



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

AGRICULTURA, PECUÁRIA, PESCA E AQUICULTURA

dossiê técnico

Cultivo de cana de açúcar

Informações sobre o cultivo de cana-de-açúcar

Bruno Henrique Cruz França; Marcelo Jasinski
Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro - REDETEC

Novembro/2007
Edição atualizada em Fevereiro/2022





Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

dossiê técnico

Cultivo de cana de açúcar

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



FIERGS SENAI

Sistema FIEB TEL

SENAI



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



Dossiê Técnico	FRANÇA, Bruno Henrique Cruz; JASINSKI, Marcelo Cultivo de cana de açúcar Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro - REDETEC 1/11/2007
Resumo	Este Dossiê trará informações sobre o cultivo da cana-de-açúcar, clima e solo, cultivares, plantio, colheita. Serão abordados também informações sobre utilização do bagaço de cana-de-açúcar em diferentes atividades.
Assunto	CULTIVO DE CANA DE AÇÚCAR
Palavras-chave	<i>Agricultura; cana; cana de açúcar; cultivo; plantio; bagaço</i>
Atualizado por:	AMBROZINI, Beatriz



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2. CULTIVO	5
2.1. CLIMA	5
2.2. SOLO	5
2.2.1. CORREÇÃO DO SOLO	6
2.2.2. ADUBAÇÃO	6
2.3. CULTIVARES	7
2.4. PLANTIO	7
2.5. TRATOS CULTURAIS	8
2.6. COLHEITA	9
2.7. PRODUÇÃO DE MUDAS	11
2.8. PRAGAS E SEU CONTROLE	11
3. SUBPRODUTOS	13
3.1. O BAGAÇO COMO ENERGIA	13
3.2. ETANOL	13
3.3. O BAGAÇO DE CANA NA ALIMENTAÇÃO	14
3.3.1. TRATAMENTO COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO	15
3.3.2. TRATAMENTO COM AMÔNIA	15
3.3.3. TRATAMENTO COM UREIA	15
3.3.4. TRATAMENTO COM VAPOR SOB PRESSÃO	15
3.4. ARTESANATO COM BAGAÇO	16

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO

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. A planta pertence ao gênero *Saccharum*, que possui pelo menos seis espécies, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, recebendo a designação "*Saccharum spp.*". A planta é a principal matéria-prima para a fabricação do açúcar e álcool (etanol).



Figura 1: Cana-de-Açúcar
Fonte: Lageado, [199?].



Figura 2: Cana-de-açúcar
Fonte: Baixaki, [199?]

A cana-de-açúcar é uma planta semiperene. O seu sistema radicular compreende:

- *Raízes temporárias* (o primeiro órgão da planta que se desenvolve duras menos de trinta dias), que suprem alimento para a planta nos primeiros dias de estágio do seu desenvolvimento;
- *Raízes permanentes* que partem do ponto abaixo do colo e acompanham a planta durante toda sua vida;
- *Raízes adventícias* ou aéreas que partem dos primeiros nós do colmo.

Composição por 100 g:

- Açúcar mascavo
 - o 356 calorias
 - o 0,40 g de proteínas
 - o 51 mg de cálcio
 - o 44 mg de fósforo
 - o 4,20 mg de ferro
 - o 0,02 mg de vitamina B1
 - o 0,11 mg de vitamina B2
 - o 2 mg de vitamina C.

- Açúcar refinado
 - o 385 cal
 - o 0,10 mg de ferro.

- Caldo de cana
 - o 82 calorias
 - o 0,30 g de proteínas
 - o 13 mg de cálcio
 - o 12 mg de fósforo
 - o 0,70 mg de ferro
 - o 0,02 mg de vitamina B1
 - o 0,01 mg de vitamina B2
 - o 2 mg de vitamina C.

Pesquisadores admitem que a cana-de-açúcar possa ter surgido primeiramente na Polinésia; alguns arriscam a Papua Nova Guiné como berço da gramínea. Outros estudos mostram o surgimento da cana-de-açúcar há 6 mil anos na Indonésia, Filipinas e norte da África como expansão natural nos dois mil anos após o primeiro registro da planta. O único

consenso entre a comunidade científica é que a origem da planta é asiática.

Na China ela foi introduzida por volta de 800 a.C. e o açúcar cru já era produzido em 400 a.C. Porém, só a partir de 700 d.C. começou a ser comercializado. Porém, a cana e seus derivados foram mantidos em segredo, já que o produto da planta era raro e luxuoso, principalmente para os povos mais distantes do comércio asiático.

Cuba também se beneficiou da cana-de-açúcar, quando tinha toda a sua produção com venda garantida para a União Soviética. Entretanto, com a queda da União Soviética houve um colapso na economia cuba, com a retirada de cerca de 4 a 6 bilhões de dólares entre 1989 e 1993, o que representou uma perda de, pelo menos, 35% relação ao seu PIB.

A cana-de-açúcar também é o principal produto de exportação em países do Caribe como a Jamaica, Barbados, etc. Vários países da África austral, principalmente a África do Sul, Moçambique e as ilhas Maurício, são igualmente importantes produtores de açúcar. Historicamente a cana de açúcar é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo cultivada desde a época da colonização. Na época dos engenhos foi a base da economia do nordeste brasileiro. A principal força de trabalho empregada na época foi a da mão-de-obra escravizada de origem africana principalmente e posteriormente de origem indígena; os escravos passavam até 18 horas/dia nas lavouras. No final do séc. 19, com a mudança da economia brasileira para a monocultura do café, os trabalhadores foram deslocados dos engenhos para as fazendas de café.

No Brasil, as terras propícias para o cultivo da cana-de-açúcar não chegam a 1%. Porém, é nessa mesma terra que se plantam 4,5 milhões de hectares de cana, o que equivale a 19% da área do Reino Unido e 8% do território francês.

Nas condições de Brasil Central, a produção de cana integral fresca/ ha/corte pode variar entre 60 e 120 toneladas, por um período de até cinco anos.

Tabela 1: Dados de produção por região, de 1995 a 2000, em milhões de toneladas

Estados	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Var % a.a
Paraná	19.350	28.000	21.000	23.000	24.500	26.000	7,7
São Paulo	174.180	180.000	185.000	190.000	195.000	200.000	2,8
Minas Gerais	16.726	17.000	18.000	19.000	19.500	20.000	3,6
Centro – Oeste	19.267	21.000	24.000	27.500	31.000	34.000	12,0
Alagoas/Pernambuco	42.314	35.000	36.000	37.500	39.000	40.000	-1,1
Outros	49.014	50.000	52.000	53.500	55.000	56.500	2,9
Total Brasil	320.851	324.000	338.000	352.000	365.500	378.500	3,4

Fonte: Tio Sam, [199?]

Do seu processo de industrialização obtêm-se como produtos o açúcar nas suas mais variadas formas e tipos, o álcool (anidro e hidratado), o vinhoto, o bagaço e mais recentemente o biodiesel. É fonte de energia natural, limpa e renovável com alto potencial energético, pois cada tonelada produz 80 litros de etanol sendo que um hectare de terra produz 88 toneladas de cana-de-açúcar, no total são produzidos 7040 litros de etanol por hectare. Cada tonelada tem o potencial de 1,2 barris de petróleo.

O país conta com uma posição privilegiada para atender às necessidades de maiores importações tanto de açúcar quanto de álcool anidro para fins combustíveis. O Brasil possui duas regiões produtoras a Centro-Sul e o Nordeste, com safras alternadas. Assim, podemos manter presença no mercado mundial ao longo de todo o ano.

A tecnologia para a produção de álcool anidro a partir da cana-de-açúcar é relativamente avançada. Tem o menor custo de produção do mundo e ainda possui potencial de expansão de área plantada e de produtividade.

A região Nordeste vem perdendo prestígio como produtora de cana-de-açúcar deste a

implementação do Proálcool. Em São Paulo, por exemplo, a produção está na média de 80 kg/há ao passo que no Nordeste não passa de 60 kg/ha.

Devido à grandeza dos números do setor sucroalcooleiro no Brasil, não se pode tratar a cana-de-açúcar, apenas como mais um produto, mas sim como o principal tipo de biomassa energética, base para todo o agronegócio sucroalcooleiro, representado por 350 indústrias de açúcar e álcool e 1.000.000 empregos diretos e indiretos em todo o Brasil. (Banco de dados de biomassa no Brasil).

2. CULTIVO

No Centro-Sul se concentra cerca de 85% da produção nacional, as precipitações ocorrem de setembro a fevereiro e no Nordeste nos meses de junho e julho. Dessa forma, o desenvolvimento das lavouras ocorre em períodos alternados - a safra do Centro-Sul é contada de maio a abril, enquanto a do Nordeste vai de setembro a agosto. As principais exceções são Rio Grande do Sul e Santa Catarina, devido ao risco de incidência de geadas.

O agricultor ou empresário que estiver interessado no cultivo da cana-de-açúcar deve analisar alguns itens antes de começar. Analisar o solo e a viabilidade econômica para a atividade escolhida, estudar as condições de mercado e obter apoio técnico para iniciar o cultivo. Alguns estados brasileiros contam com apoio especializado, como é o caso de São Paulo, onde o interessado pode procurar por uma das Casas da Agricultura que estão diretamente ligadas aos Escritórios de Desenvolvimento Regional da Secretaria da Agricultura.



Figura 3: Plantação de cana-de-açúcar
Fonte: Baixaki, [199?]

2.1. Clima

O clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida e outra fria e seca. Na primeira proporciona a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo. Já na segunda promove a maturação e consequente acúmulo de sacarose nos colmos. A temperatura ótima para crescimento é de 30 a 34°C, abaixo de 20°C e acima de 35°C é muito lento e além de 38°C é praticamente nulo.

2.2. Solo

A área onde será estabelecido o canavial deverá apresentar topografia plana, ligeiramente inclinada. Caso seja acidentada, devem se tomar medidas que visem diminuir os riscos de erosão, como plantio em curva de nível e terraceamento. São preferíveis solos aluvionais (solo jovem formado pela deposição de partículas transportadas em suspensão pelas águas

naturais), localizados nas baixadas, profundos, porosos e férteis. Solos ácidos ou salinos não servem.

Pesquisas feitas no estado de São Paulo indicam que, independentemente da textura, a produtividade decresce dos solos eutróficos, os mais férteis (alta saturação por bases), para os álicos (alta saturação por alumínio), menos férteis. Em Nitossolo Vermelho eutrófico (Terra Roxa Estruturada) as produtividades têm variado entre 110 e 91 toneladas, enquanto em Neossolo quartzorênico (Areia Quartzosa) estão entre 72 e 64 toneladas de cana-de-açúcar por hectare. A produtividade tende a ser função da fertilidade quando relacionada somente ao tipo de solo em questão. Os mais produtivos são os eutróficos (94 t ha⁻¹), seguido dos distróficos (90 t ha⁻¹) e álicos (87 t ha⁻¹).

Alguns pesquisadores concluíram que a produtividade dessa cultura é excelente quando cultivada em solos com pH entre 7 e 7,3. Segundo a EMATER-PA, a cana se desenvolve bem em solos de pH 5,5 a 6,5 e exige correção em caso dos solos mais ácidos.

A cada cinco ou seis cortes consecutivos, a cultura passa por uma renovação. Dessa forma, a taxa de renovação anual é de 15% a 20% sobre o total da área cultivada. Essa operação deverá ser realizada, geralmente, no final do período seco, quando as condições de umidade do solo forem adequadas.

Convém salientar que as unidades sucroalcooleiras não seguem uma linha uniforme de preparo do solo, tendo cada um seu sistema próprio, variando essa que ocorre em função do tipo de solo predominante e da disponibilidade de máquinas e implementos.

2.2.1. Correção do solo

Caso seja preciso realizar a correção do pH do solo deve-se utilizar calcário. A eficiência do calcário depende de sua granulometria e do seu conteúdo de cálcio e magnésio. O ideal é que ele seja o mais fino possível, agindo assim de forma mais rápida.

A calagem pode apresentar efeito positivo, mas também negativo quando provocar desequilíbrio entre os nutrientes, como potássio, manganês, zinco, cobre e boro.

O gesso também pode ser usado como substituto do cálcio.

A época mais indicada para aplicação do calcário vai desde o último corte da cana, durante a reforma do canavial, até antes da última gradagem de preparo do terreno. Dentro desse período, quanto mais cedo executada maior será sua eficiência.

2.2.2. Adubação

As plantas necessitam de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, zinco, cobre, ferro, manganês, boro, vanádio e cloro. Desses, o nitrogênio, o fósforo e o potássio são os mais importantes.

A matéria orgânica do solo pode ser considerada como importante fator da produtividade agrícola, pela influência que exerce sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Para a plantação de cana-de-açúcar há a necessidade de considerar duas situações distintas, adubação para cana-planta e para soqueiras, sendo que, em ambas, a quantificação será determinada pela análise do solo.

Atualmente há uma tendência em substituir a adubação química das socas pela aplicação de vinhaça, cuja quantidade por hectare está na dependência da composição química da vinhaça e da necessidade da lavoura em nutrientes.

Os sistemas básicos de aplicação são por infiltração, por veículos e aspersão, sendo que cada sistema apresenta modificações.

2.3. Cultivares

O Brasil conta com dois sistemas de clima - Centro-Sul e Norte-Nordeste - e vários tipos de solo apropriados para o cultivo, a cana encontra não só pólos de desenvolvimento distintos, como também intercâmbio de informações entre as unidades.

As principais variedades comerciais de cana-de-açúcar no país trazem as iniciais dos centros de pesquisa responsáveis por seu desenvolvimento. Os cultivares do Centro de Tecnologia Copersucar (CTC), por exemplo, são identificados por SP; os da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), RB; os do Instituto Agrônomo de Campinas, IAC. De acordo com o Censo Varietal realizado pelo CTC, em 2002, dos 3,9 milhões de hectares pesquisados no País, as variedades mais cultivadas foram:

- ✓ RB72454 (14%);
- ✓ SP79-1011 (11%);
- ✓ SP81-3250 (9%),
- ✓ RB835486 e RB855536 (ambas com 7%);
- ✓ SP80-1842 (6%).

A Copersucar é responsável por cerca de 50% da área plantada de cana no Brasil, sendo a variedade SP81-3250 a mais cultivada com 13% da área total.

Criada no tempo do IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool, a Ridesa é formada pelas universidades federais de Alagoas (Ufal), Paraná (UFPR), Pernambuco (UFRPE), Rio de Janeiro (UFRJ), São Carlos-SP (UFSCar), Sergipe (UFS) e Viçosa - MG (UFV).

Algumas características podem ser observadas ao se escolher uma variedade: alto índice de produtividade, elevado teor de açúcar (sacarose), adaptação às condições edafoclimáticas da região, boa capacidade de rebrota, ausência de florescimento ou flechamento, fácil despalha ou ausência de joçal e resistência às pragas e doenças.

Segundo a Lei de Proteção a Cultivares, de 25 de Abril de 1997, entende-se por cultivar: *a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos.*

Dentre as várias maneiras para classificação dos cultivares de cana, a mais prática é quanto na época da colheita. Quando apresentarem longo Período de Utilização Industrial (PUI), a indicação de alguns cultivares ocorrerá para mais de uma época. No Brasil cerca de 60% do cultivares de cana-de-açúcar são RB.

Atualmente cada estado possui sua lista de cultivares sendo divididos pela época da colheita em: Início de Safra (20 a 25% da área plantada), Meio de Safra (60 - 70% da área plantada) e Fim de Safra (10 a 15% de área plantada).

2.4. Plantio

O sistema de plantio pode variar de estado para estado devido a condições do solo ou climáticas. Entretanto, o método mais utilizado ainda é o sulcamento, pois o plantio é mais rápido e facilita as operações de irrigação.

A idade média da muda de cana-de-açúcar é de 8 a 12 meses. Os propágulos (mudas) podem ser provenientes de canaviais ou de viveiros. De preferência, o plantio deve ser realizado logo após o corte, pois a estocagem maior do que quatro dias, pode comprometer a germinação.

Não há um consenso quando ao despalhamento. Alguns pesquisadores afirmam que o despalhamento deve ser evitado, já que as palhas protegem as gemas contra ferimentos

que impediriam ou retardariam sua germinação. Outros argumentam que a palha não permite uma emergência uniforme da cultura, por exercer obstrução mecânica à emergência dos brotos e raízes e impedir o perfeito contato das gemas, dificultando o aproveitamento da umidade do solo. Ficando assim a critério de cada agricultor o despalhamento ou não.

As mudas podem ser cortadas em toletes com 3 a 4 gêmas ou plantadas inteiras se as condições forem favoráveis, aumentando assim o rendimento do trabalho de plantio. Vários trabalhos de pesquisa mostram que a produtividade final em toneladas de colmos por hectare e açúcar teórico recuperável não se altera em função do plantio da cana inteira ou picada.

A recomendação usual da maioria dos técnicos e pesquisadores para a profundidade de sulcos de plantio está entre 20 e 30 cm. Sulcos muito rasos darão origem a soqueiras com brotação superficial e touceiras mais rasas com sensíveis quedas de produção e maiores riscos de acamamento. Sulco muito profundo em solo que não foi revolvido dificulta a penetração e o desenvolvimento das raízes (Berto, 1986; Paranhos, 1987). Dependendo do tipo de solo e das condições climáticas reinantes, pode haver uma variação na espessura dessa camada. O adensamento recomendado também para terrenos íngremes, pedregosos que impossibilitam a mecanização para pequenas áreas.

Os colmos devem ser cobertos por uma camada de 5 a 10 cm de terra. Em solos mais úmidos e com altas temperaturas, a camada deve ser de 6 cm. O espaçamento entre sulcos deve ser de 1,00 a 1,50 m, dependendo da variedade utilizada.

O tratamento dos colmos contra cupins deve ser praticado, pois o dano causado por esses insetos muitas vezes não é percebido. O principal alvo dos cupins é o sistema radicular. A densidade do plantio é em torno de 12 gemas por metro linear de sulco, que, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7-10 toneladas por hectare.

A cana-de-açúcar é exigente quanto à umidade: ela precisa de 1 500 mm de chuvas anuais.



Figura 4: Plantio da cana-de-açúcar
Fonte: Chapadão do Sul, [199?]

2.5. Tratos Culturais

Os tratos culturais devem ser permanentes no canavial. O período mais crítico são os primeiros 90 dias, onde a cultura ainda está susceptível ao ataque de pragas e doenças. Para tanto, recomenda-se a capinagem periódica do local (manual ou mecânica) ou o uso de

herbicidas específicos para o controle de plantas invasoras e/ou ervas daninhas. Essa operação é repetida quantas vezes forem necessárias; normalmente três controles são suficientes.

No caso do controle químico, o produtor deve sempre buscar orientação técnica. O monitoramento do surgimento de pragas (cupins, formigas, cigarrinhas e lagartas) e doenças (raquitismo, mosaico e carvão) também deve ser constante, adotando-se medidas de controle quando necessário. Estes mesmos cuidados em tratamentos culturais deverão ser realizados durante a rebrota da soqueira. As soqueiras exigem enleiramento do "paliço", permeabilização do solo, controle das ervas daninhas, adubação e vigilância sanitária.

O enleiramento consiste no amontoamento em uma rua do "paliço" deixando duas, quatro ou seis ruas livres, dependendo da quantidade desse material.

Após a colheita, ficam na área de cultivo restos de palha, folhas e pontas, cuja permanência prejudica a nova brotação e dificulta os tratamentos culturais. Por isso, todo esse material deve ser retirado para que se possa prosseguir com um novo plantio. Muitos agricultores ainda se utilizam das queimadas para remover os restos deixados pela colheita. Porém essa metodologia prejudica não só o solo como todo o ambiente a sua volta.

Com a retirada da cana, o solo fica superficialmente compactado e impermeável à penetração de água, ar e fertilizantes. Existem no mercado implementos que realizam simultaneamente, operações de escarificação, adubação, cultivo e preparo do terreno para receber a carpa química, exigindo, para tanto, tratores de aproximadamente 90 HPs.

Além desse sistema, o emprego de cultivadores ou enxadas rotativas com tração animal ou mecânica apresenta bons resultados. Devido ao rápido crescimento das soqueiras, o número de carpas exigido é menor que o da cana planta.

2.6. Colheita

A colheita da cana-de-açúcar pode ser dividida em (1) manual; (2) mecanizada e (3) com equipamentos de auxílio à colheita, sendo a colheita manual a mais comum no Brasil.

Na colheita manual, cerca de 24 a 48 horas antes, é realizada a queima da palhada (o resíduo do processo de colheita, que inclui a palha e a ponteira da cana), para reduzir a folhagem e diminuir o risco de acidente com animais peçonhentos. Estima-se que a quantidade de cana cortada por um trabalhador é de seis toneladas/dia. Esse sistema também elimina a matéria seca, aumenta a concentração de CO₂ na atmosfera e diminui o teor de matéria orgânica no solo.

A deposição e a manutenção de palhada (o resíduo do processo de colheita, que inclui a palha e a ponteira da cana) sobre a superfície do solo, mesmo contribuindo com a sua conservação, podem causar problemas relacionados ao manejo da cultura (Furlani Neto et al., 1997); entre eles: dificuldade durante as operações de cultivo e adubação da soca, baixa taxa de mineralização de nitrogênio, dificuldade de execução de controle seletivo de plantas daninhas e aumento das populações de pragas que se abrigam e multiplicam sob a palhada (Macedo et al., 2003).

A queima da palhada é realizada para permitir um maior acesso à cultura, pois possibilita um maior rendimento na colheita, estima-se que dobra a quantidade média de cana cortada por um trabalhador, que é de seis toneladas por dia. (Ciência Hoje, 2002), além de diminuir os custos na colheita.

Para colher 10ton/dia, um cortador de cana deve desferir algo em torno de 10.000 golpes de facão (Laborcana, 2005). O processo de corte segue três etapas: corte da base de cana, desposte da ponteira e amontoamento ou enleiramento.



Figura 5: Colheita mecânica
Fonte: Sugar Cane, [199?]



Figura 6: Colheita manual (Cortadores)
Fonte: Feagri, [199?]

Já no sistema mecanizado, a cana é cortada, triturada e lançada sobre o solo, formando uma cobertura residual vegetal chamada palha ou palhada. A quantidade de palhada de canaviais colhidos sem queima varia de 10 a 30 Mg há⁻¹ (Trivelin et al., 1996).



Figura 4: Colhedora de cana
Fonte: Ciência Hoje On-line, [199?]

A mecanização da colheita da cana-de-açúcar aumenta o rendimento operacional do procedimento e reduz seu impacto ambiental, por dispensar a queima de resíduos. Porém, ela também tem seus problemas sendo o custo do equipamento o maior vilão: cerca de 200 mil dólares. Outras desvantagens podem ser citadas como a altura do corte realizado pelas lâminas da colhedora, o que representa uma perda direta para o produtor. Dependendo do

espaçamento da cultura, a máquina pode passar sobre a linha de cultivo, aumentando a densidade do solo e levando a uma rebrota menos uniforme.

Do ponto de vista social, a mecanização da colheita pode gerar grande desemprego, já que uma colhedora é capaz de substituir 80 trabalhadores por dia.

A colheita com equipamentos de auxílio à colheita está em fase de implementação no Brasil, através de projeto financiado pela FAPESP.

Em algumas unidades sucroalcooleiras do Brasil, a colheita se inicia em abril e vai até novembro, período que a planta atinge seu ponto de maturação.

2.7. Produção de Mudras

Após quatro ou cinco cortes consecutivos, a lavoura canavieira precisa ser renovada. A taxa de renovação é de aproximadamente 15 a 20% da área total cultivada.

A qualidade das mudras é o fator de produção de mais baixo custo e que maior retorno econômico proporciona ao agricultor, principalmente quando produzida por ele próprio.

Para a produção de mudras, há necessidade de que o material básico seja de boa procedência, com idade de 10 a 12 meses, sadio, proveniente de cana-planta ou primeira soca e que tenha sido submetido ao tratamento térmico.

A tecnologia empregada na produção de mudras é praticamente a mesma empregada à lavoura comercial, apenas com a introdução de algumas técnicas fitossanitárias:

- *Desinfecção do podão* - o podão utilizado na colheita de mudras e no seu corte em toletes, quando contaminado, é um violento propagador da escaldadura e do raquitismo. A desinfecção se faz através de álcool, formol, lisol, cresol ou fogo. Uma desinfecção prática, eficiente e econômica é feita pela imersão numa solução com creolina a 10% (18 litros de água + 2 litros de creolina) durante meia hora, antes do início da colheita das mudras e do corte das mesmas em toletes.

- *Vigilância sanitária e "roguing"* - torna-se imprescindível a realização de inspeções sanitárias frequentes, no mínimo uma vez por mês ao viveiro das mudras. A finalidade dessas inspeções é a erradicação de toda touceira que exiba sintoma patológico ou características diferentes da variedade em cultivo.

Durante a reforma do canavial, no período em que o terreno permanece ocioso, deve-se efetuar o plantio de culturas de ciclo curto, em rotação com a cana-de-açúcar. Amendoim e soja são as mais indicadas.

2.8. Pragas e seu controle

A cana-de-açúcar é atacada por cerca de 80 pragas. Dependendo da espécie da praga presente no local, bem como do nível populacional dessa espécie, as pragas de solo podem provocar importantes prejuízos à cana-de-açúcar, com reduções significativas nas produtividades agrícola e industrial dessa cultura.

Entre as pragas, a broca (*Diatraea sacharalis*, *Diatraea spp*) é a mais grave e comum em todas as regiões. Seu controle tem sido tentado principalmente por controle biológico. Os principais inimigos usados no controle tem sido a mosca-do-amazonas (*Metagonistylum minense* T.), a *Parathesia claripalpis* W., *Lixophaga diatraea* e *Apanteles flavips* C.



Figura 5: Ovo da Broca
Fonte: Agrobite, [199?]



Figura 6: Broca da cana
Fonte: Agrobite, [199?]



Figura 7: Adulta da Broca
Fonte: Agrobite, [199?]

Na região Nordeste, a broca-gigante (*Casthia licus*) assume grande importância, pelos altos prejuízos que pode causar. Igualmente nessa região, bem como em Campos (RJ), as cigarrinhas (*Mahanarva posticata* e *M. fimbriolata*) se destacam entre as pragas, ao passo que em São Paulo apenas na região de Ribeirão Preto essa praga provoca problemas sérios. O controle biológico, com o fungo *Metarhizium anisoplae* tem dado os melhores resultados.

A mucuna-preta, uma leguminosa, tem-se mostrado muito eficiente no controle dos nematóides. A ocorrência de outras pragas, como lagartas, afídeos, cupins, formigas, etc., têm sido registrados, porém com importância local e esporádica.

Por ordem de importância, estas são as principais doenças predominantes na região Centro-

Sul: mosaico, raquitismo-da-soqueira, carvão, escaldadura, mancha-ocular, estria-vermelha, podridão-abacaxi e podridão-vermelha. O melhor meio de combater essas doenças é plantar variedades resistentes, já desenvolvidas por institutos de pesquisa.

3. SUBPRODUTOS

Um dos subprodutos da cana-de-açúcar é o bagaço. Representa aproximadamente 30% da cana integral moída. Constituído de celulose, hemicelulose e lignina, o bagaço é usado como fonte de energia para a própria usina por meio da cogeração (gera simultaneamente eletricidade e calor útil). Além disso, pode servir como matéria prima para a produção de etanol, biogás, alimentação animal e artesanato.

3.1. O bagaço como energia

Usinas de açúcar e álcool têm parte da sua produção elétrica gerada por sistemas de cogeração que utilizam o bagaço de cana com combustível. Essa é uma prática comum em todo o mundo, diferenciando-se apenas na eficiência do processo.

A quantidade de bagaço gerada é da ordem de 30% da cana moída. Estudos demonstram que 1 tonelada de cana processada pode gerar 56,7 quilowatts/hora (kWh) nas usinas integradas e 64,77 kWh em destilarias autônomas.



Figura 8: Bagaço de cana-de-açúcar
Fonte: Revista Pesquisa, [199?]

De acordo com a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) o setor sucroalcooleiro pode fornecer de 2.500 MW a 3.000 MW o equivalente para abastecer uma cidade com três milhões de habitantes.

Para que as usinas possam vender parte da energia excedente há necessidade de investimentos da ordem de US\$ 400 mil/mW a US\$ 600 mil/MW, ou seja, para gerar 4 mil mW seria necessário um investimento de US\$ 4 bilhões.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) já oferece linhas de crédito voltadas à cogeração de eletricidade a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

A forma mais eficiente e limpa de gerar energia elétrica com bagaço é através do processo que gaseifica o bagaço e o gás produzido alimenta uma câmara de combustão de uma turbina a gás. Esta tecnologia possibilita o aproveitamento integral da cana-de-açúcar.

3.2. Etanol

Resíduos agrícolas como o bagaço da cana-de-açúcar, antes queimados e/ou descartados, agora podem ser transformados em etanol (álcool combustível). Isso pode aumentar a produção de álcool no país sem a necessidade do aumento de área plantada de cana-de-açúcar.

O processo ainda está em fase de desenvolvimento e a previsão é de 5 a 10 anos o álcool celulósico ou bioetanol (como também é chamado) já esteja disponível em escala industrial.

O processo de obtenção do álcool celulósico consiste na quebra da lignocelulose. Ela é formada de celulose (30% a 40%), hemicelulose (20% a 40%) e lignina (10% a 20%) que funciona como uma espécie de cola entre as estruturas de celulose. O principal obstáculo hoje é que o microrganismo produtor de álcool não consegue utilizar mais do que 30% do material lignocelulósico, obtendo um rendimento de apenas 20% em álcool.

Atualmente o processo é o seguinte:

1. O bagaço deve ser desestruturado, ou seja, submetido a um processo para descolar a lignina da celulose. Geralmente ele é cozido na presença de baixas concentrações de ácido à 180°C. Deste processo resultam compostos tóxicos que precisam ser removidos para o facilitar o crescimento da levedura, responsável pela formação do álcool.
2. A celulose agora é hidrolisada com a ajuda de enzimas específicas. Essa etapa poderia ser feita com ácidos, mas estudos mostram que a ação das enzimas apresenta melhor rendimento. A celulose é então convertida em glicose.
3. Nesta etapa o processo é o mesmo que feito para a cana-de-açúcar, a glicose é fermentada, obtendo-se o etanol. Depois se faz a destilação para purificar o etanol, separando-o da água e de outros produtos.

Porém, o gasto na compra ou produção de enzimas e o tratamento ácido ainda inviabilizam a produção de álcool a partir de lignocelulose em larga escala. As pesquisas giram em torno da produção de enzimas mais eficientes e mais baratas e também obtenção de leveduras com maior rendimento.

A Dedini Indústrias de Base é proprietária da DHR Dedini Hidrólise Rápida. A DHR é uma das tecnologias mais promissoras para a obtenção de etanol a partir do bagaço de cana-de-açúcar.

Baseia-se na hidrólise ácida do bagaço. Um solvente dilui a lignina, estrutura da fibra do bagaço de cana que protege a celulose, permitindo assim a quebra das cadeias de carbono e a geração das hexoses que são utilizadas na produção de álcool. Esse processo ocorre em apenas um estágio, em operações que duram menos de uma hora. Em contra partida, na hidrólise enzimática as reações podem demorar até 72 horas.

A Denini possui uma pequena planta piloto em fase de testes ao lado da usina São Luiz, em Pirassununga, a 207 quilômetros de São Paulo. DHR pode produzir, teoricamente, até cinco mil litros de álcool por dia, a partir do processamento de duas toneladas de bagaço por hora.

3.3. O bagaço de cana na alimentação

A utilização do bagaço de cana na alimentação de ruminantes, está na dependência da viabilidade técnica e econômica, levando-se em consideração as vantagens e limitações do seu valor nutritivo.

O bagaço possui baixo valor nutricional e qualquer tentativa do seu uso na alimentação animal deve estar associada a algum tipo de tratamento físico ou químico.

O teor de proteína fica entre 1% e 2% na matéria seca, sendo que 90% do nitrogênio podemos estar indisponíveis (associado com a fibra) e os teores de fibra ácida entre 58% e 62%. Isto resulta em baixas digestibilidades (25% a 30%).

Os tratamentos químicos e físicos visam eliminar ou diminuir os efeitos prejudiciais da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen. Eles

promovem a ruptura das ligações químicas provenientes entre a lignina, a celulose e hemicelulose, disponibilizando o material, teoricamente, para adesão da população microbiana e ataque enzimático fibrolítica (Van Soest, 1994).

Como fonte de tratamento químico podemos citar a adição de Hidróxido de Sódio (NaOH), a amonização (adição de amônia NH₃) e o tratamento com uréia. Para tratamento físico utiliza-se vapor sob pressão.

3.3.1. Tratamento com hidróxido de sódio

Um dos tratamentos mais utilizados é a adição de NaOH (Mattos, 1987). Porém, ele apresenta certas limitações como (1) diluição da população de microrganismos do rúmen pela alta ingestão de água, (2) menor tempo de retenção do alimento, (3) aumento da excreção urinária, podendo resultar em acúmulo de sódio no solo e (4) aumenta a absorção de Na pela parede do rúmen, diminuindo a atividade de bactérias e proporcionando assim um decréscimo na digestão das fibras.

3.3.2. Tratamento com amônia

A amonização do bagaço de cana também surge como alternativa para melhorar seu valor proteico e conseqüentemente sua digestibilidade (Cândido et. Al, 1999). A adição de amônia tem apresentado resultados promissores, pois promove a diminuição do teor de fibras tornando o bagaço mais digerível no rúmen (Saenger et al. 1983).

3.3.3. Tratamento com ureia

Segundo Sarmento et al (1999), a ureia é um sólido cristalino produzido tecnicamente a partir da amônia e do dióxido de carbono. Contém em média 45% de nitrogênio e aproximadamente 280% de equivalente proteico; apresenta a propriedade de se dissolver facilmente em água. Na presença de uréase forma amônia. O tratamento químico com ureia é uma das melhores formas para melhorar o valor nutritivo de materiais fibrosos.

O tratamento com ureia melhora a qualidade bromatológica do bagaço por aumentar o conteúdo de proteína bruta (PB) e reduzir o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Assim pode-se contribuir para a melhoria da digestibilidade da matéria seca (MS) do bagaço.

A ureia ainda tem sido utilizada como fonte alternativa de amônia, por apresentar baixo custo e fácil manuseio.

3.3.4. Tratamento com vapor sob pressão

Segundo alguns estudos, é o que representa maior ganho em termos nutritivos. O tratamento é realizado, geralmente, dentro da própria indústria devido à disponibilidade do vapor a menor custo. O processamento é cerca de 10 vezes mais barato que o tratamento com hidróxido de sódio e 6 vezes mais baixo que o tratamento com amônia.

O resíduo resultante desse processo recebe o nome de bagaço de cana auto-hidrolizado (BAH).

O tratamento utiliza um vaso de pressão, chamado hidrolisador, com capacidade para 2 a 5 m³. O vaso é totalmente carregado com bagaço, tampado hermeticamente e o vapor é injetado a uma pressão de 16 a 18 kgf/cm², durante 4 a 8 minutos. Ao final deste período o conteúdo do hidrolisador é subitamente liberado, devido à abertura de uma válvula, através da qual o vapor se expande, transportando o bagaço até o ciclone. Neste ciclone o bagaço já tratado e o vapor são separados (Burgi, 1995).

3.4. Artesanato com bagaço

Da mesma forma como a fibra de bananeira é utilizada para a confecção de artesanato, o bagaço de cana também pode ser utilizado. Para isso, o bagaço é cozido durante 6 horas com soda cáustica, lavado e alvejado para voltar à cor natural. Depois é triturado no liquidificador, tingido ou não, e transformado em massa ou polpa para papel. As peças moldadas são colocadas no sol e após alguns dias recebem acabamento com fibras naturais locais e envernizadas. A polpa é "pescada" em telas que são expostas ao sol até secagem total. Podem ser usadas para fazer luminárias, caixas, blocos e uma infinidade de artigos da linha de papelaria.



Figura 9: Luminárias produzidas com o bagaço de cana
Fonte: Overmundo, [199?]



Figura 10: Fruteira produzida com bagaço de cana-de-açúcar.
Fonte: Overmundo, [199?]

Conclusões e recomendações

A cana-de-açúcar possui um enorme potencial para o Brasil. Sua utilização pode gerar energia, tanto na forma de cogeração como na forma de combustível.

No que diz respeito à geração de energia, esta pode ser a solução para abastecer a demanda energética do país. Porém, para isso há a necessidade de maiores investimentos em pesquisa e tecnologia, bem como incentivos aos produtores de pequeno, médio e grande porte.

O mesmo pode-se dizer com relação à produção de combustível a partir do bagaço da cana.

O bioetanol ou álcool celulósico pode aumentar, de maneira significativa, a produção de álcool combustível do Brasil, fazendo com que o país seja um dos líderes mundiais em produção e tecnologia.

O excedente de bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado pelos ruminantes desde que tratados. Dentre os tratamentos utilizados, o físico com o uso de vapor sob pressão é o que apresentou resultados mais efetivos em termos de aumento do valor nutritivo do material tratado e pode ser economicamente viável, desde que seja tratado na própria usina aproveitando a disponibilidade do vapor.

Referências

AGROBYTE. Disponível em: <<https://www.agrobyte.farm/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

AMBIENTEBRASIL. Biomassa. Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/biomassa/biomassa_-_o_que_.html>. Acesso em: 02 fev. 2022.

BANCO DE DADOS DE BIOMASSA NO BRASIL. Disponível em: <<http://gbio.webhostusp.sti.usp.br/?q=pt-br/livro/banco-de-biomassa>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

CIÊNCIA HOJE. Além do bagaço. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/acervo/alem-do-bagaco/>>. Acesso em 02 fev. 2022.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

COM CIÊNCIA. Biocombustíveis. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/com-a-matriz-energetica-mais-renovavel-do-mundo-brasil-lidera-producao-de-biocombustiveis/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/cana.html>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – FEAGRI/UNICAMP. Cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/unimac/produtos_canadeacucar.htm>. Acesso em: 27 nov. 2007.

INOVA UNICAMP. Disponível em: <<https://www.inova.unicamp.br/?s=cana+de+acucar>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

PORTAL ÚNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Disponível em: <<https://unica.com.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

WIKIPÉDIA. **Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cana-de-açúcar>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

_____. **Bagaço**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Bagaço>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

Identificação do Especialista

Bruno Henrique Cruz França

Marcelo Jasinski



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

www.respostatecnica.org.br