

Cana-de-açúcar: adubação de formação e manutenção

Humberto Luiz Wernersbach Filho e Rodolpho de Almeida Torres

Introdução

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Parte dessa produção é destinada à alimentação animal. Diversas são as vantagens de se utilizar cana-de-açúcar em dietas para vacas leiteiras que são: excelente aceitação pelos animais, maior produtividade, facilidade de manejo e o período de colheita coincide com o período de escassez de forragem.

Porém, para explorar todo o potencial da cultura é necessário oferecer ao canavial ferramentas para que o mesmo possa produzir o que foi planejado para o sistema de produção. A produtividade da cana-de-açúcar é regulada por diversos fatores de produção, dentre os quais se destacam:

- Variedade.
- Fertilidade química e física do solo.
- Clima.
- Práticas de conservação do solo.
- Controle de plantas daninhas.
- Controle de pragas e doenças.
- Manejo da colheita.

Os fatores de produção devem ser adequadamente gerenciados e gerenciados pelo homem. O planejamento, que vai desde o dimensionamento do canavial até a cana picada no cocho, será feito em função dos recursos: financeiro, mecânico e

humano, disponíveis na fazenda. É importante lembrar que qualquer tecnologia de produção introduzida na fazenda, que esteja além desses recursos disponíveis, poderá comprometer a viabilidade econômica do sistema de produção.

Conforme foi visto, a produtividade dos canaviais está em função de diversos fatores, e a introdução de insumos para aumento de produção da cana-de-açúcar deverá ser feita levando-se em conta um planejamento pré-estabelecido pelo produtor e o técnico que o assiste. Nesse enfoque, serão abordadas as técnicas de correção e melhoria da fertilidade de solos destinados à produção de cana-de-açúcar para alimentação animal.

Análise de solo

A análise de solo é a principal ferramenta para se avaliar a fertilidade de solo e, conseqüentemente, a necessidade de correção deste solo e de adubação da cultivar de cana-de-açúcar.

Passos para a análise de solo são:

- Dividir a área em talhões uniformes levando em consideração a topografia, cor do solo, histórico da área, por exemplo. Essa divisão é de suma importância, pois, uma área pobre pode afetar o resultado de uma área rica em fertilidade de solo e vice-versa, ver Fig. 1.

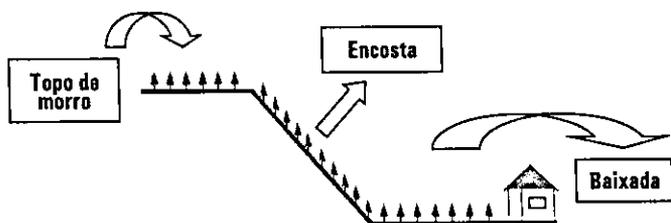


Fig. 1. Esquema de divisão de talhões numa propriedade, para realização da amostragem de solo.

- Coletar 20 amostras, com uma pá, enxada, facão, sonda ou trado, a uma profundidade em torno de 20 cm, por talhão. Misturar todas as amostras em um balde de plástico limpo, retirar uma amostra da mistura e colocá-la dentro de um saco plástico identificado com o nome do produtor, nome da fazenda, local de coleta, data e tipo de cultura desejada.
- Época de amostragem: Na época da seca. A partir de maio, por exemplo.
- Periodicidade: anualmente.

Observação: para verificação da necessidade de aplicação de gesso, deverá ser feita a amostragem a uma profundidade de 20 a 40 cm.

É importante lembrar que para a formação do canal de solo os pontos de amostragem do solo deverão ser distribuídos ao acaso na área escolhida, enquanto para a cana soca (a partir do primeiro corte) os pontos de amostragem deverão estar ao lado das linhas de cana-de-açúcar, mas não dentro destas.

O papel dos nutrientes

Além do carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), a planta necessita de uma série de outros nutrientes, que são:

- **Macronutrientes:** nutrientes exigidos em maiores quantidades (kg/ha):
 - nitrogênio (N),
 - fósforo (P),
 - potássio (K),
 - cálcio (Ca),
 - magnésio (Mg) e
 - enxofre (S).
- **Micronutrientes:** nutrientes exigidos em pequenas quantidades (g/ha):
 - boro (B),
 - cloro (Cl),
 - Cobre (Cu),
 - Ferro (Fe),
 - Manganês (Mn),
 - Molibdênio (Mo) e
 - Zinco (Zn).

A falta de qualquer macro ou micronutriente no solo ou no adubo faz com que haja uma redução na produtividade da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, no teor de açúcar. Quando a deficiência nutricional é pronunciada, a planta revela sintomas típicos. Ressalta-se que quando os sintomas são visíveis, normalmente a produtividade já foi afetada economicamente.

Calagem

O pH, índice que indica o grau de acidez do solo, talvez seja um dos parâmetros mais importantes ligados ao uso eficiente de fertilizantes. A disponibilidade dos

nutrientes contidos no solo, ou a ele adicionados através das adubações, é bastante variável em função do pH do solo (Fig. 2).

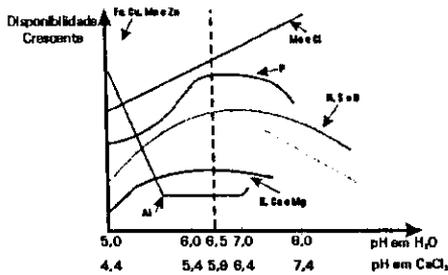


Fig. 2. Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e do alumínio do solo.

Fonte: Malavolta (1979) citado por Lopes e Guilherme (2000).

A disponibilidade dos macronutrientes primários, secundários e do boro tende a aumentar passando de baixa, sob condições de acidez, e atingindo valores máximos na faixa de pH em água de 6,0 a 7,0. O aumento na disponibilidade do cloro e molibdênio é praticamente linear até pH 8,0. No entanto, a disponibilidade de ferro, cobre, manganês e zinco é maior sob condições ácidas, diminuindo com a elevação do pH. Em função desses diferentes comportamentos de disponibilidade de nutrientes o ponto que chama atenção nessa figura é a necessidade de se buscar um meio termo de máxima eficiência geral e, de acordo com a figura, pode-se observar o pH 6,5 como um valor de equilíbrio.

Ainda na discussão sobre a influência do pH no equilíbrio nutricional pode-se destacar a variação na assimilação dos nutrientes pelas plantas em função deste parâmetro (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa de variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas, em função do pH do solo.

Elementos	pH					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Nitrogênio	20	50	75	100	100	100
Fósforo	30	32	40	50	100	100
Potássio	30	35	70	90	100	100
Enxofre	40	80	100	100	100	100
Cálcio	20	40	50	67	83	100
Magnésio	20	40	50	70	80	100
Médias	26,7	46,2	64,2	79,5	93,8	100

Fonte: Embrapa (1980) citado por Lopes e Guilherme (2000).

A eficiência média de 26,7% na assimilação para os macronutrientes a pH 4,5, passando para 79,5% a pH 6,0, é uma das justificativas mais palpáveis para se promover o uso do calcário na produção de cana-de-açúcar.

Tais dados permitem concluir que a principal função do calcário, além de fornecer cálcio para a cultura de cana-de-açúcar, é melhorar a eficiência das adubações.

Para o cálculo da calagem têm-se dois métodos:

A - Saturação por bases: considera-se a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V%), para o cálculo tem-se a seguinte fórmula:

$$NC = T \cdot (V2 - V1) / PRNT, \text{ onde:}$$

NC – necessidade de calagem (t/ha)

T – CTC pH 7,0

V2 – saturação por bases desejada, para cana-de-açúcar o valor utilizado é 60%.

V1 – saturação por bases atual do solo.

PRNT – poder relativo de neutralização total do calcário (varia em função do local de extração).

B - Método da neutralização do Alumínio trocável (Al^{3+}) e da elevação dos teores de cálcio e magnésio:

Nesse outro método, consideram-se ao mesmo tempo características do solo e exigências das culturas, para o cálculo tem-se a seguinte fórmula:

$$NC = Y \cdot [Al^{3+} - (30 \cdot t / 100)] + [3,5 \cdot (Ca + Mg)], \text{ onde:}$$

NC – necessidade de calagem (t/ha)

Y – é um valor variável em função da capacidade tampão da acidez do solo que pode ser definido de acordo com a textura do solo na Tabela 2.

O calcário deverá ser aplicado à lanço antes da aração, no caso de cana planta e em cobertura no caso de cana soca.

Tabela 2. Valores de Y em função da textura do solo.

Solo	Argila %	Y
Arenoso	0 a 15	0,0 a 1,0
Textura média	15 a 35	1,0 a 2,0
Argiloso	35 a 60	2,0 a 3,0
Muito argiloso	60 a 100	3,0 a 4,0

Fonte: Adaptado de Korndörfer et al. (1999).

Gessagem

O gesso agrícola constitui importante fonte de cálcio e enxofre para as plantas, a um custo relativamente baixo. O gesso agrícola é mais solúvel que o calcário, além do que o íon sulfato (SO_4^{2-}) que compõe a molécula do gesso, facilita a movimentação vertical do cálcio para camadas abaixo da camada superficial de 20 cm, reduzindo a saturação por alumínio, o que estimula o desenvolvimento do sistema radicular da planta.

Quando a planta tem seu sistema radicular bem desenvolvido ele terá maior capacidade em absorver outros nutrientes e também resistir, por um tempo maior, a um possível veranico.

É importante lembrar que o gesso é completamente diferente do calcário.

Para verificação da necessidade de gessagem, é necessária uma análise de solo de 20 a 40 cm, pois é nesse perfil que o gesso irá atuar. E o critério para verificação são: teores de cálcio abaixo de $0,5 \text{ cmolc/dm}^3$ e saturação por alumínio acima de 30%.

Existem vários critérios para o cálculo da gessagem, abaixo segue uma sugestão de cálculo:

$\text{NG} = 60 * \% \text{Argila}$, onde:

NG – necessidade de gessagem expressa em Kg/ha.

%Argila – percentual de argila no solo.

Adubação Mineral

Nitrogênio (N)

A grande importância do nitrogênio para a cana-de-açúcar diz respeito ao fato de ela ser uma planta de elevada taxa de fotossíntese. Como o nitrogênio é parte

constituente de grande parte de compostos químicos que estão relacionados ao crescimento da planta, sua carência refletirá negativamente no desenvolvimento e rendimento da cultura.

A análise química do solo, tanto de N total como de matéria orgânica, não tem se mostrado eficiente na previsão das adubações nitrogenadas para a cana-de-açúcar. Por isso, as adubações nitrogenadas tem sido feitas em função da produtividade da cultura.

A cana planta apresenta normalmente baixas respostas à adubação nitrogenada. As ocorrências de respostas à adubação com nitrogênio estão principalmente associadas a:

- solos cultivados pela primeira vez;
- cultivo mínimo;
- solos de alto potencial de produção;
- área de colheita de cana crua e;
- solos com baixos teores de matéria orgânica.

Já as soqueiras respondem ao nitrogênio (N) com maior freqüência. Sendo sua aplicação de fundamental importância.

Com relação as fontes de N, ao se empregar uréia, é recomendável fazer uma leve incorporação no solo (5 cm). Caso não seja possível a incorporação recomenda-se utilizar outras fontes que podem ser aplicadas à lanço sobre a palhada.

Enxofre (S)

A exigência da cana-de-açúcar em S é maior do que a observada para o N. Campbell (2007) cita em sua revisão de literatura sobre importância do enxofre na cultura de cana-de-açúcar que para a produção de 100 t de colmos por hectare são necessários, numa quantidade acumulada, de 40 a 50 Kg de S.

As funções do S na planta são inúmeras, mas pode-se resumir que existe uma estreita relação entre nitrogênio e enxofre, onde a deficiência de enxofre interfere em alguns processos realizados com nitrogênio.

Os sintomas de deficiência de enxofre assemelham-se ao de nitrogênio, no entanto, como o S é pouco móvel no floema (vaso que conduz nutrientes através da planta), os sintomas aparecem nas folhas mais novas.

Fósforo (P)

A maioria dos solos brasileiros apresenta deficiência de fósforo (P), por isso, a aplicação desse nutriente é prática fundamental para obtenção de um canavial produtivo e duradouro.

A adubação fosfatada tem maior ênfase na cana planta, pois sua principal função é o desenvolvimento do sistema radicular da cultura. Além disso, esse nutriente tem baixa mobilidade no perfil do solo, por isso, o melhor momento para se aplicar fósforo é no momento do plantio.

No entanto, para cana soca, quando necessário, a aplicação desse fertilizante deverá ser feita em cobertura sem a necessidade de incorporação. Alguns pesquisadores recomendam a aplicação de fósforo na soqueira outros não, em função da mobilidade conforme comentado anteriormente. Dados obtidos em Alagoas indicam que, embora as soqueiras apresentem alguma reação ao P, a melhor localização é no fundo do sulco de plantio, enfatizando novamente a importância de uma boa formação de canavial.

Nessa revisão sugere-se dar atenção aos níveis de fósforo para cana soca, pois as áreas cultivadas, na maioria das vezes, não possuem um histórico de alta fertilidade de solo.

Potássio (K)

Esse nutriente é requerido em grande quantidade na cultura da cana-de-açúcar. Segundo Lazcano-Ferrat (www.inpofos.org) uma colheita de 100 t de cana pode remover até 220 Kg de potássio do solo.

As funções do potássio, na planta, são muitas. Dentre essas podemos citar:

- formação da estrutura celular;
- assimilação de carbono;
- fotossíntese;
- translocação de açúcares e proteínas;
- está relacionado com a formação de açúcar.

Tanto a cana planta quanto as soqueiras apresentam boa resposta a adubação com potássio.

O excesso e principalmente a falta de potássio no solo podem diminuir a quantidade de açúcares, influenciando as percentagens de pol e fibra da cana.

É recomendável não aplicar potássio (K_2O) em solos que apresentarem teores superiores a 150 mg/dm^3 de K. Em solos arenosos ou de textura média, aplicar no máximo 60 Kg/ha de K_2O no sulco de plantio. Acrescentando o restante em cobertura. A adubação de cobertura deverá ser 30 a 40 dias pós-plantio para o caso de cana-planta e após o início das chuvas no caso de cana soca.

Micronutrientes

Os micronutrientes têm sido alvos de crescente interesse específico por parte de técnicos e pesquisadores. Existem muitas razões para isso, a seguir serão discutidas algumas.

Os micronutrientes são limitantes ao crescimento das culturas e este problema pode, frequentemente, não ser observado. A partir do momento em que se faz a correção dos níveis desses nutrientes, pode-se obter aumentos de produtividade e qualidade da cultura. Também deve ser lembrado que um nível adequado de micronutrientes na planta é essencial para a obtenção do uso eficiente de fertilizantes contendo nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

As Funções dos micronutrientes são inúmeras. Eles desempenham importante papel na resistência a estresses abióticos e bióticos (resistência a doenças e pragas). No Tabela 3 são ilustrados quais os micronutrientes mais estudados e suas respectivas funções.

Tabela 3. Principais funções dos micronutrientes nas plantas.

Micronutriente	Função
Fe, Mn, Cu, Ni	Constituinte de enzimas (metaloproteínas).
Mn, Zn	Ativação de enzimas.
Fé, Cu, Mn, (Cl)	Envolvimento no transporte de elétrons na fotossíntese.
Mn, Zn, Mo	Envolvimento na tolerância ao estresse.
Cu, Mn, Zn, B	Envolvimento no crescimento reprodutivo (indução ao florescimento, polinização, estabelecimento do fruto).
B, Zn	Constituinte de paredes celulares e membranas.

Fonte: Kirkby e Römheld (2007).

Em função do que foi apresentado pode-se concluir que os micronutrientes, apesar de serem requeridos em menores quantidades, são fundamentais para que a planta complete seu ciclo produtivo.

Para uma melhor eficiência da adubação com micronutrientes é importante estar trabalhando com fontes de qualidade que permitam também boa uniformidade na aplicação.

Recomendações de Adubação

As recomendações de adubação sugeridas estão baseadas no trabalho publicado por Korndörfer et al. (1999) na Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Lembrando que para toda correção e adubação, deverá se ter em mãos, uma análise de solo.

Cana Planta

Na Tabela 4 são ilustradas as recomendações para o plantio de cana-de-açúcar.

Tabela 4. Recomendação de adubação para cana planta.

Produtividade esperada	Disponibilidade de fósforo			Disponibilidade de potássio		
	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
	Dose de P ₂ O ₅			Dose de K ₂ O		
t/ha				Kg/ha		
< 120	120	80	40	120	90	60
> 120	150	100	50	160	120	80

Korndörfer et al. (1999).

Recomenda-se aplicar na linha de plantio em torno de 20 Kg/ha de nitrogênio para solos arenosos e pobres em matéria orgânica. Também é recomendável aplicar em torno de 15 t/ha de esterco bovino no fundo do sulco de plantio. Nesse caso o uso correto do esterco bovino pode substituir a adubação nitrogenada na linha. A adubação potássica, conforme discutido anteriormente também deverá ser parcelada.

A adubação de cobertura deverá ser feita em torno de 30 a 40 dias pós-plantio.

Cana soca

No Tabela 5 são ilustrados as recomendações para a manutenção de cana-de-açúcar.

A adubação com nitrogênio está ilustrada na Tabela 6.

Tabela 5. Recomendação de adubação para cana soca.

Produtividade esperada	Disponibilidade de fósforo			Disponibilidade de potássio		
	Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
	Dose de P ₂ O ₅			Dose de K ₂ O		
t/ha				Kg/ha		
< 60	40	0	0	80	40	0
60-80	40	0	0	110	70	30
> 80	40	0	0	140	100	60

Korndörfer et al. (1999).

Tabela 6. Adubação nitrogenada para cana soca.

Produtividade esperada (t/ha)	Dose de N (Kg/ha)
< 60	60
60-80	80
> 80	100

Conforme comentado anteriormente sobre adubação com enxofre, para solos com baixos níveis desse nutriente, aplicar em torno de 30 Kg/ha de enxofre.

Para os micronutrientes algumas particularidades deverão ser observadas. Para solos arenosos e com baixos níveis de matéria orgânica deve-se aplicar em torno de 2 a 5 Kg/ha de manganês, zinco e cobre, enquanto para o boro aplicar 2 a 3 Kg/ha desse nutriente, tanto para cana planta quanto para cana soca.

Considerações finais

A produtividade e a durabilidade do canavial estão diretamente ligados às boas práticas de produção agrícola, dentre elas a correção racional da fertilidade de solo.

Para identificar quais os nutrientes limitantes para a produção do canavial o primeiro passo é fazer uma boa amostragem do solo a ser enviada para análise.

Não existe o nutriente mais importante. E a produtividade da cultura está em função do equilíbrio dos nutrientes no solo.

Quando a planta apresenta algum sintoma de deficiência a produtividade já está comprometida.

É importante buscar orientação técnica para retirar as amostras de solo, bem como na interpretação dos resultados.

Canavial nutrido é rebanho bem alimentado!

Bibliografia complementar

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Piracicaba, SP: Potafos, 2007.p. 1-24. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 118).

KORNDÖRFER, G. H.; RIBEIRO, A. C.; ANDRADE, L. A. B. Cana-de-açúcar. In: Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. p. 285-288.

LOPES, A. S. Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agronômica. São Paulo: Agência Nacional para difusão de adubos, 1999. 70 p (Boletim técnico nº 08.).

LOPES A. S.; GUILHERME J. R. Uso eficiente de corretivos e fertilizantes. São Paulo: Agência Nacional para difusão de adubos, 2000. (Boletim técnico nº 04.)

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o Doutor do seu canavial. Piracicaba, SP: Potafos, 1994. 17 p. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 67.).