana-planta e a cana-soca

A cana-de-açúcar é plantada comercialmente e em grande escala e se propaga assexuadamente, por meio da germinação de suas gemas. Normalmente, o plantio se faz com colmos ou mudas de idade não superior a 12 meses. Colmos velhos possuem menor quantidade de glicose e sais minerais, as escamas de proteção da gema são mais lignificadas e, portanto, mais rígidas, promovendo maior dano em relação aos colmos novos.

O ciclo da cana plantada pela primeira vez, isto é, oriunda de muda e que receberá o primeiro corte, recebe o nome de ciclo da cana-planta (Figura 3.1).

Nas condições de clima reinantes no centro-sul do Brasil, efetua-se predominantemente o plantio em duas épocas distintas:

Primeira época – de setembro a novembro, no início da estação chuvosa e quente. Nestas condições, a cana-de-açúcar apresenta ciclo de duração média de 12 meses, denominada popularmente de “cana-de-ano”. A cana-de-ano tem seu máximo desenvolvimento de novembro a abril, diminuindo a partir desse mês devido às condições climáticas adversas, com possibilidade de colheita, dependendo da variedade, a partir do mês de julho. Observa-se que após o plantio do tolete, ocorre a brotação e a cana-de-açúcar vegeta (cresce em tamanho) ininterruptamente até abril, para então amadurecer. Tem-se, então, aproximadamente 8 meses de desenvolvimento vegetativo e 4 meses para ocorrer a maturação.

Segunda época – o plantio é realizado no período de janeiro a início de abril, no meio da estação chuvosa e quente e em direção ao outono. Alguns produtores ou unidades prolongam o plantio até maio. A cana-de-açúcar, nessas condições, passa em repouso a primeira estação de inverno, sendo cortada na segunda. Assim, ciclo variável de desenvolvimento da cana-de-açúcar. Favorecido nos três meses iniciais, sendo limitado por cinco meses (abril a agosto). Em seguida, durante 7 meses (setembro a abril), a planta de cana volta a vegetar com toda a intensidade, e então amadurece nos meses de inverno. Tem-se, então, aproximadamente 10 meses de desenvolvimento vegetativo, o que resulta em maior produção.

Após o corte da cana-planta, inicia-se um novo ciclo de aproximadamente 12 meses, é o ciclo das soqueiras ou cana-soca. Fatores ambientais que afetam o ciclo da cana-planta também afetam o ciclo das socas.

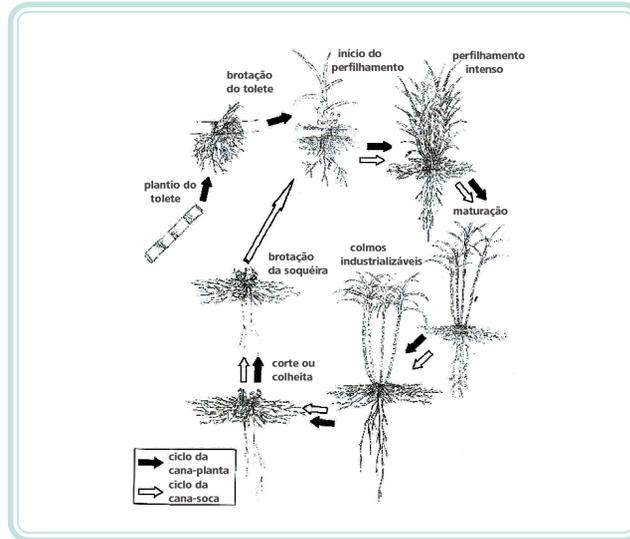


Figura 3.1: Ciclo da cana-planta e da cana-soca

Fonte: Segato, S. V. et al, 2006

Para cana-de-ano e soca a fase de maior desenvolvimento ocorre na primeira metade do grande período de desenvolvimento, enquanto para a cana-de-ano-e-meio, isso acontece na segunda metade do grande período de desenvolvimento. Tanto para cana-planta, quanto para soca o ponto máximo de vegetação da cana-de-açúcar ocorre anualmente em dezembro. Nessa época, fatores como luz e comprimento do dia associam-se a fatores hidrotérmicos, mostrando, assim, a sua importância na produção de cana-de-açúcar. Para aproveitar todo o potencial da melhor época de vegetação, é necessário que o sistema radicular da touceira esteja bem desenvolvido e que haja de 12 a 14 folhas em pleno desenvolvimento.

Pode-se considerar que a cana-de-açúcar apresenta quatro estádios de desenvolvimento, quais sejam:

- **Estádio 1** – brotação e emergência dos brotos (colmos primários). A base de uma boa cultura está nesse estádio. É nele que se desenvolve o estabelecimento inicial das plantas no campo.
- **Estádio 2** – perfilhamento e estabelecimento da cultura. Ocorre nesse estádio o estabelecimento definitivo da cultura.
- **Estádio 3** – período de grande crescimento. Vai do perfilhamento final ao intenso acúmulo de sacarose. Com o número de perfilho por unidade

de área associada ao início de acúmulo de sacarose nos colmos, determina a futura produtividade (t/ha) da cultura.

- **Estádio 4** – maturação. Com intenso acúmulo de sacarose no colmo. É quando determina-se a qualidade de matéria-prima dos colmos industrializáveis.

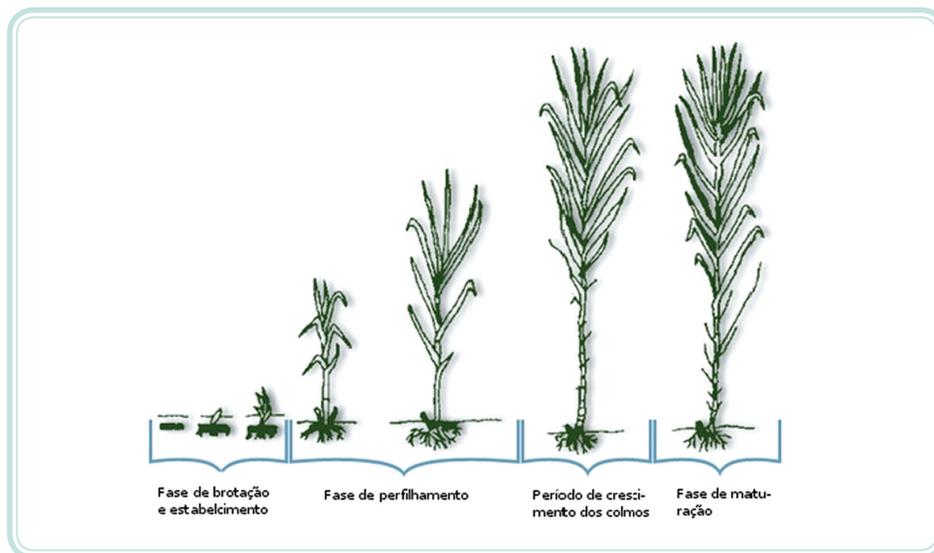


Figura 3.2: Fases de desenvolvimento da cana

Fonte: Gascho e Shih, 1983

O florescimento da cana-de-açúcar representa a possibilidade da reprodução sexuada, desejável em programas de melhoramento genético, mas que deve ser evitado em cultivos comerciais plantando variedades que não floresçam ou que não o façam com facilidade.

A cana-planta-de-ano e a cana-soca apresentam um ciclo que dura aproximadamente 12 meses. A cana-planta-de-ano-e-meio apresenta um ciclo pouco maior (± 18 meses), porque há uma freada no seu desenvolvimento durante o inverno. Isso ocorre, pois ao ser plantado no fim da estação chuvosa e quente, ocorre um pico no crescimento vegetativo, que é desacelerado depois pelas condições ambientais do inverno. Na próxima estação quente e chuvosa, a cana-de-açúcar volta a vegetar. Em campo, as fases verificadas são semelhantes.

A base de uma boa cultura reside nesse estágio, onde ocorre o estabelecimento inicial das plantas em campo (brotação, enraizamento e emergência dos brotos).

Ocorre, nesses estádios, o estabelecimento definitivo da cultura. O número de perfilhos por unidade de área associada ao início do acúmulo de sacarose nos colmos determina a futura produtividade ou fitomassa (t/ha) da cultura.

Principalmente nesse período determina-se a qualidade da matéria-prima dos colmos industrializáveis. Formam-se, da base deste colmo, os perfilhos secundários, da base destes colmos secundários, surgem os perfilhos terciários e assim sucessivamente. No entanto, em função da concorrência pelos fatores limitantes do meio, sobretudo a luz, cessa-se esta fase e os colmos mais jovens chegam inclusive a morrer. Os perfilhos sobreviventes prosseguem seu crescimento e desenvolvimento, iniciando o acúmulo de açúcares da base em direção ao ápice da planta. Inicia-se então a maturação da cana-de-açúcar.

Quando os colmos industrializáveis estiverem, de acordo com as análises em campo e laboratório, aptos a serem colhidos, ou seja, em máxima maturação, ocorrerá a colheita da cana.

Em campo, após o recolhimento da cana, sobram os rizomas (os tocos) da antiga touceira que brotarão dando origem ao ciclo da cana-soca. Durante 20-30 dias aproximadamente, o sistema radicular dessa antiga planta responde pelo suprimento de água e nutrientes dos novos brotos.

Aos poucos o sistema radicular se renova principalmente em função da umidade do solo. Ocorre o perfilhamento, seguido da maturação e colheita dos colmos industrializáveis. Assim se consegue mais um ciclo da cultura e outros virão, em número maior ou menor, dependendo da interação planta, ambiente e manejo.

Resumo

A cana-de-açúcar tem grande taxa fotossintética e uma boa eficiência na utilização do carbono. Ela é adaptada em condições de alta luminosidade, altas temperaturas e a umidade do solo são importantes principalmente na fase de crescimento. Absorve água pelas folhas e raízes (principalmente).

Para a cultura de cana-de-açúcar, o produtor visa três objetivos básicos, os quais sejam: produtividade, qualidade e longevidade do canavial.

A cana-planta é a plantação da cana-de-açúcar, cuja muda dará origem a cana madura na qual será feito o corte pela primeira vez. Já a cana-soca é o ciclo que a cana-de-açúcar assume após o primeiro corte.

A cana-de-açúcar possui quatro estádios de desenvolvimento.

Atividades de aprendizagem



1. Quais são as diferenças entre cana-planta e cana-soca?
2. Quais são os estádios da cana-de-açúcar. Quais as suas características?
3. Cite os objetivos básicos do processo canavieiro. Explique cada um.
4. Por que o florescimento deve ser evitado em cultivos comerciais?

Aula 4 – Propagação comercial da cana-de-açúcar e fatores que afetam o ciclo

Objetivos

Conhecer como se dá a propagação comercial da cana-de-açúcar desde o plantio até a maturação dos colmos.

Ter contato com os fatores que influenciam o ciclo da cana-de-açúcar.

4.1 Propagação comercial da cana-de-açúcar

O colmo é cortado em pedaços denominados toletes ou rebolos. O tolete contém dois a quatro nódios ou nós, denominado vulgarmente gemas ou olhadura. O seccionamento da muda em toletes com 3 gemas em média, visa quebrar a dominância apical exercida pela gema do ápice. Resumidamente, o hormônio auxina, que é responsável pelo crescimento vegetativo, é produzido no ápice da planta e tem sua distribuição pela força da gravidade para o restante da planta. As gemas laterais também podem produzir, mas não o fazem, ficando em dormência, pois enquanto houver a produção no ápice, não haverá produção nas gemas laterais. Dá-se o nome a esse fenômeno de **dominância apical**.

A gema formará a parte aérea da nova planta e os primórdios radiculares darão origem às suas raízes. Dependendo da variedade, pode ocorrer o desenvolvimento simultâneo ou não da parte aérea e da subterrânea. Alguns autores relatam que a emergência da parte aérea antes do sistema radicular ocorre em condições de solo encharcado.

4.1.1 A brotação dos toletes

Após o plantio, ocorrendo condições ambientais favoráveis (principalmente de temperatura e umidade), iniciam-se atividades nos primórdios radiculares e no poro da gema, culminando com o desenvolvimento das raízes do tolete e com a emergência de um pequeno broto na superfície do solo, respectivamente.



Para saber mais sobre a dominância apical acesse: http://www.darwin.futuro.usp.br/site/dandelions/quadroteorico/c_fisiologia.htm



Figura 4.1: Aparecimento das raízes da cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Nessa fase do desenvolvimento inicial, a brotação é dependente das reservas nutricionais do tolete. A brotação é, pois, um processo que consome energia. A origem desta energia vem da degradação de substâncias de reserva do tolete. A planta utiliza-se de oxigênio para quebrar estes produtos (carboidratos, lipídeos e proteínas do tolete) e produzir a energia necessária, conforme a equação a seguir:



Após 20 a 30 dias do plantio, observa-se a emergência dos brotos em campo. Nesse estágio as raízes dos toletes encontram-se bem desenvolvidas e aptas a absorver água e nutrientes do solo, enquanto o broto se apresenta com pequena espessura sobre o solo, adquirindo coloração verde (capacidade de realizar fotossíntese). Entretanto, tanto os brotos, como as raízes ainda dependem das reservas nutritivas armazenadas no tolete.

O broto recém emergido, agora denominado colmo primário, contém uma sucessão de nós e entrenós muito próximos entre si e continuará o seu crescimento em altura assumido pela gema apical. Simultaneamente, a partir da base do colmo primário, observa-se o desenvolvimento de novas raízes. As raízes do colmo primário juntamente com as raízes mais velhas e desenvolvidas do tolete, constituem o sistema primordial da futura touceira de cana-de-açúcar.

4.1.2 O início do perfilhamento

Depois de determinado estágio de desenvolvimento, as gemas localizadas na base do colmo primário se intumescem. Aproximadamente 20 a 30 dias após a brotação inicial do colmo primário, observam-se novos brotos emergidos. Como essas novas brotações (duas ou mais) originaram-se do broto ou colmo primário, denominam-se colmos secundários. Nesse estágio inicia-se o perfilhamento.



Figura 4.2: Perfilhos de cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

À medida que os colmos secundários se desenvolvem, novas raízes são formadas a partir de suas bases, e o sistema radicular da touceira vai aumentando.

Novamente, em determinado estágio de desenvolvimento, novas brotações surgem das gemas da base dos perfilhos secundários, dando origem aos perfilhos terciários. Esses perfilhos também contribuirão para o incremento do sistema radicular da touceira, pois novas raízes surgem dos primórdios radiculares localizados em suas bases. Com o surgimento dos colmos terciários, a cana-de-açúcar não depende mais das substâncias de reserva do tolete. A touceira, em razão da quantidade de folhas existentes nos colmos secundários e primários, tem sua autossuficiência em alimento, através da fotossíntese.

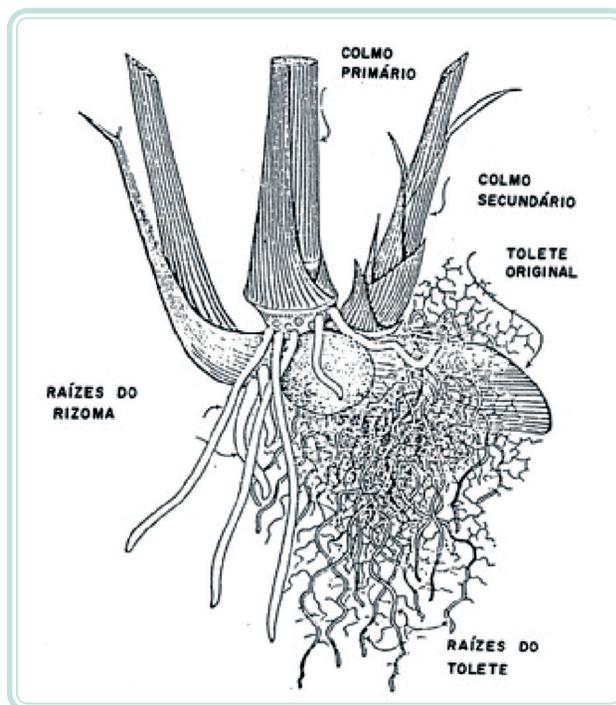


Figura 4.3: Início do perfilhamento da cana-de-açúcar

Fonte: Dilleewijn, 1960

Cabe destacar que a cultura da cana-de-açúcar possui a habilidade de utilizar o máximo de luz solar para a fotossíntese. Cada entrenó produz uma nova folha em cerca de dez dias, e uma folha mais velha morre, deixando um número constante de oito a nove folhas por colmo. A maior porção de luz incidente é interceptada pelas seis folhas localizadas no ápice.

O perfilhamento persiste com a brotação de gemas localizadas nos colmos anteriores originando sucessivos perfilhos, que podem chegar a 4, 5 ou mais perfilhos.

De 90 e 120 dias após o plantio, aproximadamente 100% do sistema radicular concentra-se nos primeiros 30 cm de solo. As raízes originárias do tolete não existem mais.

4.1.3 O perfilhamento intenso

A fase de perfilhamento intenso da touceira se dá quando é atingido o máximo da produção de perfilhos, chegando, em certas variedades, a produzir 25 ou mais colmos por touceira.

A partir do ponto de máximo perfilhamento, a competição entre os perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) acentua-se,

de maneira que se constata a diminuição e paralisação do perfilhamento, além da morte dos perfilhos mais novos.

Nessa fase, o sistema radicular encontra-se bem desenvolvido, notando-se raízes cordão em plena formação e crescimento, desenvolvendo-se em direção às camadas mais profundas do solo, desde que este não apresente impedimentos físicos, químicos ou biológicos.

4.1.4 Maturação

A partir do final do perfilhamento, os colmos mais desenvolvidos continuam o seu crescimento em altura e espessura. Inicia-se um processo de acúmulo de sacarose nos entrenós da base dos colmos mais velhos, como resultado da produção excedente de alimento, a sacarose.

À medida que vão amadurecendo, os colmos que sobreviveram à forte competição da fase de perfilhamento, continuam o seu crescimento e desenvolvimento, acumulando cada vez mais sacarose em seus internódios. Ao atingir o seu tamanho final, constituem-se em colmos industrializáveis, passando a acumular mais intensamente a sacarose produzida pela fotossíntese.

A intensidade do acúmulo de sacarose é fortemente influenciada pelas condições ambientais desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento vegetativo (temperaturas mais baixas, períodos de seca moderados e carência de nitrogênio). Nessa fase da cultura, de 11 a 20 meses após o plantio (conforme época e variedade), observa-se plena maturação dos colmos.

As touceiras em idade de corte caracterizam-se por apresentarem colmos uniformes em tamanho, diâmetro e coloração, com 16 a 22 entrenós por colmo (conforme época de plantio e variedade). Cerca de 70% do sistema radicular, tipicamente fibroso, encontram-se nos primeiros 50cm de solo. Nota-se a presença de raízes cordões bem desenvolvidas, que atingem profundidades acima de 1,5 m.



Figura 4.4: Colmos maduros

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Durante um intervalo de tempo, a planta conserva o seu ponto máximo de maturação com valor quase inalterado. Esse intervalo é denominado de PUI (período útil de industrialização).

4.1.5 A cana-soca ou soqueiras

Após o corte (mecânico ou manual) da cana-planta, permanecem no solo as socas ou soqueiras de cana-de-açúcar. Os colmos industrializáveis devem ser cortados o mais próximo possível da superfície do solo, restando as suas bases, que permanecem também ligadas ao sistema radicular formado pela cana-planta.

Com o corte da parte aérea da cana-de-açúcar, há perda de boa parte do sistema radicular da antiga planta. Durante aproximadamente 90 dias após o corte, o sistema radicular ainda é responsável pela absorção de água e nutrientes que vão para as gemas da base da soqueira.

O corte da cana-de-açúcar possibilita a renovação da cultura, não só da parte aérea, mas também gradativamente do seu sistema radicular, principalmente influenciado pela umidade do solo e temperatura. O sistema radicular, apesar de mais volumoso e profundo do que na cana-planta, apresenta algo em torno de 60% das suas raízes a 30 cm de profundidade.

De 20 a 30 dias após o corte, observa-se intensa brotação das soqueiras.

O ciclo da cana-soca dura aproximadamente 12 meses, e apresenta as seguintes fases: perfilhamento, acúmulo inicial de sacarose e maturação.

4.2 Fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar

Do preparo do solo à colheita, há uma série de fatores que podem afetar os estádios da cana-de-açúcar.

A brotação, enraizamento e emergência da cana-planta é uma característica genética. No entanto, na mesma variedade, a brotação se altera de acordo com a idade da muda, diferença de idade da gema, grau de umidade do tolete, concentração de açúcares (glicose, frutose e sacarose) e nutrientes minerais. Há variedades que apresentam baixa brotação a partir do tolete, mas mostram ótimos resultados na brotação da soca; o inverso também ocorre.

Para os fatores ambientais a temperatura e a umidade são variáveis críticas. Esta fase inicial exige temperaturas altas (30°C) e boa umidade para que o processo ocorra rapidamente. Excesso ou falta de água trarão problemas nesta fase do ciclo. Doenças ou pragas até mesmo plantas daninhas podem resultar em falhas no estabelecimento inicial da cultura. A textura e estrutura do solo estão diretamente relacionadas com a sua umidade e a aeração.

O manejo empregado pelo homem pode aumentar ou reduzir a brotação, o enraizamento e a emergência da cana-de-açúcar. Nesse sentido, toletes tratados termicamente e mudas bem nutridas produzidas em viveiros idôneos garantem parte da saúde da cultura. O tempo entre o corte e o plantio da muda, bem como a profundidade do sulco de plantio e a quantidade de terra usada para cobrir o tolete, além da presença ou ausência de palha sobre o solo são outros fatores que devem ser manejados para otimizar o estabelecimento da cultura. Hoje, há no mercado produtos que visam estimular este estabelecimento inicial em campo.

Há grande relação da produtividade da cana com a brotação (dos toletes e das soqueiras) e o perfilhamento. Há variedades com alta e baixa capacidade de perfilhar. No entanto, há relação entre o perfilhamento, o vigor das raízes e a boa brotação de socas. A maneira como ocorre o perfilhamento também é característica genética.

A baixa luminosidade provocada no auge do perfilhamento e ou excesso de plantas daninhas de grande porte reduzem drasticamente a emissão de novos perfilhos. Os perfilhos que sobrevivem à fase de grande competição por fatores limitantes do meio terão seu crescimento acelerado, culminando com a formação de colmos industrializáveis. Para o crescimento vegetativo, a temperatura entre 25 e 30°C é considerada a mais favorável à cana-de-açúcar por vários autores.

Embora a cana sinta os efeitos do excesso e da deficiência hídrica, na fase de perfilhamento e crescimento dos colmos ela apresenta mais resistência a esses extremos do que na fase de brotação e emergência.

Outro fator importante é o vento. Dependendo da sua velocidade, da variedade, da idade do canavial e do espaçamento utilizado, as consequências do vento podem ser graves para o crescimento, para a maturação e colheita. Poderão ocorrer faixas cloróticas (faixas de cor amarelo-esverdeado) nas folhas (vento frio), o dilaceramento das lâminas foliares e o aumento da transpiração nas folhas.

A presença de pragas pode prejudicar o perfilhamento. Por outro lado, doenças como a ferrugem (fungo *Puccinia melano*), fatores relacionados com a planta, o ambiente e o manejo afetam o florescimento da cana-de-açúcar.

O produtor, em função do manejo adotado, pode impor condições favoráveis ou desfavoráveis ao perfilhamento, fazendo uso de adubação, controle de plantas daninhas, observando o melhor espaçamento e a melhor época de plantio e/ou colheita da cana-planta ou da soca.

Resumo

O colmo, em pedaços que contenham de 2 a 4 nós, são plantados. Inicia-se assim a brotação, nas condições favoráveis.

Depois de determinado estágio de desenvolvimento, dá-se início o perfilhamento.

Após o final do perfilhamento, os colmos já desenvolvidos continuam seu crescimento, acumulando cada vez mais sacarose, até o final do amadurecimento, tornando-se maduros e industrializáveis. Esse ciclo dura aproximadamente 12 meses.

Alguns fatores afetam o ciclo da cana-de-açúcar, como: a escolha das variedades, a umidade, a temperatura, as pragas, o manejo, a luminosidade, as plantas daninhas e o vento.

Atividades de aprendizagem



1. O que é fotossíntese? Em qual órgão da planta a fotossíntese ocorre?
2. Quais são as fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar? Quais as características de cada fase?
3. O que você entende por toletes (ou rebolos)?
4. O que você entende por perfilhos?
5. Qual a diferença entre cana-planta e cana-soca? Explique.
6. Cite 3 fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar. Explique cada um.

Aula 5 – Colheita e processamento

Objetivos

Conhecer os principais tipos de colheitas e suas características.

Conhecer o processo da cana-de-açúcar para a fabricação do açúcar e do álcool.

5.1 Colheita

A colheita da cana consiste em um processo dinâmico, que permite o fornecimento de matéria-prima à indústria e, envolve desde o planejamento de queima (se for o caso) e corte até a entrega da cana na indústria. A época de colheita da cana no Brasil varia de acordo com a região. Nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul a colheita inicia-se entre abril e maio prolongando-se até novembro, período em que a cana atinge a maturação plena. Na região Nordeste a colheita inicia-se de julho a agosto e prolonga-se até março do ano seguinte, em alguns casos. O sistema de colheita pode ser de três formas:

- a) Sistema manual, o corte e o carregamento são feitos de forma manual (Figuras 5.1 e 5.2).
- b) Sistema semimecanizado, o corte é feito manualmente e o carregamento por carregadoras mecânicas, em unidades de transporte.
- c) Sistema mecanizado utiliza cortadoras de cana inteira com carregamento mecânico, ou colhedora de cana picada, que são comumente mais usadas (Figura 5.3).

As máquinas combinadas ou de cana picada fazem o corte basal, realizam a eliminação parcial da matéria estranha vegetal e mineral, através de ventiladores/exautores, por gravidade. Os colmos são fracionados em rebolos (15 a 40 cm) que são descarregados sobre transbordo a outra unidade de transporte. O tipo de corte pode ser manual, com auxílio de um facão (podão) ou mecanicamente, através de colhedoras de cana. A escolha dependerá de alguns fatores, como: condições de campo, tipo de carregamento, dispo-

nibilidade de mão-de-obra, aspectos tecnológicos, socioeconômicos entre outros. O corte manual ainda predomina na região Nordeste e em outras regiões onde a topografia apresenta-se com alta declividade. Na colheita manual, há queima da cana para aumentar a eficiência do processo, no entanto ocorre à emissão de dióxido de carbono e de outros gases, que potencializam o efeito estufa na atmosfera terrestre, além da difusão de fuligens que incomodam os moradores da região canavieira. A cana queimada fica susceptível às perdas de sacarose, e às lesões, que levam ao ataque de microrganismos que promovem deterioração mais rápida.



Figura 5.1: Corte manual de cana-de-açúcar

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/aulas/1655/imagens/boiafria4-thumb.jpg>



Figura 5.2: Corte manual de cana-de-açúcar

Fonte: <http://static.blogstorage.hi-i.com/photos/ajursp.arteblog.com.br/images/gd/1270190752/robson-barros-tema-colheita-de-cana-medida-30x50-a-s-t.jpg>

A colheita mecanizada, sem queima previa, pode impedir o crescimento de várias espécies de plantas daninhas, contribuindo para o uso menor de herbicidas. (MEDEIROS, 2001).

Além disso proporciona uma maior quantidade de matéria orgânica ao solo aumentando a reciclagem de nutrientes e elevando a quantidade de microrganismos existente no solo. Se do ponto de vista ambiental a colheita mecanizada é recomendada em relação à colheita manual, do ponto de vista social, ainda não acessível do ponto de vista econômico para médios e pequenos plantadores de cana, devido o custo elevado das máquinas colhedoras. Do ponto de vista social, a colheita mecanizada no momento irá proporcionar, na maior parte da região canavieira do Brasil, grande desemprego. Ainda sim, com máquinas colhedoras que podem ultrapassar 17 toneladas de peso, a mecanização ao longo do tempo provoca a compactação do solo, comprometendo drasticamente a brotação da soqueira, diminuindo a produtividade e reduzindo a vida útil do canavial.

Quanto ao desempenho do corte manual frente ao corte mecanizado, os resultados médios obtidos com colhedora mostram que é possível substituir 100 homens no campo. Um trabalhador braçal colhe, em media, de 6 a 8 toneladas de cana queimada, e de 3 a 4 toneladas de cana crua, por dia enquanto a capacidade de uma colhedora mecânica pode chegar a 600 toneladas por dia. (SEGATO & PEREIRA, 2006).



Figura 5.3: Colheita mecanizada

Fonte: http://3.bp.blogspot.com/_krhvr4vo-ck/s9emrqdtrwi/aaaaaaaaas/cr8dkqanz8g/s1600/

Deve-se atentar para alguns aspectos na programação de corte, tais como: capacidade de corte, carregamento e transporte, distância padrão pré-estabelecida das frentes de corte, capacidade e tempo de estocagem da matéria-prima pela indústria, área do talhão e rendimento agrícola estimado, estágio da cultura e aspectos fisiológicos, localização da área, trafegabilidade e tempo de ciclo de transporte, variedades e PUI (Período de Utilização Industrial), condições climática reinantes, necessidade de reforma na área, aspectos econômicos e sociais.

5.1.1 Colheita manual

Antes do corte manual da cana deve-se fazer uma análise da qualidade de açúcar na área a ser colhida. Após essa análise inicia-se o processo de maturação e o planejamento da colheita. Delimitada a área de corte do talhão, o mesmo é liberado para queima. Normalmente o canavial é queimado na tarde ou noite do dia anterior ao corte. A temperatura mais baixa noturna evita o excesso de exsudação ou rompimento da parede do colmo, ocasionado pelo fogo quando é efetuado nas horas mais quentes do dia. (SEGATO & PEREIRA, 2006).

A área de queima é calculada de acordo com a capacidade média de corte diário. A principal razão da queima do canavial é a limpeza parcial da área a fim de facilitar a operação de corte manual ou mesmo mecânico. A queima da palha permite maior facilidade ao acesso à cultura, permitindo aumento na eficiência da operação. Além do mais a queima limpa a área de animais peçonhentos da lavoura, que podem causar acidentes, facilitando também a operação de preparo do solo e cultivo. Como aspecto negativo da queima tem-se: eliminação dos inimigos naturais que são utilizados no controle da cigarrinha; perdas de matéria bruta, aumento no teor de fibra; poluição atmosférica; riscos de incêndios, etc. Durante as queimadas da palha da cana-de-açúcar, há liberação de gases primários tóxicos, como monóxido de carbono, dióxido de carbono, metanos e hidrocarbonetos. Sob a ação dos raios solares, os gases primários liberados pelas queimadas combinam-se, produzindo o ozônio que, em alta concentração, é nocivo à saúde do homem e dos animais e ao desenvolvimento das plantas.

Apesar de ser uma prática bastante usada no Brasil, a questão do uso do fogo na lavoura canavieira é um problema que vem sendo discutido há muito tempo nas regiões produtoras de cana-de-açúcar na maior parte dos países produtores. Com os problemas ambientais causados pela queimas do canavial, surgiu em algumas regiões canavieiras, uma legislação específica para tal assunto.

Após a queima, a cana é cortada e deve ser transportada para moagem de preferência no mesmo dia a fim de evitar perdas de rendimento agrícola e industrial. A cana queimada e cortada exposta ao tempo sofrerá desidratação, com perda de peso, intensificar-se-á a respiração do colmo com perdas de açúcares e ocorrerá desenvolvimento de microrganismos que aceleram a deterioração da cana levando à perda na qualidade da matéria-prima. No entanto, segundo Ripoli e Ripoli (2004), até 36 horas após a queima as perdas não são muito significativas.

O corte manual é realizado por cortadores munidos de facões ou podões de diferentes tipos, formatos e tamanho, organizados em frente ou turma de corte. O processo do corte da cana em si é feito por etapas e dividi-se em: corte na base da cana, desponte do palmito e amontoamento. O corte na base da cana consiste na retirada do colmo da cana das touceiras com o facão, o mais próximo possível do solo. Após o corte do colmo faz-se o desponte do palmito ou ponteiro e posteriormente o colmo é amontoado para recolhimento por máquinas carregadeiras.

O número de frente e número de trabalhadores por frente, devem ser suficientes para suprir a quantidade de matéria-prima preestabelecida para moagem e manutenção de estoques, para a indústria.

Depois da operação de corte, seguem-se as operações de carregamento e transporte feito por carregadoras mecânicas que transferem a cana para caminhões ou carretas tracionadas por trator, que a levam à usina. O corte manual da cana-de-açúcar pode ser feito tanto com a cana queimada como com a cana crua. Nessa última a eficiência do trabalhador diminui, já que além de cortar a cana na touceira e despontar, o trabalhador terá ainda que retirar as folhas verdes e resto de palha aderida aos colmos. Essas atividades adicionais fazem com que o rendimento do trabalhador no corte da cana crua seja menor do que na cana queimada. Segundo Ripoli et al (1995) citado por Segato e Pereira (2006) o decréscimo na produtividade de corte de cana crua de um trabalhador pode variar de 47 a 72%. Além disso, corte manual de cana crua leva à ocorrência de maior índice de perdas e de impurezas minerais e vegetais transferidas à indústria, sem falarmos nos animais peçonhentos e o perigo potencial existente.

5.1.2 Colheita mecanizada

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar pode ser feita com ou sem queima prévia da palha. Como foi dito, a queima facilita o corte e a limpeza e consequentemente a colheita, porém a não queima prévia da palha proporciona benefícios agronômicos, econômicos e ambientais. Segundo Pereira e Torrezan (2006), a colheita mecanizada é a meta entre a maioria das usinas e produtores brasileiros e que 30% das lavouras são colhidas por máquinas, sendo a maior parte do estado de São Paulo.

Para o sucesso da colheita mecanizada alguns aspectos tecnológicos importantes devem ser considerados, como: preparo do canavial, qualidade da máquina colhedora e mão de obra especializada. Para receber uma colheita mecanizada, é recomendável que a lavoura de cana seja submetida a um processo de reforma, principalmente em áreas com produtividade menor que 50 toneladas de colmos por hectare, pois a baixa capacidade operacional de uma máquina não justificará o custo da operação. O custo da colheita mecanizada por hectare é aproximadamente o mesmo entre uma área de alta e outra de baixa produtividade.

As colhedoras disponíveis no Brasil apresentam, em sua maioria, as mesmas características, mas com pequenas variações, dependendo do fabricante, quanto ao sistema de alimentação ou transporte do material no interior da colhedora.

Conforme catálogos de fabricante de máquinas, o espaçamento ideal para colheita mecânica é de 1,5 m. Com tais medidas, a esteira ou o pneu da colhedora não passará por cima da soqueira da fileira adjacente, bem como o cortador de base ficará centrado com a linha que está sendo colhida. O espaçamento entre os sulcos deve ser rigorosamente mantido de tal forma que eles fiquem sempre paralelos. A profundidade do plantio costuma ser entre 20 a 30 cm dependendo das condições locais.

No contexto atual do desenvolvimento tecnológico, a mecanização ou colheita de cana-de-açúcar só pode ser realizada em áreas com declives que não passem de 12 a 14%, no caso de colhedora de pneus, e até 15 a 18%, no caso de colhedoras de esteira. Com valores acima destes citados, corre-se o risco de acidentes por tombamento (PEREIRA e TORREZAN, 2006).

5.2 Processamento da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a indústria sucroalcooleira brasileira. A agroindústria da cana envolve etapas, como: produção e abastecimento da indústria com matéria-prima; gerenciamento dos insumos, resíduos, subprodutos e da versatilidade da produção - de açúcar ou álcool; armazenamento e comercialização dos produtos finais. Essas etapas devem ser executadas com o emprego de técnicas eficientes de gerenciamento.

A colheita, carregamento, transporte, pesagem, valorização da cana pela qualidade, descarregamento e lavagem (Figura 5.4) são operações determinantes para um bom desempenho industrial. Essas etapas devem ser realizadas em sincronia com as operações industriais para que não ocorra sobreabastecimento, o que demanda armazenamento, com conseqüente queda na qualidade ou falta de cana para a moagem, ocasionando atrasos na produção.



Figura 5.4: Lavagem da cana-de-açúcar para retirada de impurezas

Foto: Patrícia Cândida Lopes

Na indústria, a cana pode ter dois destinos: produção de açúcar ou de álcool. Para a produção de açúcar, as etapas industriais são:

- lavagem da cana;
- preparo para moagem ou difusão;
- extração do caldo: moagem ou difusão;

- purificação do caldo – peneiragem e clarificação;
- evaporação do caldo;
- cozimento;
- cristalização da sacarose;
- centrifugação – separação dos cristais e da massa cozida;
- secagem e estocagem do açúcar.



Figura 5.5: Cana desfibrada, pronta para a moagem

Fonte: <http://chicodeoliveira.blogspot.com/2010/03/nova-tecnologia-produz-etanol-de.html>

A produção de álcool envolve as seguintes etapas:

- lavagem da cana;
- preparo para moagem ou difusão;
- extração do caldo: moagem ou difusão;

- tratamento do caldo para produção de álcool;
- fermentação do caldo (Figura 5.6);
- destilação do vinho;
- retificação;
- desidratação – álcool anidro ou hidratado.



Figura 5.6: Fermentação do caldo para produção de álcool

Foto: Rogério Haruo Sakai

Resumo

A colheita da cana-de-açúcar pode ser pelo sistema manual, semimecanizado ou mecanizado.

O processamento da cana-de-açúcar envolve etapas, como: gerenciamento dos insumos, resíduos, subprodutos e da versatilidade da produção – de açúcar ou álcool; armazenamento e comercialização dos produtos finais. A colheita, carregamento, transporte, pesagem, valorização da cana pela qualidade, descarregamento e lavagem são operações determinantes para um bom desempenho industrial.

Atividades de aprendizagem

1. Quais são os tipos de colheita? Quais são as vantagens e desvantagem de cada processo? Cite em sua resposta o papel das queimadas.



Aula 6 – Planejamento e instalação da cultura

Objetivos

Conhecer os mais variados tipos de planejamento e sua sequência.

Saber como se dá a instalação da cultura da cana-de-açúcar e sua sequência.

Ter contato com equipamentos usados no planejamento e instalação da cultura.

6.1 Planejamento

Cada propriedade agrícola deve trabalhar de acordo com a sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, de forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para seu melhor uso e benefício, procurando, ao mesmo tempo, preservar tais recursos para gerações futuras. Na agricultura, o planejamento é uma prática cada vez mais comum entre os produtores rurais.

A adoção dessa técnica tem por finalidade maximizar o rendimento das culturas e, conseqüentemente, os lucros, além de minimizar os custos de produção, visto que é baseada na identificação e eliminação das possíveis causas de redução da produtividade.

O planejamento é o ponto inicial básico para o bom gerenciamento na propriedade agrícola. No setor sucroalcooleiro o fomento agrícola nada mais é do que a garantia de fornecimento de matéria-prima para a indústria, o que envolve a produção (conservação e preparo do solo, plantio da cana, tratamentos culturais da cana-planta, colheita da cana e tratamentos culturais da cana-soca) e abastecimento de matéria-prima durante o período da safra.

O abastecimento durante o período da safra refere-se ao abastecimento hora a hora, envolvendo o conceito de logística de todo o canavial, máquinas e pessoal disponível.

A cana-de-açúcar é uma cultura perene porque, quando bem plantada e manejada, produz de cinco a oito safras sem precisar fazer um novo plantio (renovar o canavial). Portanto, para que essa cultura seja economicamente rentável, e a produção de determinadas áreas ou empresas aumente ou pelo menos se mantenha constante, é necessário que se faça um planejamento agrícola plurianual com o máximo de detalhes possíveis.

Esse planejamento, para no mínimo, dois anos é importante, pois é necessário se fazer contratos de parcerias, preparar o solo, esperar o crescimento da cana, cujo primeiro corte pode demorar até 18 meses. Em um planejamento plurianual para a exploração agroindustrial da cana-de-açúcar, devem ser contempladas inicialmente as áreas de plantio e as variedades a serem plantadas.

6.1.1 Planejamento das áreas de plantio

As áreas a serem plantadas com cana-de-açúcar, normalmente, são denominadas áreas de fundação ou áreas de renovação. As áreas de fundação são aquelas que estão sendo cultivadas com cana pela primeira vez, são áreas recém-desmatadas ou anteriormente ocupadas com outras culturas. Essas áreas caracterizam a expansão horizontal do canavial que, nos últimos dezoito anos (1990 a 2007), cresceu 2,4 milhões de hectares em todo território brasileiro, variando de 4,3 milhões em 1990 para 6,7 milhões de hectares em 2007. (IBGE, 2008).

Isso representa um aumento de 56,61%, média de 3,14% ao ano. Na região do triângulo mineiro e Centro-Oeste (Goiás e Mato Grosso do Sul) a cana-de-açúcar cresceu sobre áreas cultivadas com soja e pastagens.

As áreas de renovação são as que já foram cultivadas com cana pelo menos uma vez. A renovação do canavial se faz necessária devido ao declínio da produtividade agrícola que comumente ocorre de uma safra para outra, porque, no decorrer de 5 a 8 anos esse declínio pode atingir percentuais de 40 a 60%. Dessa forma, o ideal é que anualmente se renove de 12,5 a 20% da área total de cultivo da fazenda. Para a definição do percentual da área de renovação de uma determinada empresa, é preciso conhecer a longevidade média dos canaviais na região, pois, em regiões onde são possíveis colheitas de oito safras de cana com redução total de produtividade inferior a 40%, só precisam ser renovados 12,5% do canavial por ano e, quando a longevidade média dos

canaviais é de cinco anos é preciso uma renovação de 20%. Em áreas ou regiões em que não se consegue colher pelo menos quatro safras de cana em um mesmo plantio com redução de rendimento agroindustrial inferior a 60%, é economicamente inviável a implantação dessa cultura devido aos altos custos de plantio.

No planejamento agrícola é importante o conhecimento do potencial produtivo da região. Os principais fatores que interferem na vida útil dos canaviais são: a precipitação pluvial (quantidade e distribuição anuais), temperatura, luminosidade, tipo de solo, variedades cultivadas, incidência de pragas e doenças, etc.

Os parâmetros ambientais ideais para o cultivo da cana-de-açúcar são: precipitação pluvial anual entre 1.500 e 2.000mm bem distribuídos, temperatura de 20 a 35°C, fotoperíodo médio de 12 horas por dia, terrenos com topografia variando de plana a suavemente ondulada (declividade de até 12%), solos com textura média e níveis de fertilidade quanto mais altos, melhor.

Assim, é de suma importância conhecimento técnico por parte dos planejadores, pois é necessário se levantar o total de terras agricultáveis disponíveis na agroindústria, seus potenciais produtivos, oportunidades de mercado regional em relação à possibilidade de matéria-prima, arrendamento ou parcerias. De posse de todos os dados, determina-se uma produtividade média por cortes, o que facilitará o planejamento de plantio.

Na Tabela 6.1 é apresentado como exemplo o planejamento agrícola de uma determinada agroindústria sucroalcooleira da região Nordeste que tem, em média, uma moagem de 1.000.000 toneladas de cana plantadas numa área de 15.600ha, com as médias de produtividade conforme Tabela 6.1. Para o perfil ideal de corte, considera-se que é necessário cerca de 1 ha de muda para o plantio de 7 ha de cana. Assim, numa área inicial plantada de 2600 ha e, planejando-se, para os demais anos um plantio de 2400 ha, tem-se que a área de colheita do primeiro corte é reduzida para 2028 ha, resultado da relação $(2400 \text{ ha} - (2600 \text{ ha}/7))$. O mesmo raciocínio serve para os demais anos. Como a agroindústria trabalha com seis cortes, no sétimo ano repete-se o mesmo perfil do primeiro ano.

Tabela 6.1: Perfil de corte ideal de uma agroindústria sucroalcooleira imaginária

Cortes	Produt. (t/ha)	1º Ano		2º Ano		3º Ano	
		Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)
Cana-planta	0	2600	0	2400	0	2400	0
1º corte	100	2028	202800	2257	225714	2057	205714
2º corte	88	2400	211200	2400	211200	2600	228800
3º corte	80	2400	192000	2400	192000	2400	192000
4º corte	70	2400	168000	2400	168000	2400	168000
5º corte	65	2400	156000	2400	156000	2400	156000
6º corte	60	1000	60000	1000	60000	1000	60000
Total	990.057		1.012.914		1.010.514		

Cortes	Produt. (t/ha)	4º Ano		5º Ano		6º Ano	
		Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)
Cana-planta	0	2400	0	2400	0	2400	0
1º corte	100	2057	205714	2057	205714	2057	205714
2º corte	88	2400	211200	2400	211200	2400	211200
3º corte	80	2600	208000	2400	192000	2400	192000
4º corte	70	2400	168000	2600	182000	2400	168000
5º corte	65	2400	156000	2400	156000	2600	169000
6º corte	60	1000	60000	1000	60000	1000	60000
Total	1.008.914		1.006.914		1.005.914		

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Consultando os dados descritos na Tabela 6.1, conclui-se que, em média, é necessário o plantio anual de 2400ha para proporcionar uma produção de aproximadamente 1000 toneladas de cana, em anos com condições climáticas normais. A irrigação aumenta significativamente a longevidade dos canaviais, podendo fazer com que, mesmo no nordeste brasileiro onde a cana é menos longiva, seja possível colher de 10 a 12 folhas ou safras nas áreas com irrigação plena, sem precisar renovar o plantio.

6.1.2 Planejamento varietal

Após a definição da área de plantio é necessário escolher a variedade a ser plantada. Segundo Margarido (2006), a definição da variedade a plantar é uma decisão técnica e administrativa. No campo técnico, é preciso conhecer o tipo de solo clima da região para saber qual variedade plantar. Enquanto que no campo administrativo, o ciclo da variedade é definido em função da época em que se pretende colher. As variedades de cana-de-açúcar normalmente têm uma classificação de acordo com o período ou ciclo de maturação. Assim, as que amadurecem no início da estação seca são classificadas como precoces; as que amadurecem no final da estação seca são tardias; as intermediárias são conhecidas como de ciclo médio.

No planejamento varietal de uma empresa, o ideal é que 30% da área sejam plantadas variedades precoces; em 40%, variedades de ciclo médio e nos outros 30% variedades tardias. Nos Quadros 6.1 e 6.2 constam as características de algumas variedades de cana-de-açúcar cultivadas atualmente no Brasil e recomendações de manejo delas, respectivamente.

Outro ponto a ser observado no planejamento varietal é a topografia e o acesso aos terrenos, para que nas áreas de encostas e de acessos mais difíceis sejam plantadas variedades de ciclo médio que deverão ser colhidas no meio da safra ou em período de menor ocorrência de chuva.

Os ambientes de produção (irrigados ou de sequeiro – sem água) também devem ser considerados, porque a resistência à seca e a resposta da cana a irrigação são fatores determinante na escolha da variedade. Em resumo o manejo varietal da cana-de-açúcar visa obter maior produtividade de colmo e açúcar através da alocação das variedades nos diferentes ambientes de produção, procurando obter melhores resultados pela interação do genótipo da planta e do ambiente de produção.

Para a realização correta do manejo, há a necessidade de conhecimento especializado e multidisciplinar da cultura e do ambiente, somado às informações conhecidas ou geradas em um local específico.

Quadro 6.1: Variedades de cana-de-açúcar cultivada atualmente no Brasil

Variedade	Características Agroindustriais
RB863129	Maturação precoce, baixo florescimento, elevado teor de sacarose, boa produtividade agrícola e recomendada para colheita em início de safra.
RB931003	Alta produtividade agrícola, em diversos estágios de cultivo, florescimento médio, maturação tardia, recomendada para colheita em dezembro.
RB951541	Boa produtividade agrícola, alto teor de sacarose, maturação precoce, baixo florescimento e recomendada para colheita em início de safra.
RB971755	Boa produtividade agrícola, alto teor de sacarose, maturação precoce, baixo florescimento e recomendada para colheita no início da safra.
RB98710	Elevada produtividade agrícola, com excelente perfilhamento, alto teor de sacarose, florescimento baixo e recomendada para colheita no início de setembro.
RB92579	Brotação ótima, alto perfilhamento, floresce pouco, altíssima produtividade agrícola, alto teor de açúcares totais recuperáveis.
RB93509	Boa brotação, produtividade agrícola muito alta, maturação de média a tardia (dezembro a fevereiro), teor de ATR médio.
RB867515	Alta produtividade agrícola, alto teor de sacarose, maturação média, alto florescimento, plantio de verão e colheita para meio e final de safra.
SP791011	Boa brotação, bom perfilhamento, produtividade agrícola muito alta, maturação de média a tardia (dezembro a fevereiro), alto teor de sacarose.

Fonte: Barbosa et al, 2008

Quadro 6.2: Recomendações de manejo das variedades de cana-de-açúcar

Variedade	Ambiente		Época de colheita					
	A	B	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
RB863129	■				■	■	■	■
RB931003	■	■				■	■	■
RB951541	■	■	■	■				
RB971755	■	■	■	■				
RB98710	■	■	■	■				
RB92579	■	■		■	■	■	■	■
RB93509	■	■				■	■	■
RB867515	■				■	■	■	■
RB791011	■	■				■	■	■

Fonte: Barbosa et al, 2008

6.1.3 Planejamento de colheita

Para esse importante planejamento é necessário a definição da capacidade de moagem diária e mensal. Isso é feito com base em dados históricos da moagem da agroindústria. Segundo Margarido (2006), no planejamento de colheita o dimensionamento dos recursos humanos (cortadores de cana, tra-

toristas e motoristas) e materiais (caminhões, guinchos, colhedoras, transbordos, caminhão oficina, bombeiros e tratores) são de extrema importância.

O dimensionamento adequado desses recursos determinará menores custos de operação. Na colheita, normalmente se segue uma ordem preestabelecida onde primeiro se colhe as variedades precoces, depois as médias e por último as de ciclo longo (tardia), sempre obedecendo a uma distância média de colheita dia a dia para que se possa manter o fornecimento de cana-de-açúcar para a indústria hora a hora.

No dimensionamento dos equipamentos o número a ser considerado é sempre o médio. Assim no cálculo do número de caminhões, considera-se a distância média da agroindústria. Pode-se citar como exemplo uma agroindústria cuja média de distância seja de 20 km, não se pode locar frentes de colheita a uma média superior a 25 km porque, normalmente haverá falta de matéria-prima. Por outro lado, se as frentes forem locadas a uma distância inferior a 15 km, haverá fila na entrega de cana.

6.2 Instalação da cultura

6.2.1 Preparação do solo

O preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar, inicialmente segue as mesmas operações que qualquer cultura. Dependendo do estado em que se encontra o terreno, o preparo de solo segue as seguintes operações: desmatamento, encoivramento, destoca, aração ou gradagem pesada, aplicação de adubos e corretivos (quando necessário), gradagens niveladoras ou de acabamento e sulcamento. Nas áreas de renovação ou nas que não têm mais tocos, as três primeiras etapas são dispensáveis.

Nos últimos vinte anos, o cultivo mínimo e o plantio direto vêm se popularizando e apresentando-se como alternativas bastante vantajosas e, por isso, é recomendável analisar sempre a possibilidade de utilização desses métodos de preparo de solo para a cultura da cana-de-açúcar.

6.2.2 Aração ou gradagem profunda

A aração ou gradagem profunda pode ser executada com arados ou grades aradoras conhecidas também como grades pesadas. Os arados podem ser de discos ou de aiveca (Figuras 6.1, 6.2 e 6.3). O objetivo da aração ou gradagem profunda é destruir os restos da cultura anterior, revolver e

descompactar os primeiros 30cm de perfil do solo para com isso facilitar a infiltração da água e o arejamento da área em que a raiz se situará.

Essa operação normalmente exige tratores mais potentes, sobretudo quando a textura do solo tende a ser argilosa. Os implementos utilizados nessa etapa (arados ou grades aradoras) são bastante pesados e têm grande poder de penetração no solo, detalhe que exige mais potência das máquinas que os puxam.



Figura 6.1: Arado de disco

Fonte: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/disc-plough-239706517.html>



Figura 6.2: Arado de aiveca

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

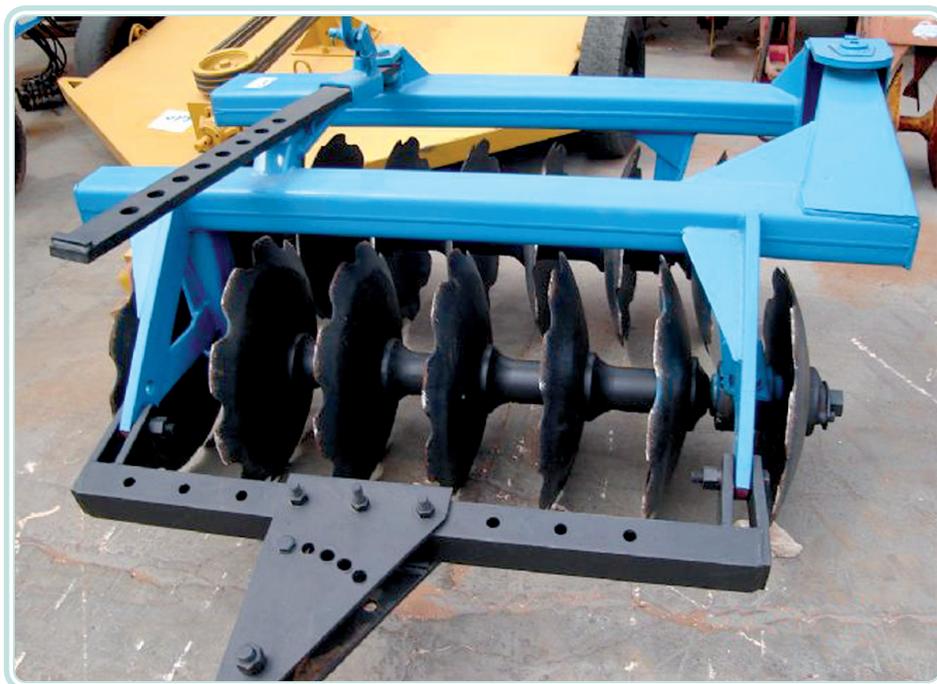


Figura 6.3: Grade aradora

Fonte: <http://www.usadoagricola.com.br/sub.asp?id=503>

6.2.3 Gradagem de nivelamento ou de acabamento

A gradagem de nivelamento ou de acabamento tem como finalidade quebrar os torrões deixados pela aração e nivelar ao máximo a superfície do terreno, deixando-o pronto para o sulcamento. Entre a aração e a gradagem de nivelamento é preciso se dar um tempo para que o mato destruído pela aração murche e se incorpore mais facilmente.

6.2.4 Subsolagem

Na cultura da cana-de-açúcar é comum o tráfego de máquinas (carregadeiras, caminhões e tratores) sobre as áreas de plantio durante as operações de carregamento e transporte das colheitas e, em seguida, nas operações de tratos culturais como adubação, cultivo e aplicações de herbicidas e inseticidas. A frequência dessas operações mecanizadas cria uma camada de solo compacta que se localiza entre 20 e 30cm de profundidade. Essa camada, conhecida como pé-de-grade, dificulta a drenagem de água do solo e a aeração ao longo do perfil do mesmo. Nesse caso é necessário que se faça uma subsolagem para romper ou destruir essa camada. Segundo Martins Filho (2007), a subsolagem só deve ser realizada quando a camada compactada se localizar entre 0,20 e 0,50m da superfície e com o solo seco, normalmente na estação não chuvosa da região. Nas proximidades do plantio, realiza-se uma nova gradagem para o nivelamento do terreno e controle de ervas daninhas.

Os solos argilosos são mais vulneráveis à formação de pé-de-grade por isso carecem de mais atenção ou monitoramento ante esse problema. A identificação de camadas de solo endurecidas é feita com a utilização de penetrômetros (Figura 6.4) que são instrumentos que medem a compactação do perfil do solo, isto é a facilidade com que o instrumento penetra no mesmo.



Figura 6.4: Penetrômetro

Fonte: <http://www.directindustry.es/prod/apageo/penetrometro-60855-389477.html>



Figura 6.5: Subsollador de cinco hastes simples

Fonte: http://www.implementostadeu.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=30

Em terrenos arenosos, a aração e/ou a gradagem de acabamento podem ser dispensadas, principalmente quando se usarem subsoladores compostos com rolos-facas (Figura 6.6). Os torrões deixados pelas hastes subsoladoras nos solos arenosos, que normalmente são pequenos e pouco consistentes, são quebrados com facilidade pelos rolos tipo facas, ficando a superfície do terreno já nivelada.



Figura 6.6: Subsolador com rolo-faca

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

6.2.5 Sulcamento

O sulcamento é a última operação de preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar e pode ser feita com sulcadores de discos ou de aiveca. Os sulcadores de discos são mais indicados para solos recém destocados, onde ainda existem muito restos de raízes e tocos porque quando há muito impedimento ao longo do perfil do solo, os sulcadores de aiveca engancham as hastes com muita frequência, quebrando muitos parafusos, fusíveis, o que atrapalha e onera a operação.

Um sulcamento bem feito deve terminar com sulcos de profundidade uniforme e equidistante. Em lavouras de cana-de-açúcar, a profundidade média dos sulcos deve ser de 30 cm para evitar tombamentos precoces dos colmos. O espaçamento varia de acordo com uma série de fatores, como: fertilidade do solo, topografia do terreno, variedades utilizadas e sistema de cultivo (sequeiro, irrigado, colheita mecanizada, etc.).

Nas Figuras 6.7 e 6.8 observam-se dois tipos de sulcadores com cubas para colocação do adubo de fundação. Nos dias atuais há uma grande preocupação com a sustentabilidade dos cultivos que se resume à conservação das propriedades físicas e químicas do solo e, para isso, têm sido empregadas com bastante êxito às técnicas de cultivo mínimo e de plantio direto.

No cultivo mínimo, preconiza-se que o número de arações e gradagens sejam os menores possíveis, ou, até mesmo que não seja feita nenhuma dessas operações. Realizando-se apenas a dessecação das soqueiras e plantas daninhas com herbicida, uma subsolagem, com subsoladores equipados de rolos facas para o destorroamento e nivelamento do terreno e, logo em seguida, se faz o sulcamento e plantio da cana.

Por outro, lado no plantio direto, faz-se apenas a dessecação das soqueiras e das plantas nativas com herbicidas, para logo após fazer sulcamento e o plantio.



Figura 6.7: Sulcador para plantio de cana

Fonte: http://www.dmb.com.br/Catalogo/Produto.asp?Cat_ID=104



Figura 6.8: Sulcador para plantio de cana composto de discos e hastes ou aivecas aladas

Fonte: http://www.dmb.com.br/Catalogo/Produto.asp?Cat_ID=71

Resumo

O planejamento é o ponto inicial básico para o bom gerenciamento na propriedade agrícola. As áreas a serem plantadas com cana-de-açúcar, normalmente, são denominadas áreas de fundação ou áreas de renovação. As áreas de fundação são aquelas que estão sendo cultivadas com cana pela primeira vez e as áreas de renovação são as que já foram cultivadas com cana pelo menos uma vez.

É importante o conhecimento do potencial produtivo da região, como: precipitação pluvial, temperatura, luminosidade, tipo de solo, variedades cultivadas, incidência de pragas e doenças, etc. Diante disso, a escolha da variedade que melhor responderá as variáveis complementa o planejamento inicial.

Faz-se necessário o estudo da capacidade de moagem da agroindústria. E para esse dimensionamento deve-se conhecer os recursos humanos e materiais à disposição.

Para a instalação da cultura, o preparo do solo segue as mesmas operações que qualquer cultura. Dependendo do estado em que se encontra o terreno, o preparo de solo segue as seguintes operações: desmatamento, encoivramento, destoca, aração ou gradagem pesada, aplicação de adubos e corretivos (quando necessário), gradagens niveladoras ou de acabamento e sulcamento.



Atividades de aprendizagem

1. Quais são as variáveis para o planejamento da colheita e qual o objetivo da escolha dessas variáveis?
2. Quais são as etapas, e suas características, para a preparação do solo? Faça um texto sucinto sobre o assunto.
3. O que é camada pé-de-grade. Como se forma e quais suas características?

Aula 7 – Plantio, nutrição e irrigação

Objetivos

Saber em que época se dá o plantio, a sequência de preparo de solo e plantio.

Conhecer equipamentos para aspersão de insumos e de preparo do solo.

Saber quais são os principais nutrientes e para que são utilizados em uma cultura de cana-de-açúcar.

Identificar os vários tipos de irrigação e suas características.

7.1 Plantio

O plantio é uma das mais importantes etapas na produção da cana-de-açúcar. Antes de se realizar o plantio, devem-se definir as áreas de reforma e de expansão que possam ocorrer dentro da empresa agrícola. As operações de plantio são muito importantes para o êxito do ciclo da cana-de-açúcar, exigindo-se nessa etapa um bom planejamento e muito conhecimento técnico, uma vez que, nesse momento, são tomadas as decisões para todo o ciclo da cultura.

7.1.1 Época de plantio

Tradicionalmente existem duas épocas principais de plantio para a região Centro-Sul: setembro a outubro (cana-de-ano) e janeiro a abril (cana-de-ano-e-meio), mas é possível obter-se boa produtividade com plantios ao longo de todo ano, desde que sejam proporcionadas condições adequadas para o desenvolvimento da planta. De setembro a outubro é uma época mais arriscada, sendo indicada em casos de necessidade urgente de matéria-prima para a indústria. O risco de plantar nessa época decorre, principalmente, de a planta estar no meio de seu ciclo vegetativo, quando pioram as condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. Plantios efetuados nessa época propiciam menor produtividade agrícola e expõem

a lavoura à maior incidência de ervas daninhas, pragas, assoreamento dos sulcos e podem ser severamente afetadas em caso de ocorrência de geadas. Porém, manejos adequados provaram que os riscos de plantios em épocas distintas das tradicionais podem ser reduzidos, mas dependem de tecnologia de produção.

O plantio da cana-de-ano-e-meio é feito de janeiro a abril, sendo o mais recomendado tecnicamente. Além de não apresentar os riscos da outra época, permite melhor aproveitamento do terreno com o plantio de outras culturas. Em regiões quentes, como o oeste do Estado de São Paulo, essa época pode ser estendida até os meses subsequentes, desde que haja umidade suficiente. O uso da vinhaça e da irrigação em geral, mostrou aumento das possibilidades de expansão das épocas de plantio em diversas regiões.

O espaçamento, via de regra, entre os sulcos de plantio é de 1,40m, sua profundidade de 20 e 25 cm e a largura é proporcionada pela abertura das asas do sulcador num ângulo de 45°, com pequenas variações ou para mais ou para menos, dependendo da textura do solo.

Diversos estudos comprovaram maior produtividade com espaçamentos menores, principalmente em ambientes de produção menos favoráveis, porém a mecanização da cultura, em especial a colheita mecanizada, tem mostrado vantagens operacionais, e necessidade de se utilizar espaçamentos de 1,5m, para evitar o pisoteio das soqueiras pelos rodados das máquinas e unidades de transbordo. Os colmos com idade de 10 a 12 meses são colocados no fundo do sulco, sempre cruzando a ponta do colmo anterior com o base do seguinte e picado em pedaços (rebolos) que tenham aproximadamente três gemas cada.



Figura 7.1: Sequência (de A a D) de preparo do solo, do nivelamento ao rebolamento
Fotos: Carlos Henrique de Azevedo Farias

A densidade do plantio é de em torno de 12 gemas por metro linear de sulco, que, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7 a 10 toneladas por hectare. É comum haver um gasto maior de mudas, pois através de um investimento relativamente pequeno, pode-se prevenir a presença de falhas que persistirão por 4 ou 5 anos se houver gemas inviáveis nas mudas utilizadas. Os rebolos são cobertos com uma camada de terra, por volta de 7 cm, devendo ser ligeiramente compactada. Dependendo do tipo de solo e das condições climáticas reinantes, pode haver uma variação na espessura dessa camada.

O plantio é sempre o investimento crucial na condução de qualquer cultura e é a base de seu desenvolvimento. Sejam quais forem as práticas de plantio adotadas (semimecanizadas ou mecanizadas) devem atender a essas demandas. Um trabalho cuidadoso e criterioso trará sempre bons resultados ao final.



Figura 7.2: Semeio manual de cana inteira

Foto: Iedo Teodoro



Figura 7.3: Em campo, operação de cobertura

Foto: Carlos Henrique de Azevedo Farias



Figura 7.4: Aplicação de cupinicida

Foto: Carlos Henrique de Azevedo Farias



Figura 7.5: Cobridor de cana-de-açúcar com aplicador de inseticida ou cupinicida

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010



Figura 7.6: (A) Plantadeira e (B) a mesma máquina em atividade

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

7.2 Nutrição mineral

7.2.1 Calagem e adubação da cana

O conhecimento de alguns conceitos básicos é essencial para uma melhor compreensão das práticas, atividades ou operações nos cultivos agrícolas. Por isso, segue um resumo dos principais termos técnicos usados na área de adubação.

7.2.1.1 Adubação

É a operação que consiste em melhorar a composição química dos solos pela adição de adubos.

A adubação pode ser feita com dois objetivos: o primeiro visa recuperar a fertilidade do solo (adubação de restituição ou recuperação da fertilidade). Para isso, os cálculos são feitos de modo que os teores dos principais nutrientes das plantas fiquem em níveis elevados. O segundo, tem como objetivo repor os nutrientes extraídos ou exportados pelos cultivos (adubação de manutenção da fertilidade).

a) Adubo

É qualquer substância química ou orgânica (sintética ou natural) que contém um ou mais nutrientes (elemento químico) na forma disponível ou absorvível pelos vegetais.

Quanto à origem os adubos se classificam em: orgânicos, naturais e químicos. Quanto à composição, os adubos podem ser: nitrogenados, fosfatados, potássicos e mistos. A adubação também pode ser classificada de acordo com a origem e composição dos adubos utilizados que, nesse caso, recebe a mesma classificação dos adubos. Mas a adubação também é classificada em função da época de aplicação do adubo: adubação de fundação e adubação de cobertura. A adubação de fundação deve ser feita no fundo do sulco ou da cova, antes ou concomitantemente ao plantio. A adubação de cobertura deve ser feita na época em que a cultura mais necessita do nutriente. Tem como finalidade completar o restante dos níveis de nutrientes ou até mesmo adicionar nutrientes que não foram colocados na fundação.

b) Fórmula

É quantidade, em percentagem, de moléculas do elemento a ser aplicado nas plantações (no solo ou nas folhas dos vegetais – adubação foliar). As fórmulas de adubos geralmente são compostas por três números que representam o nitrogênio (N), o fósforo (P_2O_5) e o potássio (K_2O), respectivamente. Como exemplo de fórmula de adubos, temos:

- 08 – 24 – 16. Isso indica que em 100 kg dessa fórmula tem 8 kg de N, 24 kg de P_2O_5 e 16 kg de K_2O .
- 15 – 15 – 23. Nessa fórmula tem 15 kg de N, 15 kg de P_2O_5 e 23 kg de K_2O para cada 100 kg.

c) Nível

É a quantidade total de moléculas dos nutrientes ou minerais contidos nos adubos a serem aplicados por unidade de área.

Exemplo

Ao se utilizar 250 kg/ha da 08 – 24 – 16, está se colocando 20 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O por hectare. Da mesma forma que ao se usar 350 kg da fórmula 06 – 15 – 12, tem-se 21 kg de N, 52,5 kg de P_2O_5 e 42 kg de K_2O por hectare. Relação básica dos minerais de uma fórmula – é a proporcionalidade entre os minerais da fórmula. Para se calcular a relação básica de uma fórmula, basta dividir todos os números da fórmula pelo número de menor valor.

Exemplo

Para achar a relação básica da fórmula 08 – 24 – 16, dividem-se todos por 8 (que é o menor). Que irá encontrar a relação básica: 1 – 3 – 2. Para a fórmula 06 – 15 – 12, tem-se a relação básica 1 – 2,5 – 2. Essa relação básica é um parâmetro importante nos casos de substituição de uma fórmula por outra, pois, quando as relações básicas das fórmulas são iguais, para se atingir o mesmo nível de adubação, basta variar a quantidade de adubo a ser aplicada por unidade de área.

Exemplo

Se há uma recomendação de adubação com 500 kg da fórmula 06 – 18 – 12 por hectare, que representa um nível de 30 – 90 – 60 kg de N, P_2O_5 e K_2O por hectare, respectivamente, é possível substituir essa fórmula pela 05 – 15 – 10, porque a relação básica das duas é 1 – 3 – 2. Logo, só é necessário variar a quantidade que, nesse caso, será de 600 kg/ha para se atingir o mesmo nível de 30 – 90 – 60 kg de N, P_2O_5 e K_2O por hectare, respectivamente.

As unidades em que os elementos químicos são apresentados nos resultados das análises químicas dos solos podem variar de laboratório para laboratório ou de região para região. Nesse caso, os profissionais que trabalham nas áreas de fertilidade de solos e adubação de plantas precisam, a todo instante, converter as unidades divulgadas em relatórios para as unidades que expressem melhor compreensão, fato que depende também do tipo de trabalho ou cálculo a ser executado.

7.2.1.2 Calagem

É a operação que tem como finalidade principal reduzir a acidez potencial e aumentar o pH do solo através da adição de calcário. A eficiência do calcário pode ser medida pela granulometria do mesmo, pois quanto mais finas forem as partículas do calcário, mais rapidamente vão se diluir e reagir com o solo.

7.2.1.3 Gessagem

O gesso agrícola é um sal neutro. Por esse motivo ele não apresenta propriedades corretivas do pH do solo como é o caso do calcário. Essa operação é utilizada para neutralizar o alumínio das camadas mais profundas do solo, melhorando a distribuição do sistema radicular ao longo do horizonte (Figura 7.7).

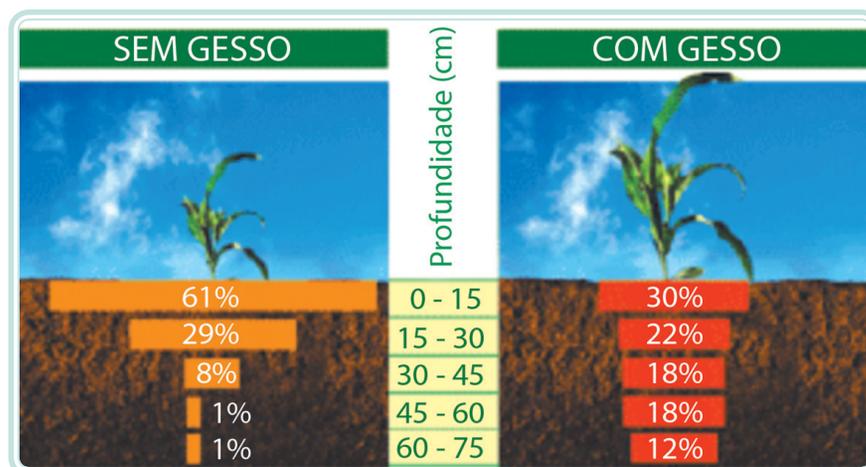


Figura 7.7: Melhoria da distribuição do sistema radicular da planta com a adição de gesso ao longo dos horizontes

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

7.2.1.4 Adubação da cana-de-açúcar

A adubação da cana-de-açúcar, assim como de outras culturas exploradas comercialmente, tem como objetivo evitar que a produtividade seja atingida pela deficiência de um dos nutrientes essenciais ao bom crescimento e desenvolvimento das plantas. No tocante à época de aplicação dos adubos, normalmente se faz uma adubação de fundação (antes ou por ocasião do plantio) e outra de cobertura, entre 60 e 90 dias após o plantio. Na adubação de fundação geralmente se coloca apenas o adubo fosfatado e o restante do adubo ou elementos químicos requeridos (potássio e nitrogênio) é colocado em adubação de cobertura. Porém, devido ao aumento do valor da mão de obra, já se recomenda também a aplicação do potássio em fundação e, em algumas circunstâncias, pode se colocar até o nitrogênio também na fundação. A ordem de absorção dos minerais pela cana-de-açúcar, conforme Casagrande (1991), geralmente é: $K > N > Ca > Mg > P > S$, sendo que em alguns tipos de solo as ordens de absorção do K e do N, P e do S podem ser invertidas. Os micronutrientes mais absorvidos são: $Fe > Zn > Mn > B \geq Cu$. O pico de absorção da maioria dos nutrientes, em cana-planta, acontece a partir dos nove meses após o plantio. Para cana-soca, esse pico ocorre a partir dos seis meses após o corte. (RODRIGUES, 1995).

7.2.2 Características e funções de minerais ou nutrientes na cana-de-açúcar

7.2.2.1 Macronutrientes

Embora seja arbitrária, uma linha divisória é traçada entre os nutrientes que são necessários em grandes quantidades, macronutrientes, e aqueles que são necessários em quantidades menores, micronutrientes. Essa divisão não significa que um nutriente seja mais importante para a cultura da cana-de-açúcar do que outro, apenas que eles são necessários em quantidades e concentrações diferentes.

a) Nitrogênio

O nitrogênio (N) constitui aproximadamente 2% da matéria seca da cana-de-açúcar e em torno de 95% do N do solo está na forma orgânica, proteica em sua grande maioria, não disponível às plantas. Após a mineralização do material, há a liberação dos íons NO_3^- e NH_4^+ , sendo essas as formas nas quais o nitrogênio é absorvido pelas plantas. Em solos de texturas franca e bem aerados, a mineralização acontece mais rapidamente. Na planta o nitrogênio controla o uso de carboidratos, controla o desenvolvimento vegetativo e florescimento. É precursor de proteínas e está presente na clorofila. Os principais sintomas de deficiência de nitrogênio nas plantas de cana-de-açúcar são: as folhas mais velhas ficam estreitas e com lâminas verde-amareladas; o tom amarelo inicia na ponta da folha e forma um V com o vértice virado para a bainha; internódios curtos e perfilhamento reduzido. O excesso de nitrogênio no solo faz com que elas permaneçam em crescimento vegetativo e isso tem reflexos na redução da sacarose.

b) Fósforo

O primeiro adubo utilizado pelo homem na agricultura foi a farinha de osso, que é um material rico em fósforo. As plantas absorvem o fósforo do solo nas formas H_2PO_4^- e HPO_4^- . Em pH inferior a 6,5, a primeira forma é mais frequente. As funções do fósforo nas plantas de cana-de-açúcar são:

- atuar na divisão e crescimento celular por isso interfere no perfilhamento;
- estimula a assimilação de nutrientes (fotossíntese);
- atuar no desenvolvimento inicial da glicose (respiração);
- tem papel essencial no armazenamento e transferência de energia.

Os sintomas aparentes da deficiência de fósforo são: redução do perfilhamento e crescimento; as folhas mais velhas ficam estreitas e arroxeadas; reduções das dimensões do sistema radicular.

O excesso de fósforo também contribui para a redução do teor de sacarose.

c) Potássio

As plantas só absorvem o potássio que está na forma trocável e solúvel, na forma de íon K^+ . As principais funções do potássio na planta de cana-de-açúcar são: controlar o movimento de açúcares na planta; regular o balanço hídrico da planta através da flexibilização da abertura e fechamento dos estômatos; elevar a produção e a pureza do caldo.

d) Cálcio

É absorvido pelas raízes das plantas como íon Ca^{++} e está presente no solo nas formas de carbonato, fosfato, silicato, orgânico, trocável e solúvel. Apenas as duas últimas são de interesse para as plantas superiores. Nas plantas, o cálcio tem como funções principais: influenciar no crescimento e funcionamento dos tecidos meristemáticos (de crescimento), nas raízes e brotos terminais. Os sintomas aparentes da deficiência de cálcio são: folhas curtas e deformadas, com amarelecimento marginal; internódios curtos, morte do broto terminal e brotação das gemas apicais. O excesso de cálcio pode induzir a deficiências de potássio e micronutrientes.

e) Magnésio

É um macronutriente que faz parte da composição da clorofila e auxiliam o transporte do fósforo através da planta. A absorção do magnésio pelas plantas se dá na forma de Mg^{++} .

A deficiência de magnésio na cana-de-açúcar faz as folhas mais velhas apresentarem limbos amarelados e pontuações avermelhadas, principais sintomas aparentes.

Pelo exposto em relação aos principais macronutrientes, pode haver consequências tanto pela falta como pelo excesso, pois a falta ou deficiência de nitrogênio inibe o crescimento vegetativo da cana-de-açúcar e acaba reduzindo a produtividade da lavoura. Mas, quantidades excessivas também podem prejudicar a cultura porque as plantas passam a crescer continuamente e têm a maturação prejudicada. O teor de fósforo tem grande importância na qualidade da matéria-prima porque teores de P_2O_5 acima de 300 ppm (parte por milhão) facilitam a clarificação do caldo.

7.2.2.2 Micronutrientes

Os micronutrientes cujo estudo é importante são: cobre, ferro, manganês e zinco.

a) Cobre

É o mais nobre dos micronutrientes metálicos, devido ao seu alto potencial de ionização e por sua rara ocorrência como elemento nativo no ambiente terrestre. O íon Cu^{++} é a forma na qual esse elemento é absorvido pelas plantas. O cobre tem as seguintes funções: é ativador da fotossíntese, ativador de sistemas enzimáticos e transportador de eletrólitos. Os solos arenosos ou que receberam calagens excessivas, normalmente apresentam baixos teores de cobre assimiláveis pelas plantas. Contudo, o efeito da lixiviação parece ser pequeno e por isso uma única aplicação pode suprir a cultura por vários ciclos. Os principais sintomas aparentes da deficiência de cobre são: folhas jovens com nervura central quebrada, perfilhamento deficiente e ocorrência de manchas disformes de coloração verde-escuro, em limbo amarelado.

b) Ferro

O ferro, respeitando-se algumas condições, é elemento de larga ocorrência na costra terrestre. A coloração de muitos solos, entre o vermelho e o amarelo, reflete a presença de óxidos de ferro com diversos graus de hidratação. As plantas absorvem ferro nas formas Fe^{++} e Fe^{+++} . As principais funções do ferro nas plantas são: transportar eletrônicos na fotossíntese, na respiração e na fixação de N_2 . Os principais sintomas aparentes de deficiência de ferro são: folhas mais novas cloróticas e estriadas, com estrias ordenadas da bainha até a ponta da folha.

c) Manganês

É um elemento de grande abundância nos solos, com presença inferior apenas ao ferro. O manganês pode ser encontrado em três formas: Mn^{+2} , Mn^{+3} e Mn^{+4} . O íon Mn^{+3} é instável em solução, ao passo que o íon Mn^{+4} só aparece em pH bem abaixo dos que são normalmente encontrados na natureza. A forma Mn^{+2} é a mais absorvida pelas plantas. Essa forma é rapidamente oxidada pelo composto orgânico MnO_2 .

Sintomas de deficiência caracterizam-se por estrias amarelas ao longo das nervuras e por folhas mais finas.



Para saber mais sobre alguns sintomas que a cana apresenta por falta de alguns nutrientes acesse:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fhvuyvaq02wyiv80v17a09ehcm584.html>

d) Zinco

No solo, uma porção relativamente pequena de zinco se encontra na forma solúvel em água, outra maior como zinco trocável e outra maior ainda como zinco relativamente insolúvel. Esse mineral é absorvido pelas plantas na forma catiônica Zn^{++} . O teor de zinco no solo é maior na superfície, provavelmente causado pela deposição de resíduos vegetais. A queima, a remoção ou lavração excessiva da superfície do solo poderão causar a deficiência desse nutriente. Na cana-de-açúcar o zinco tem como função promover a produção de ácido indol acético (AIA ou auxina) que é um promotor do crescimento celular. O Zn também ativa os sistemas enzimáticos. Os sintomas aparentes de deficiência de zinco nas plantas são: clorose nas folhas mais novas, localizada do meio do limbo para a ponta; manchas cloróticas longitudinais sem ordenação; internódios curtos.

7.2.3 Níveis de adubação da cana-de-açúcar com base na análise do solo

Nas Tabelas 7.1 e 7.2 são apresentados os níveis de adubação recomendados para a cana-de-açúcar, com base na análise química do solo para cana-planta e para cana-soca.

Tabela 7.1: Níveis de adubação recomendados para a cana-planta, com base na análise química do solo

Níveis de fertilidade		Nutrientes (kg.ha ⁻¹)		
P (ppm)	K (ppm)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Baixo	Baixo	60	180	140
Baixo	Médio	60	180	100
Baixo	Alto	60	180	60
Médio	Baixo	60	100	140
Médio	Médio	60	100	100
Médio	Alto	60	100	60
Alto	Baixo	60	50	140
Alto	Médio	60	50	100
Alto	Alto	60	50	60

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Tabela 7.2: Níveis de adubação recomendados para a cana-soca, com base na análise química do solo

Níveis de fertilidade		Nutrientes (kg.ha ⁻¹)		
P (ppm)	K (ppm)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Baixo	Baixo	80	90	140
Baixo	Médio	80	90	100
Baixo	Alto	80	90	60
Médio	Baixo	80	60	140
Médio	Médio	80	60	100
Médio	Alto	80	60	60
Alto	Baixo	80	30	140
Alto	Médio	80	30	100
Alto	Alto	80	30	60
Alto	Alto	60	50	60

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

A adubação em cultivos de cana-de-açúcar com irrigação plena também pode ser feita com base na expectativa de produtividade. Para isso, tomam-se como base os coeficientes já observados por diversos pesquisadores que são: N – 1,2 kg por tonelada de colmo esperada; P₂O₅ – 0,3 kg por tonelada de colmo esperada; K₂O – 1,4 kg por tonelada de colmo esperada.

7.2.4 Interpretação da análise química do solo

Para que o técnico em ciências agrárias, ou o produtor possa ter uma boa noção de interpretação das análises de solo, ele deve conhecer os teores de nutrientes que são considerados limitantes para o desenvolvimento da cultura, assim como os valores de pH, saturação por bases, entre outros. A meta do produtor deve ser manter o solo nas faixas de teores (de nutrientes) médios a altos para garantir boa produtividade. Assim, segundo Rossetto e Santiago (2009):

- **Teores baixos** – disponibilidade de nutrientes limita a produção.
- **Teores médios a altos** – otimização do rendimento das culturas e do retorno econômico.
- **Teores muito altos** – a produtividade geralmente não melhora em relação aos solos com teores médios a altos. O gasto extra com fertilizantes não traz retorno econômico.

7.3 Irrigação

7.3.1 Necessidade hídrica da cana-de-açúcar

A idéia da irrigação é suprir de água as plantas na quantidade necessária e no momento adequado, para obter a máxima produção e a melhor qualidade do produto.

A planta submetida a um déficit hídrico tem seu crescimento alterado em diversos aspectos. As principais alterações experimentadas são a redução do tamanho da área foliar e da produtividade da cultura. Segundo Kramer (1983), o *déficit* hídrico de uma cultura pode ser causado tanto pela perda excessiva como pela pequena absorção de água, ou ainda, pela associação desses dois fatores. O último tem um papel predominante no crescimento da cultura.

O período crítico da cana-de-açúcar, ou seja, aquele em que há maior exigência de água por parte da planta, corresponde ao período máximo de crescimento vegetativo, o que ocorre nos primeiros oito meses de vida. A necessidade hídrica da cana-de-açúcar, segundo Doorenbos e Kassan (1979), é de 1500 a 2500 mm por ciclo vegetativo.

A precipitação nas áreas canavieiras do Brasil varia de 1.100 até mais de 1.500 mm anual. Entretanto, é necessário que a distribuição seja de tal forma que haja água com abundância no período de crescimento vegetativo e um período seco durante a maturação, o que proporciona maior acúmulo de sacarose. Para Doorenbos e Kassan (1979), produções em áreas irrigadas em torno de 100 a 150 t/ha demandam de 1.500 a 2.000 mm por ciclo de 365 dias.



Para saber mais sobre o
AGRITEMPO acesse:
<http://www.agritempo.gov.br>

O AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, permite aos usuários o acesso, via Internet, às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros. Além de informar a situação climática atual, o sistema alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro.

Especificamente para o manejo da irrigação, o sistema AGRITEMPO fornece mapas sobre a água disponível no solo e necessidade de irrigação para todos os Estados brasileiros. São informações coletadas de inúmeras estações meteorológicas espalhadas no país, atualizadas diariamente.

7.3.2 A irrigação em cana-de-açúcar

A irrigação da cana-de-açúcar sempre foi questionada nas regiões tradicionais do sul do país, pela incerteza da resposta da planta em relação aos custos de irrigação. Mas, nos estados tradicionais do Nordeste, a irrigação se torna imprescindível para que a cana seja economicamente viável.

7.3.3 Terminologias da irrigação da cana-de-açúcar

Na irrigação da cana-de-açúcar e de outras culturas perenes e semi-perenes, são utilizados alguns termos relativos à frequência ou percentual da demanda hídrica total das plantas cultivadas. São os principais:

7.3.3.1 Irrigação de salvação

A irrigação de salvamento consiste no fornecimento mínimo de água para garantir uma boa brotação da socaria, como, também, controlar o ataque de lagarta elasmô nas áreas que são queimadas e colhidas manualmente, problema que deixa de existir quando se faz a colheita de cana crua, pois o colchão de palha protege contra o ataque da praga.

A irrigação de salvação na cultura da cana-de-açúcar, assim como em outras culturas perenes e semi-perenes, tem como objetivo a manutenção do número de plantas por unidade de área, por meio da aplicação de lâminas.

Os sistemas de irrigação mais indicados para esse fim são os auto-propelidos e os canhões de montagem direta de alta pressão. Normalmente os custos da irrigação de salvação são muito elevados e, por isso, não trazem ganhos econômicos diretos, no sentido de aumento de produtividade, tendo como vantagem apenas a longevidade do canavial.

Pode-se fazer a irrigação de salvamento com água ou vinhaça. O volume de vinhaça a ser aplicado depende das características químicas da vinhaça, do tipo de solo e da época de aplicação. Quando se utiliza a água, deve-se levar em consideração apenas os últimos fatores.

7.3.3.2 Irrigação complementar

Na irrigação complementar a água a ser utilizada para atender à demanda de quantidade de evaporação e transpiração das plantas nas culturas vem, em parte, da irrigação e da precipitação efetiva local, ou seja, a irrigação complementa a precipitação efetiva no atendimento da demanda de evaporação e transpiração das plantas na cultura. Assim, o objetivo principal dessa

irrigação é completar o crescimento da cana com a aplicação de lâminas. Essas lâminas normalmente são divididas em 3 ou 5 aplicações. Os sistemas de irrigação mais indicados para essa irrigação são os pivôs (circular rebocável, paralelo e circular fixo).

7.3.3.3 Irrigação plena

A água necessária para atender à demanda hídrica das culturas é aplicada via irrigação. Deve ser praticada em regiões onde a precipitação (chuva) é insignificante. Para o dimensionamento dos projetos, usa-se a maior demanda diária que ocorrerá durante o ciclo da cultura, ou seja, maior demanda hídrica potencial da cultura.

Nessa irrigação, a necessidade hídrica da cultura é totalmente atendida. Os sistemas de irrigação mais utilizados são os pivôs paralelos e circulares e o gotejamento subsuperficial.

7.3.4 Sistemas de irrigação usados na cana-de-açúcar

Denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. A irrigação visa a corrigir a distribuição natural das chuvas.

Existem basicamente quatro formas de aplicação de água às áreas irrigadas, que caracterizam os principais métodos de irrigação: através da superfície do solo (sistema de irrigação superficial); água aspergida através de pequenas gotículas (sistema de irrigação por aspersão); água aplicada em pequena intensidade e próxima ao sistema radicular das plantas (sistema de irrigação localizada ou microirrigação); ou através do movimento ascensional da água do lençol freático (sistema de irrigação sub-superficial).

Para a planta não existe um sistema melhor do que outro, mas aquele que melhor se adapta às condições desejadas. Diversos fatores influenciam na escolha de um sistema de irrigação como solo, clima, topografia, energia disponível na propriedade, disponibilidade de água, capacidade de retenção de água do solo, qualidade da água que influencia na escolha do sistema de irrigação e tratos culturais.

O método de irrigação mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar é o da aspersão, seguido da irrigação por superfície. Porém, atualmente o método de irrigação localizado por gotejamento vem crescendo muito.

Os sistemas de irrigação, pivô central, canhão de alta pressão com montagem direta e carretéis autopropelidos são os mais utilizados pelo método de aspersão. Para o cultivo da cana-de-açúcar, Scardua e Rosenfeld (1987) observam que espaçamento, altura da cultura, tratos culturais e práticas de colheita são fatores que devem ser considerados na escolha do sistema a ser adotado.

7.3.4.1 Irrigação por superfície

É um método utilizado mundialmente em que a água é aplicada diretamente na superfície do solo e que possui as seguintes modalidades: por sulco, por inundação e em faixas. O método requer alguns cuidados como a sistematização das áreas, declividade de 0 a 6%, e, às vezes, o terreno tem de ser modificado para manutenção e operação.

É um sistema em que deve haver abundância de disponibilidade de água. Não é recomendado para solos com permeabilidade alta, devido à perda excessiva por percolação, nem para solos instáveis devido à formação de crateras quando molhados. Não requer excelência na qualidade da água, tem baixo consumo de energia, mas possui baixa eficiência de aplicação.

Na irrigação por superfície, no cultivo de cana-de-açúcar, a água é aplicada de forma concentrada, em sulcos de irrigação abertos paralelamente às fileiras das plantas (Figura 7.8). Esses sulcos (pequenos canais na entrelinha) podem ser retos ou em contorno ou ainda em ziguezague, quando necessário. É um método que apresenta baixa eficiência de aplicação de água. É recomendado apenas para situações específicas de solos de textura médio-argilosa e topografia plana. Na cultura da cana-de-açúcar, a vinhaça pode ser aplicada por sistema de sulcos.

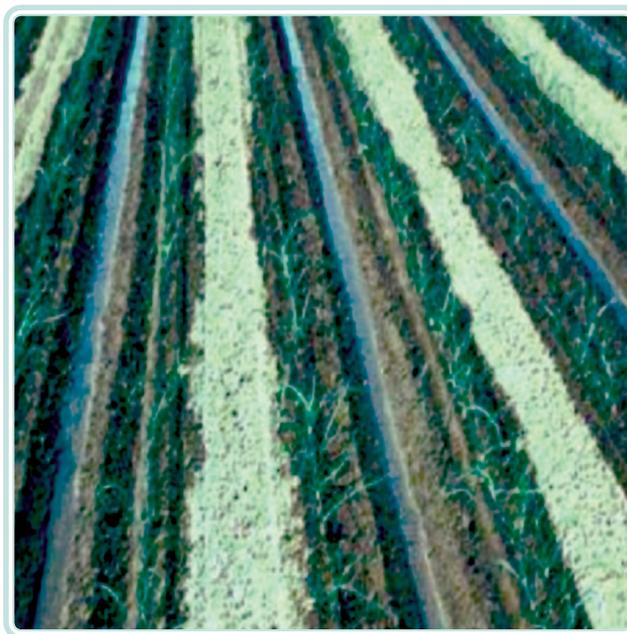


Figura 7.8: Irrigação por superfície, tipo sulco, em cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

7.3.4.2 Irrigação por aspersão

É um dos sistemas mais utilizados na cultura da cana-de-açúcar. Nesse sistema, a água é aspergida ao solo na forma de chuva artificial com o fracionamento do jato de água em gotas. É um método que não exige sistematização do terreno e pode ser utilizado em diferentes tipos de solo e de fácil instalação em culturas já estabelecidas.

Permite a aplicação de fertilizantes e defensivos e um bom controle da lâmina e da salinidade do solo. O vento pode ser considerado como um fator limitante, afetando a distribuição de água. Há perda por evaporação quando a temperatura é elevada e a umidade relativa do ar é baixa.

Os sistemas mais utilizados por aspersão na cultura da cana-de-açúcar são: o pivô central (fixo e rebocável), linhas autopropelidas com deslocamento linear (também chamado pivô linear), aspersores autopropelidos com carretel enrolador e os aspersores-canhão.

a) Aspersores-canhão

São sistemas convencionais, móveis, constituídos de tubulações portáteis tanto na linha principal como nas linhas laterais. Utilizam-se de tubos de alumínio de quatro a seis polegadas (100 a 150 mm) e de aspersores gigantes tipo canhão, podendo ser utilizados para aplicação de vinhaça e irrigação

de salvamento. É um sistema pouco usado, pois está sendo substituído por outros mais eficientes (Figura 7.9).



Figura 7.9: Irrigação por aspersão, sistema convencional com canhão, em cana-de-açúcar

Fonte: <http://casa.hsw.uol.com.br/irrigacao2.htm>

b) Pivô central

Consiste em um sistema de movimentação circular, formado por uma linha montada sobre torres, com vários aspersores variando em tamanho de 150 a 600 metros. As torres possuem rodas e mecanismos de propulsão. Possui um painel de controle pelo qual é possível programar velocidade e vazão, determinando a lâmina de água a ser aplicada.

Sua utilização vem crescendo no setor, com equipamento menor, o qual permite sua utilização em irrigação de salvamento e por possuir maior mobilidade. Tem como vantagem melhor uniformidade na distribuição de água e melhor eficiência operacional se comparado ao sistema auto-propelido e, como desvantagem, maior investimento inicial. Pode ser fixo ou rebocável. Ele é rebocável quando sua base é montada sobre rodas, o que facilita o transporte ao longo do canal (Figura 7.10).



Figura 7.10: Irrigação por aspersão, tipo pivô central rebocável, em cana-de-açúcar

Foto: Carlos Henrique de A. Farias

c) Linhas autopropelidas com deslocamento linear

É outra opção para a cultura da cana-de-açúcar com praticamente todas as vantagens do pivô central, sem perda de área irrigada, pois a linha lateral desloca-se ao longo da área. Exige áreas com baixíssima declividade e adapta-se melhor em áreas onde é possível estabelecer talhões de forma retangular. O sistema linear pode ser abastecido por um canal lateral ou central, ou por tubulações providas de hidrantes (Figura 7.11).



Figura 7.11: Irrigação por aspersão, tipo pivô linear, em cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

d) Autopropelido

O sistema é constituído por um motor para propulsão, um aspersor tipo canhão, uma mangueira de alta pressão, um carretel enrolador e uma plataforma onde é instalado.

O aspersor-canhão é montado em uma plataforma que se desloca sobre o terreno, irrigando-o simultaneamente em faixas de acordo com a característica do canhão movimentado por energia hidráulica. O carretel enrolador é um conjunto motriz formado por uma turbina hidráulica e um redutor de velocidade que aciona um carretel conectado a uma mangueira de polietileno

(Figura 7.12). Tem como vantagens a facilidade operacional, a mobilidade, e menor quantidade de tubos e acessórios. Tem como desvantagem o alto consumo de energia e a necessidade de cuidados por se tratar de um equipamento pesado e de alto custo.



Figura 7.12: Irrigação por aspersão, autopropelido, em cana-de-açúcar

Fonte: <http://www.euacheifacil.com.br/terra-molhada/guia143998/>

e) Montagem direta

O sistema montagem direta consiste basicamente de um conjunto de moto-bomba acoplado a um aspersor tipo canhão, montados em chassi com rodas (Figura 7.13). O sistema também pode ser dotado de extensões (tubulações), com o objetivo de aumentar o espaçamento entre canais, que atravessam os talhões de cana.

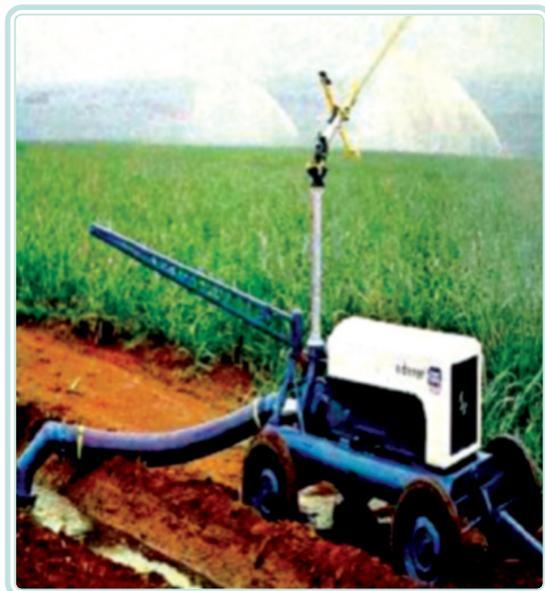


Figura 7.13: Irrigação por aspersão, montagem direta, em cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

7.3.4.3 Irrigação localizada (microirrigação)

Nesse sistema de irrigação, a água é conduzida por uma rede de tubulações. A água é aplicada diretamente na raiz das plantas, com pequenas vazões, baixas e constantes pressões, o que permite manter úmido o solo próximo à capacidade de campo. Quando bem manejado, esse sistema proporciona boa uniformidade na aplicação, excelente eficiência no uso da água, pouca perda de água por escoamento superficial e economia de mão-de-obra.

É um método que exige água de boa qualidade, e um sistema de filtração adequado. Pelo fato de os orifícios de saída dos emissores serem muito pequenos e trabalharem em baixa pressão e constantemente, pode ocorrer o entupimento deles mesmos. Além disso, é um método de custo elevado para sua implantação, requerendo boa manutenção e manuseio, com uso de mão de obra especializada.

a) Irrigação localizada subterrânea

Também denominado subsuperficial, é um sistema de irrigação por gotejamento enterrada, que já é utilizada em muitos países no sistema de produção de cana-de-açúcar. A instalação é subterrânea em uma profundidade de 20 a 40 cm. Assim, a água é aplicada diretamente na zona radicular na subsuperfície do solo, oferecendo algumas vantagens como não interferir nas operações agrícolas, reduzir custo de manutenção do equipamento, estimular sistema radicular mais profundo, e diminuir perda de água e nutrientes (Figura 7.14). A aplicação direta na zona radicular possibilita que a superfície do solo permaneça seca, diminuindo a incidência de pragas e doenças e reduzindo as perdas por evaporação.

Esse sistema apresenta algumas desvantagens como a ocorrência de vácuo no interior das linhas de distribuição após o desligamento, o que provoca a entrada por sucção de partículas sólidas por orifícios menores. Este tipo de problema pode ser contornado com a utilização de emissores anti-drenantes e instalação de válvulas antivácuo.

Na irrigação localizada, a qualidade da água tem grande importância devido à pequena dimensão dos orifícios de saída dos emissores. A escolha do sistema de filtração é de fundamental importância para evitar entupimentos e garantir o bom funcionamento do sistema. É um sistema que, ultimamente, vem crescendo no setor sucroalcooleiro, mas tem alto custo de implantação e sua viabilidade econômica se dá quando há altas produtividades e elevado número de cortes (cerca de dez cortes).

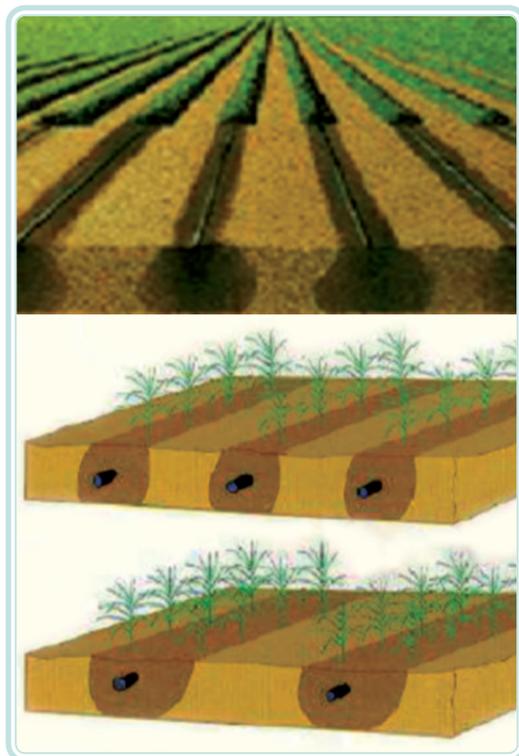


Figura 7.14: Irrigação localizada, gotejamento subterrâneo, em cana-de-açúcar

Fonte: Neto, J. D. et al, 2010

Resumo

As operações de plantio são muito importantes para o êxito do ciclo da cana-de-açúcar. A época de plantio deve ser escolhida de acordo com necessidade da indústria e também a cana-de-açúcar deverá ser plantada de maneira criteriosa.

A nutrição mineral visa atender a recuperação do solo e dar fertilidade a esse. Envolve a adubação, calagem e gessagem.

Os macronutrientes (como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio) e os micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) são essenciais à cultura da cana-de-açúcar, em diferentes concentrações.

A cana-de-açúcar possui 70% de água (em massa) em sua composição. Por isso é uma cultura que deve ter a disponibilidade hídrica suprida, em momentos adequados, para uma boa produção e qualidade. Há várias técnicas de irrigação e maquinários, cada qual com seu custo benefício, e deverá ser escolhida pelo produtor para melhor lhe atender.



Atividades de aprendizagem

1. Qual é a sequência do preparo do solo para plantio?
2. Porque se deve ter, normalmente, um gasto maior com mudas para plantio?
3. O que é adubo? E o que é adubação? Conceitue com suas palavras.
4. Qual é o objetivo da calagem?
5. Qual é o objetivo da gessagem?
6. Qual é o papel do fósforo na planta?
7. Qual é o papel do ferro na planta?
8. Quais são os fatores a serem analisados e quais suas interpretações em uma análise química do solo?
9. Qual a importância da irrigação à cultura da cana-de-açúcar?
10. Cite 3 sistemas de irrigação e descreva-os.

Aula 8 – Parâmetros de qualidade da cana-de-açúcar

Objetivos

Conhecer os parâmetros usados para analisar a qualidade da cana-de-açúcar

8.1 Qualidade da cana-de-açúcar

Antes, a qualidade da cana-de-açúcar era determinada exclusivamente pela POL (sacarose aparente). Atualmente, há uma definição mais completa, que engloba as características físico-químicas e microbiológicas dessa matéria-prima, que podem afetar, significativamente, a recuperação do açúcar na fábrica e a qualidade do produto final.

Dois tipos de fatores afetam a qualidade da matéria-prima destinada à indústria:

- **Fatores intrínsecos** – relacionados à composição da cana (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais), que são afetados de acordo com a variedade da cana, variações de clima (temperatura, umidade relativa do ar, chuva), solo e tratamentos culturais.
- **Fatores extrínsecos** – relacionados a materiais estranhos ao colmo (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras) ou compostos produzidos por microrganismos devido à sua ação sobre os açúcares do colmo.

Para avaliar corretamente a qualidade da matéria-prima é preciso considerar dois aspectos – a riqueza da cana em açúcares e o potencial de recuperação dos açúcares da cana. A Figura 8.1 ilustra a coleta de amostras de cana para avaliação da sua qualidade. Existe uma série de indicadores que permitem avaliar tanto a riqueza da cana como a qualidade dela para a recuperação dos açúcares.



Figura 8.1: Amostragem de cana para avaliação da qualidade

Foto: Raffaella Rossetto

Tabela 8.1: Indicadores da qualidade e valores recomendados para a cana-de-açúcar

Indicadores	Valores recomendamos
POL	> 14
Pureza (POL/Brix)	> 85%
ATR (sacarose, glicose, frutose)	> 15% maior possível
AR (glicose, frutose)	< 0,8%
Fibra	11 a 13%
Tempo de queima/corte	< que 35 horas para cana com corte manual
Terra na cana (minerais)	< 5 kg/t cana
Contaminação da cana	< 5,0 x 10 ⁵ bastonetes/ml no caldo
Teor de álcool no caldo da cana	< 0,6% ou < 0,4% Brix
Acidez sulfúrica	< 0,80
Dextrana	< 500 ppm/Brix
Amido de cana	< 500 ppm/Brix
Broca de cana	< 1,0%
Índice de Honig-Bogstra	> 0,25%
Palhiço na cana	> 5,0%
Ácido aconítico	< 1.500 ppm/Brix

Fonte: Ripoli e Ripoli, 2004

Os principais fatores relacionados à qualidade da cana-de-açúcar são POL (sacarose aparente), pureza, ATR (açúcares redutores totais) na cana, teor de açúcares redutores, percentagem de fibra e tempo de queima e corte.

Seguem as definições desses indicadores:

POL – teor de sacarose aparente na cana. Para a indústria canavieira, quanto mais elevados os teores de sacarose, melhor.

Pureza – é determinada pela relação $POL/Brix \times 100$. Quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar. Todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na POL, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos e algumas proteínas.

ATR – indicador que representa a quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose). O ATR é determinado pela relação $POL/0,95$ mais o teor de açúcares redutores. A concentração de açúcares na cana varia, em geral, dentro da faixa de 13 a 17,5%. Entretanto, é importante lembrar que canas muito ricas e com baixa percentagem de fibras estão mais sujeitas a danos físicos e o ataque de pragas e microrganismos. Os estudos mostram que nas primeiras 14 horas de deterioração da cana, 93% das perdas de sacarose foram devidas à ação de microrganismos, 5,7% por reações enzimáticas e 1,3% por reações químicas, resultantes da acidez.

Açúcares redutores – é a quantidade de glicose e de frutose presentes na cana, que afetam diretamente sua pureza, já que refletem em menor eficiência na recuperação da sacarose pela fábrica.

Porcentagem da fibra da cana – reflete na eficiência da extração da moenda, ou seja, quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração. Por outro lado, é necessário considerar que variedades de cana com baixos teores de fibra são mais suscetíveis a danos mecânicos ocasionados no corte e no transporte, o que favorece a contaminação e as perdas na indústria. Quando a cana está com a fibra baixa, ela também acama e quebra com o vento, o que a faz perder mais açúcar na água de lavagem.

Tempo de queima/corte – é o tempo entre a queima do canavial e a sua moagem na indústria (no caso da colheita manual), ou o tempo entre o corte mecanizado e a moagem. Quanto menor o tempo entre a queima/corte da cana e a moagem, menor será o efeito de atividades microbianas nos colmos e melhor será a qualidade da matéria-prima entregue à indústria. Além de afetar a eficiência dos processos de produção de açúcar e álcool, o tempo de queima/corte também afeta a qualidade dos produtos finais e o desempenho dos processos.

Outros fatores que afetam a qualidade da matéria-prima são:

- temperatura ambiente;
- frequência e quantidade de chuvas;
- umidade relativa do ar;
- quantidade de terra na cana;
- contaminação da cana por bactérias, fungos e leveduras;
- teor de álcool no caldo da cana;
- acidez do caldo, ocasionado por microrganismos;
- concentração de dextrana, composto formado a partir da hidrólise da sacarose por bactérias e associada, portanto, à deterioração da cana;
- concentração de amido na cana;
- pragas e doenças;
- índice de *Honig-Bogstra*, que é um indicador da performance da decantação do caldo;
- quantidade de palhiço;
- quantidade de ácido aconítico no caldo.

8.2 Importância da qualidade da cana para a eficiência industrial

Nos últimos anos, pesquisas sobre a qualidade da matéria-prima e trabalhos em parceria com usinas e destilarias possibilitaram a descoberta de novos indicadores. A partir das análises de correlação e regressão desses indicadores, tem sido possível dimensionar o impacto da qualidade da matéria-prima sobre o rendimento industrial, sobre as perdas, insumos e qualidade do açúcar produzido.

Baseadas em números, as usinas podem fixar metas e tomar decisões em busca da melhoria dos resultados, tanto para a área agrícola, como para a industrial. Sem indicadores e números que orientem ambas, não é possível esperar ganhos reais em desempenho, rendimento e qualidade. Se o objetivo é obter desempenhos elevados e produtos de qualidade, essas duas áreas precisam interagir, diuturnamente.

Resumo

A qualidade da cana-de-açúcar engloba as características físico-químicas e microbiológicas, podendo afetar a matéria-prima, e, por consequência, a recuperação do açúcar na fábrica, afetando assim a qualidade do produto final.

Dois tipos de fatores afetam a qualidade da cana-de-açúcar: os que são relacionados à composição da cana e os que são relacionados a materiais estranhos ao colmo.

Para avaliar corretamente a qualidade da matéria-prima é preciso considerar dois aspectos: a riqueza da cana em açúcares e o potencial de recuperação dos açúcares da cana.

A partir das análises de correlação e regressão desses indicadores, tem sido possível dimensionar o impacto da qualidade da matéria-prima sobre o rendimento industrial, importantes para a busca constante da melhor eficiência da indústria.

Atividades de aprendizagem

1. Quais os fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar? Cite-os.
2. Quais as características da matéria-prima que deve se considerar para avaliar a qualidade da cana-de-açúcar?
3. Qual é a importância da qualidade da cana para indústria?



Referências

ALCARDE, André Ricardo. **Processamento da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_102_22122006154841.html>. Acesso em: 29 mar. 2010.

BACCHI, O. O. S. **Ecofisiologia da Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1985. 20 p.

BAPTISTELLA et al. **População Trabalhadora no Rural Paulista em 2004**. IEA, publicado em 29/05/2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=2187>>.

BARBOSA et al. Características de Genótipos de Cana-de-Açúcar RB. Boletim Técnico **Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar-PMGCA**. Maceió: UFAL, 2008. p. 18.

CASAGRANDE, S. A. **Tópicos de Morfologia e Fisiologia da Cana-de-Açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da Cana-de-Açúcar**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 307 p.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3_levantamento2008_dez2008.pdf>.

COOPERSUCAR. **Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <http://www.copersucar.com.br/institucional/por/academia/cana_acucar.asp>. Acesso em: 12 mar. 2010.

DILLEWIJN, C. V. **Botanique de la Cane a Sucre**. Wageningen: Veenman e Zonen, 1960. 591 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yiels Response to Water**. Rome: FAO, 1979. 306 p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. **Crop-water Relations**. New York: John Wiley. 1983. 547 p.

IBGE. **Culturas Temporárias e Permanentes 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/default.shtm>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

IBGE. **Valor da Produção da Agricultura Cresce 17,8% de 2006 para 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1290&id_pagina=1>. Acesso em: 28 fev. 2010.

IAIÁ, A. M. Sistema Produtivo da Cana-de-Açúcar. In: **Curso de Especialização em Gestão na Indústria Sucroalcooleira**. UFMT, Cap. 2, 2009.

KRAMER, P. J. **Water Relations of Plants**. New York: Academic Press, 1983. 489 p.

MARTINS FILHO, M. V. Manejo e Conservação do Solo em Áreas de Expansão e Renovação de Canavial. In: Silvelena Vanzolini Segato et al (org.) **Expansão e Renovação de Canavial**. Piracicaba: CP 2, 2007. Cap. 4, p. 53-68.

MEDEIROS, D. **Efeito da Palha de Cana-de-Açúcar (*Scoccharum spp*) sobre o Manejo de Plantas Daninhas e Dinâmica do Banco de Sementes**. 2001. 126 f. Dissertação de Mestrado. Esalq/USP, Piracicaba.

NETO, J. D.; TEODORO, I.; FARIA, C. H. A. Sistema Produtivo da Cana-de-Açúcar. In: **Curso de Especialização em Gestão da Indústria Sucoalcooleira**. UFCG, 2010. Cap. 2, p. 10.

PEREIRA, L. L.; TORREZAN, H. F. Colheita Mecanizada da Cana-de-Açúcar. In: Silvelena Vanzolini Segato et al (org.) **Atualização em Produção de Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 20, p. 333-344.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de Cana-de-Açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros & Marques, Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da Cana-de-Açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências, 1995. 69 p.

ROSSELL, Carlos Eduardo Vaz. **Qualidade da Matéria-Prima**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/PPaper_sessao_1_Rossell_000fxg4uzq002wyiv80soht9h3dff8cq.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2010.

ROSSETTO, F.; SANTIAGO, A. D. **Interpretação da Análise do Solo**. Agência de Informação da EMBRAPA, cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 07 jun. 2009.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, V. Irrigação da Cana-de-Açúcar. In: PARANHOS, S. B. (coord.) **Cana-de-Açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 3, p. 373-431.

SEGATO, S. V.; PEREIRA, L. L. Colheita da Cana-de-Açúcar: corte manual. In: SEGATO, Silvelena Vanzolini et al (org.) **Atualização em Produção de Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 19, p. 319-332.

SEGATO, S. V.; PINTO, de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de V. **Atualização em Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: Autores, 2006.

SIAMIG. **Notícias do Dia**. Disponível em: <http://www.siamig1.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=61>. Acesso em: 12 mar. 2010.

UNICA. Setor sucoenergético – Mapa da Produção. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode={D6C39D36-69BA-458D-A95C-815C87E4404D}>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

VIAN, Carlos Eduardo Freitas. **Qualidade de Matéria-Prima**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html>. Acesso em: 03 mai. 2010.

VITTI, Godofredo cesar et al. **Nutrição e Adubação da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Nutricao+cana+GVitti_000fh3r3vzp02wyiv80rn0etnmc6zamd.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2010.

Currículo do professor-autor

João Paulo Nunes da Silva é Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR. Atualmente é funcionário público federal, com o cargo de Assistente em Administração e lotado no IFG–Campus de Inhumas-GO.



Maria Regina Nunes da Silva é professora mestre em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP–Bauru-SP). Trabalhou na linha de pesquisa “Estudos do meio Ambiente” com ênfase aos Resíduos Sólidos Urbanos. Graduada em Geografia e Pedagogia, com especialização em Ciências Sociais. Ocupou vários cargos nas instâncias estaduais e federais como professora e coordenadora de ensino. Atualmente é professora substituta no IFG–Campus de Inhumas-GO, lecionando no curso de Licenciatura em Química, na área de Educação.



