



POLYANA PLACEDINO ANDRADE

**RENDIMENTO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE
CANA-DE-AÇÚCAR (1º CORTE) SUBMETIDA A
DIFERENTES MÉTODOS DE
RECOMENDAÇÃO E DOSES DE CALCÁRIO**

LAVRAS- MG

2010

POLYANA PLACEDINO ANDRADE

**RENDIMENTO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR
(1º CORTE) SUBMETIDA A DIFERENTES MÉTODOS DE
RECOMENDAÇÃO E DOSES DE CALCÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade

LAVRAS- MG

2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Andrade, Polyana Placedino.

Rendimento agrícola e qualidade de cana-de-açúcar (1º corte) submetida a diferentes métodos de recomendação e doses de calcário / Polyana Placedino Andrade. – Lavras : UFLA, 2010.
56 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Luiz Antônio de Bastos Andrade.

Bibliografia.

1. *Saccharum* spp. 2. Calagem. 3. Acidez do solo. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.618921

POLYANA PLACEDINO ANDRADE

**RENDIMENTO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR
(1º CORTE) SUBMETIDA A DIFERENTES MÉTODOS DE
RECOMENDAÇÃO E DOSES DE CALCÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 2 de julho de 2010.

Dr. Gabriel José de Carvalho UFLA

Dr. Francisco Dias Nogueira EPAMIG

Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade.

Orientador

LAVRAS - MG

2010

*A Deus, pelo dom da vida e por me cobrir
de bênçãos em todos os momentos.*

DEDICO

Aos meus pais, Wander e Elba, pela educação, apoio e incentivo.

À minha irmã, Michele, pela compreensão e amizade.

Ao meu tio, Luiz Antônio, pela orientação, exemplo e ajuda.

A minha madrinha, Elza Maria, pela torcida.

Ao Rodrigo, pelo carinho e companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, juntamente com todos os excelentes professores e funcionários com os quais tive o privilégio de conviver, pela oportunidade de realização da formação acadêmica e, principalmente, pela formação como ser humano.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e pesquisadores membros da banca examinadora, pela colaboração nessa jornada.

Ao pesquisador Francisco Dias Nogueira, pela atenção, colaboração e auxílio.

Ao Prof. Luiz Antônio de Bastos Andrade, Tio Tonho, pela paciência, exemplo, dedicação, credibilidade, carinho e por acreditar em minha capacidade.

A minha mãe, Elba, por todos ensinamentos e amor incondicional e ao meu pai, Wander, pelo exemplo de vida e de profissional, grande sabedoria, confiança e por me apoiar sempre em minhas decisões.

A minha irmã Michele, pela paciência, amizade, afeto e companheirismo.

A madrinha Elza Maria, pela preocupação, incentivo e orações.

Ao Rodrigo, pela atenção, amor, companheirismo e amizade.

A todos os colegas da área de cana-de-açúcar, pela parceria, convívio, descontração e ensinamentos.

Aos colegas e amigos de curso.

Ao senhor João Mendes, pelo apoio prestado.

Aos funcionários da cachaçaria João Mendes, pelo apoio durante a condução dos experimentos de campo.

Aos amigos e amigas que me incentivaram na busca da concretização de meus sonhos.

A minha família e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

“A melhor maneira que o homem dispõe para se aperfeiçoar
é aproximar-se de Deus.”

Pitágoras

RESUMO

Devido ao aumento da demanda por açúcar e álcool no país, o cultivo da cana-de-açúcar tem se expandido para novas fronteiras agrícolas, como áreas de cerrado, onde a prática da calagem é imprescindível. Os efeitos da calagem na cultura dependem de fatores ligados às variedades, ao solo e ao corretivo e as quantidades aplicadas. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, comparar, sob condições de campo, para cana-planta (1º corte), os efeitos da calagem, utilizando-se três métodos de recomendação de calcário, em Minas Gerais, aplicando-se a dose e o dobro da dose recomendada por método, em duas variedades de cana-de-açúcar (SP79-1011 e RB855536). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 X 2 X 2 + 2, com quatro repetições. As características estudadas foram o número e o peso médio de colmos, os rendimentos de colmos (TCH), as características tecnológicas da cana-de-açúcar e o rendimento de POL por hectare (TPH). Verificou-se que, independente dos métodos de recomendação utilizados, das doses de calcário aplicadas e da variedade, a calagem é importante para a cana-planta, principalmente por proporcionar maiores rendimentos de colmos e melhor qualidade da cana, com aumentos da POL(%) cana, TPH e açúcar total recuperável (ATR).

Palavras-chave: *Saccharum* spp. Calagem. Acidez do solo.

ABSTRACT

Because of the increased demand for alcohol and sugar in the country, sugar cane has expanded to new agricultural frontiers, such as areas of cerrado (savannah-like vegetation), where practice of limestone is indispensable. The effects of liming on the crop depend of factors linked to the varieties, soil, amendment and amounts applied. The objective of this work was the one of comparing under field conditions, for planting time (first trial), the effects of liming, utilizing three methods of liming recommendation in Minas Gerais, by applying both the dose and the double of the dose recommended by each method on two sugar cane varieties (SP79-1011 e RB855536). The experimental design utilized was the one of randomized blocks in factorial scheme 3 X 2 X 2 + 2 with four replicates. The studied characteristics were, the number and medium weight of stalks, stalks yields (TCH), the technological characteristics of the sugar cane and POL yields per hectare (TPH). It was found, that independently of the utilized recommendation methods, the applied doses of limestone and variety, liming is important to planting time (first trial), mainly for providing increase yields of stalks and better quality of the cane, with increases of the POL (%) cane, TPH and ATR (Recoverable Total Sugar).

Keywords: *Saccharum* spp. Liming. Soil acidity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. UFLA, Lavras- MG, 2009.....	30
Tabela 2	Esquema da análise de variância para análise de dados do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	34
Tabela 3	Resumo da análise de variância para número de colmos por metro. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	36
Tabela 4	Valores médios obtidos para número de colmos por metro, em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	37
Tabela 5	Valores médios obtidos para número de colmos por metro, em função dos métodos de recomendação de calcário utilizados. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	37
Tabela 6	Valores médios para número de colmos por metro, na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	39
Tabela 7	Resumo da análise de variância para peso médio de colmos (kg). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	39
Tabela 8	Valores médios obtidos para peso médio de colmos (kg), em função da variedade. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	40
Tabela 9	Valores médios obtidos para peso médio de colmos (kg), para interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	40
Tabela 10	Resumo da análise de variância para rendimento de colmos ($t \cdot ha^{-1}$). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	41
Tabela 11	Valores médios obtidos para rendimentos de colmos ($t \cdot ha^{-1}$), em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	42

Tabela 12	Valores médios para rendimentos de colmos (t. ha ⁻¹) na interação dos tratamentos componentes do fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	42
Tabela 13	Resumo da análise de variância para Fibra (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	43
Tabela 14	Valores médios obtidos para fibra (%) cana na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	44
Tabela 15	Resumo da análise de variância para açúcar total recuperável (ATR). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	45
Tabela 16	Valores médios obtidos para ATR na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	46
Tabela 17	Resumo da análise de variância para POL (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	47
Tabela 18	Valores médios obtidos para POL (%) cana na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	47
Tabela 19	Resumo da análise de variância para Pureza (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	48
Tabela 20	Valores médios obtidos para pureza (%) cana, em função da variedade, no tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	49
Tabela 21	Resumo da análise de variância para rendimento de POL (t. ha ⁻¹). UFLA, Lavras, MG, 2009.....	49
Tabela 22	Valores médios obtidos para rendimento de POL (t. ha ⁻¹), em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	50
Tabela 23	Valores médios para rendimento de POL (t. ha ⁻¹) na interação dos componentes do fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Nutrição da cana-de-açúcar.....	17
2.2	Efeitos do calcário no solo.....	19
2.3	Métodos de recomendação de calcário.....	23
2.4	Efeitos do calcário na cultura da cana-de-açúcar.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1	Características da área experimental.....	29
3.2	Delineamento experimental, tratamentos e parcelas.....	30
3.3	Instalação e condução do experimento.....	31
3.4	Características estudadas.....	32
3.4.1	Número de colmos por metro.....	33
3.4.2	Peso médio de colmos.....	33
3.4.3	Rendimento de colmos (TCH).....	33
3.4.4	Características químico- tecnológicas.....	33
3.4.5	Rendimento de POL ha⁻¹ (TPH).....	34
3.5	Análises estatísticas.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	Número médio de colmos por metro.....	36
4.2	Peso médio de colmos (kg).....	39
4.3	Rendimento de colmos.....	41
4.4	Teores de fibra.....	43
4.5	Açúcar total recuperável.....	45
4.6	Teores de POL (%).....	46
4.7	Pureza (%) cana.....	48

4.8	Rendimento de POL (t. ha⁻¹).....	49
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas exploradas no mundo e suas áreas de cultivo no Brasil crescem a cada dia. Sua expansão territorial em novas fronteiras agrícolas é notória, como áreas de cerrado em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Pertence à Família *Poaceae* (gramíneas) e a espécie atualmente cultivada é *Saccharum* spp. (ANDRADE, 1998).

A cultura da cana-de-açúcar reveste-se, na atualidade, de grande importância socioeconômica, visto que é utilizada como matéria-prima para as agroindústrias do açúcar, álcool, aguardente, cachaça de alambique, melão e uso forrageiro, representando, para o país, uma fonte de grande geração de empregos e renda no meio rural. No Brasil, a cana-de-açúcar ocupa, hoje, área de 8,92 milhões de hectares e produção de 648,85 milhões de toneladas de colmos destinados à indústria (BRASIL, 2009).

Principalmente por causa do álcool, combustível renovável de grande interesse no aspecto do meio ambiente, as perspectivas de expansão do setor sucro-alcooleiro são muito grandes, não só na elevação da produção, mas também na melhoria das condições para o aproveitamento da matéria-prima.

Segundo Salla et al. (2009), a cadeia produtiva, industrial e comercial da cana-de-açúcar é potencialmente sustentável e pode contribuir como alternativa energética para vários segmentos que demandam combustíveis, sendo necessárias pesquisas na área fitotécnica e industrial que possam desonerar energeticamente as respectivas operações.

Na cultura da cana-de-açúcar, destacam-se temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica como fatores importantes no seu ciclo. Durante a fase de crescimento são necessários períodos quentes, úmidos e com alta radiação solar e, durante as fases de maturação e colheita, um período seco, ensolarado e/ou

mais frio (AFONSI; PEDRO JÚNIOR; BARBIERI, 1987). A cana caracteriza-se como uma das culturas que melhor utilizam seu potencial de produtividade, em função das condições ideais de clima. Mas, para que esse potencial de produção se manifeste, além do clima, outros fatores são muito importantes, como o solo. Nesse aspecto, é necessário conhecer a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo em questão, para complementá-la com adubações caso seja preciso e, caso tenha elementos em níveis tóxicos, reduzir seus efeitos por meio da calagem e/ou gessagem e, ainda, por complexação química com ácidos orgânicos que são considerados, hoje, como biorremediadores do solo.

A calagem é uma prática cujos efeitos benéficos são bem conhecidos na agricultura e visam, principalmente, corrigir a acidez; neutralizar os efeitos tóxicos de elementos como o alumínio e o manganês; fornecer cálcio e magnésio; aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes, bem como contribuir para a melhoria da estrutura do solo e da vida microbiana (BRADY, 1989). Entretanto, os resultados de calagem para a cana-de-açúcar obtidos no Brasil não são ainda conclusivos.

Segundo Andrade (1991) o efeito da calagem no aumento dos rendimentos agrícolas e industriais da cana-de-açúcar depende de fatores ligados à planta, ao solo e ao corretivo empregado. O autor destaca que o uso indevido de corretivos envolvendo quantidade, qualidade, profundidade de incorporação e intervalo entre aplicações também afeta a eficiência da calagem. Além destes, atualmente questionam-se outros fatores, como os métodos de recomendação e as doses de calcário aplicadas que, muitas vezes, são consideradas insuficientes para atender às exigências de cálcio e magnésio pela cultura da cana-de-açúcar. Assim, doses corretas de calcário tendem a proporcionar maior número de cortes, principalmente no novo sistema de colheita mecanizada de cana crua, aumentando a demanda por esses nutrientes.

Estudando a resposta da cana-de-açúcar à calagem e à adubação potássica, Rossetto et al. (2004) verificaram que somente quando os solos apresentaram baixa fertilidade e acidez elevada é que houve resposta da calagem na produtividade da cana-de-açúcar. Nesses solos, o pH era inferior a 4,4 e os teores de cálcio e magnésio em torno de 6 e 1 mmolc.dm^{-3} , respectivamente. Isso mostra que, apesar de a cana-de-açúcar apresentar boa tolerância e adaptabilidade à acidez do solo, em condições mais adversas a cultura responde positivamente à prática da calagem. Nas áreas onde foi observado ganho de produtividade, esses ganhos mantiveram-se entre 8 e 13 t.ha^{-1} , não tendo a interação entre calcário e potássio sido significativa em nenhum dos experimentos.

Portanto, a realização de trabalhos que envolvem diferentes métodos de calagem, bem como diferentes doses de calcário na cultura da cana-de-açúcar, principalmente em solos de baixa fertilidade natural, é muito importante.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar, sob condições de campo, os efeitos da calagem, utilizando-se três métodos de recomendação de calcário em Minas Gerais, na dose recomendada por todos eles e o seu dobro, no rendimento agrícola e na qualidade de duas variedades de cana-de-açúcar (SP79-1011 e RB855536) muito cultivadas na região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir são mencionadas contribuições importantes diretamente ligadas ao assunto deste trabalho.

2.1 Nutrição da cana-de-açúcar

Vários elementos químicos são essenciais à produção vegetal e essa essencialidade se dá pelo fato de que sem um desses elementos a planta não consegue completar o seu ciclo de vida. Assim, é necessário saber quais são os elementos exigidos pela cultura e se suas quantidades são atendidas, visando à produção.

Uma divisão, quanto à exigência, classifica os nutrientes que ocorrem em teores mais elevados nas plantas como macronutrientes – N, P, K, Ca, Mg e S -, os quais são requeridos em maiores quantidades. Por sua vez, os menos exigidos são denominados micronutrientes – Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B e Cl -, não se atribuindo maior ou menor importância de determinado nutriente para o desenvolvimento vegetal (FURTINI NETO et al., 2001).

Segundo Malavolta (2008), as principais funções dos macronutrientes são: o N é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA e RNA (purinas e pirimidinas); o P é constituinte dos ácidos nucleicos e do ATP; o K participa da abertura e do fechamento dos estômatos na fotossíntese e atua na ativação de enzimas; o Ca atua como pectato na lamela média e participa do crescimento da parte aérea e das pontas das raízes; o Mg ocupa o centro do núcleo tetrapirrólico da clorofila e o S está presente em todas as proteínas, enzimáticas ou não, e em coenzimas. Quanto aos micronutrientes, o Fe é participante de reações de oxirredução e de transferência de elétrons; o Mn atua na fotólise da água, no processo de transferência de elétrons que catalisa a

decomposição da molécula de H_2O ; o Zn é componente de várias enzimas; o Cu é componente da plastocianina – enzima envolvida no transporte eletrônico do fotossistema II - e de várias outras enzimas; o Mo é componente essencial da redutase de nitrato (NO_3-NO_2) e da nitrogenase (fixação do N atmosférico); o B está relacionado com crescimento do meristema, diferenciação celular, maturação, divisão e crescimento e o Cl é exigido para a decomposição fotoquímica da água.

O cálcio é fundamental na composição salina do citoplasma, fazendo parte da parede celular em forma de pectato de cálcio. O Ca melhora a estrutura, a permeabilidade e a infiltração de água no solo e ajuda a planta a suportar o estresse por salinidade. Em revisão de Silva e Casagrande (1983), observaram-se acúmulo de sacarose e diminuição na atividade da amilase em folhas de cana-de-açúcar deficientes em cálcio. A aplicação de silicato de cálcio no sulco de plantio, independente das fontes e das doses utilizadas, proporcionou aumento no teor de fibra (%) cana, mas não influenciou o rendimento de colmos e de açúcar total recuperável, assim como os teores de Brix, Pol e pureza (%) (LEITE et al., 2008).

O magnésio é ativador de muitas enzimas, sendo componente da molécula de clorofila. Em apenas um experimento onde a calagem foi positiva, verificaram-se aumentos foliares de Ca e Mg, sugerindo que a análise foliar é uma técnica pouco indicada para demonstrar necessidades de nutrientes em cana-de-açúcar (ROSSETTO et al., 2004).

A cultura da cana-de-açúcar é grande extratora de nutrientes do solo. Resultados de diversos trabalhos têm indicado razoável variação na quantidade de nutrientes extraídos, que é dependente de diversos fatores, entre eles: solo, variedade e condições climáticas. Assim, para a formação de 1,0 t de colmos, a literatura tem indicado, para os macronutrientes, variações de 0,9 a 1,32 kg de N; 0,20 a 0,69 kg de P_2O_5 ; 1,2 a 1,8 kg de K_2O ; 0,70 a 0,95 de CaO; 0,56 a 0,86 de

MgO e 0,30 a 0,36 de S (DEMATTE, 2005). Assim, a ordem de extração de macronutrientes, tanto para cana-planta como para cana-soca, é de $K > N > Ca > Mg > P$ (SILVA; CASAGRANDE, 1983).

Quanto à exportação de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar, segundo Franco et al. (2007), o acúmulo de macronutrientes, em especial na parte subterrânea da cultura (raízes e rizomas), seguiu a seguinte ordem decrescente de grandeza: $N = K > Ca > Mg = S > P$. Oliveira (2008) demonstrou que os teores de nutrientes no colmo diminuíram com o crescimento vegetativo da cana-de-açúcar e que as quantidades dos nutrientes que se alocam no colmo correspondem a 50% do total absorvido pela planta.

Assim, a recomendação e a eficiência da adubação não dependem apenas da definição das doses a serem aplicadas, mas também de uma série de aspectos, como a definição dos nutrientes a serem aplicados, a quantidade a ser aplicada, a melhor época de aplicação, os fertilizantes a serem aplicados, a forma de aplicação desses, bem como os aspectos econômicos dessas práticas. É importante também o uso de métodos que realmente avaliem e calibrem a quantidade de fertilizantes utilizada nesta cultura, permitindo uso de adubações racionais que visem aumentos de produtividade e evitem desperdícios de adubos.

Atualmente, a produtividade média dos canaviais brasileiros tem oscilado em torno de 100 toneladas de colmos por hectare. Entretanto, com adequado manejo de adubação, tratos culturais, calagem e variedades, podem-se alcançar produtividades superiores a 150 toneladas de matéria natural por hectare (OLIVEIRA et al., 2007).

2.2 Efeitos do calcário no solo

Os solos brasileiros são, em sua grande maioria, naturalmente ácidos, apresentando baixa saturação por cátions básicos, como cálcio, magnésio e

potássio (OLIVEIRA et al., 2007). A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil.

A maneira mais fácil, correta e economicamente viável de corrigir acidez do solo é a calagem. A calagem é considerada uma das práticas que mais contribuem para o aumento da eficiência dos adubos e, conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária.

Dentre os benefícios de uma correta prática da calagem, destacam-se a diminuição da toxidez de H^+ , Al^{3+} e Mn^{2+} ; o aumento da mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente aumentando a disponibilidade de nutrientes como N, S, P e B; o aumento da disponibilidade de Ca e Mg por adição direta no solo; o aumento da disponibilidade de P e Mo, presentes em formas fixadas e de menor disponibilidade no solo ácido; o aumento da fixação não simbiótica e simbiótica do N_2 ; o aumento da atividade de bactérias nitrificadoras; o aumento da CTC do solo, reduzindo problemas de salinidade e de lixiviação de cátions; o aumento da eficiência da adubação e o aumento da preservação de áreas de florestas ou de áreas menos vocacionadas para a agricultura, em face da necessidade de menor área para obter a mesma produção (FURTINI NETO et al., 2001).

O sucesso da prática de calagem depende, fundamentalmente, de três fatores: da dosagem adequada, das características do corretivo utilizado e da aplicação correta. A dosagem adequada é estabelecida com base na análise de solos, pela qual se aplica um critério técnico de recomendação.

Gargantini, Gomes e Blanco (1965), com a finalidade de estudar os efeitos do modo de aplicação de calcário ao solo, verificaram que a aplicação de calcário promoveu redução da acidez e que o tratamento que mais rápido efeito apresentou na elevação do pH do solo foi aquele em que a quantidade de

corretivo foi dividida, aplicando-se metade antes da aração e o restante antes da segunda gradagem.

Porém, a adição de calcário até o limite acima do exigido para ótimo crescimento vegetal faz com que muitas culturas sejam prejudicadas. Assim, o excesso de calagem provoca deficiências de ferro, manganês, cobre e zinco assimiláveis; faz decrescer o fósforo assimilável devido à formação de fosfatos de cálcio insolúveis e complexos; interfere na adsorção do fósforo pelos vegetais, especialmente no seu metabolismo; prejudica a assimilação e a utilização de boro e prejudica a variação do próprio pH (BUCKMAN; BRADY, 1968).

A velocidade de reação do calcário no solo é relativamente lenta e depende, dentre outros fatores, da reatividade do corretivo, da qualidade do mesmo, das doses aplicadas, da textura do solo, da distribuição uniforme no campo e do clima. A ação neutralizante ou a eficiência dos corretivos também dependem do tamanho das partículas, pois a velocidade de reação depende da área superficial de contato da partícula com o solo. Assim, quanto menor a partícula, maior é a velocidade de reação.

Rheinheimer et al. (2000) destacaram que a correção da acidez de um Argissolo Acinzentado distrófico mostrou-se proporcional à dose de calcário aplicada, independentemente do modo de aplicação, quando avaliaram o efeito da aplicação superficial e incorporada de calcário ao solo de pastagem natural.

Amaral e Anghinoni (2001) analisaram os efeitos da aplicação do calcário dolomítico em Argissolo Vermelho distrófico, com e sem sua incorporação ao solo, no sistema plantio direto, sobre as características químicas das fases sólida e líquida ao longo do tempo e do perfil do solo. Estes autores concluíram que aplicação de calcário na superfície altera até a profundidade de 4 cm os valores de pH, Al, Ca e Mg trocáveis, e os valores de Ca e Mg na solução, até 2 cm, aos 360 dias após a sua aplicação. Constataram, ainda, que a

dissolução máxima de calcário ocorre aos 90 dias de sua aplicação, conforme indicaram os valores de condutividade eletrolítica e de Ca e Mg na solução do solo. Fageria (2001), ao determinar as doses adequadas de calcário para as culturas de terras altas, de arroz, feijoeiro, milho e soja cultivados em sucessão, em solo de cerrado, constatou que as doses de 5, 8 e 9 t.ha⁻¹ de calcário são suficientes para a obtenção de 90% da produtividade máxima em relação às médias de dois cultivos de feijão, milho e soja em sucessão, respectivamente e que a aplicação de calcário aumentou os valores de pH em água, Ca, Mg, saturação por Ca e Mg e relação Ca/K e Ca/Mg até a profundidade de 40 cm.

Prado (2003) constatou que as alterações físico-químicas causadas pela calagem propiciam aos solos tropicais, com cargas variáveis, ambiente favorável à dispersão de argila, o que, por meio da eluviação, torna possível a obstrução de poros em camadas inferiores, modificando o movimento de água no solo e até a erosão.

Ciotta et al. (2004) avaliaram o efeito do método de reaplicação de calcário num Latossolo Bruno aluminico. Os resultados obtidos apontaram que a aplicação de calcário sobre a superfície do solo e sem incorporação foi eficiente na elevação do pH, na camada de 0-0,15 m, e na elevação dos teores de Ca e Mg e da saturação por bases, bem como na diminuição da saturação de Al trocável, na camada de 0-0,20 m, não diferindo do tratamento com incorporação de calcário ao solo com aração e duas gradagens.

Vários materiais podem ser utilizados como corretivos da acidez de solos. De acordo com Oliveira et al. (2007), os materiais corretivos mais utilizados são os calcários calcíticos, magnesianos e dolomíticos e os silicatos de cálcio e magnésio, designados escórias de siderurgias. Nessas escórias, o teor de óxido de magnésio (MgO) varia com o material, com um valor médio oscilando ao redor de 8%, enquanto os calcários calcíticos possuem teores de MgO

inferiores a 5%, os magnesianos entre 5% e 12% e os dolomíticos, acima de 12%.

2.3 Métodos de recomendação de calcário

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

Assim, para se quantificar a dose do corretivo a ser recomendada, além da análise química, é preciso verificar qual o método utilizado e o comportamento da espécie vegetal em relação à acidez. A cana-de-açúcar apresenta relativa tolerância à acidez do solo.

De acordo com Demattê (2005), existem dificuldades em uma generalização do emprego da calagem nas diversas regiões canavieiras do mundo. Essas dificuldades residem, principalmente, na escolha dos métodos indicadores de previsão das necessidades e das quantidades de calcário a empregar.

Atualmente, no estado de Minas Gerais, a necessidade de calagem (NC) para a cultura da cana-de-açúcar é calculada por meio de três métodos e todos são calculados para correção de uma camada referencial de 0-20 cm e subtendendo o uso de calcário com PRNT igual a 100%.

Um deles é o método do IAC, baseado na elevação da saturação por bases segundo Rajj et al. (1981), sendo sua fórmula dada por:

$$NC (t.ha^{-1}) = \frac{T (V_2 - V_1)}{100}$$

em que

NC = necessidade de calagem, em $t.ha^{-1}$;

T = valor de CTC potencial ou CTC a pH 7,0 da análise do solo, em $cmol_c \cdot dm^{-3}$;

V_2 = percentagem de saturação por bases desejada de acordo com as recomendações para as condições regionais;

V_1 = percentagem de saturação por bases do solo, conforme resultado da análise de solo.

O outro método de recomendação desenvolvido por Benediti e Korndörfer (1992), baseado nos teores iniciais de cálcio e magnésio do solo, assim como o aumento esperado de produção e as perdas prováveis destes nutrientes pelo solo, estimadas durante o ciclo da cultura, é calculado pela expressão a seguir:

$$NC (t.ha^{-1}) = 2 \times Al^{+++} + [2 - (Ca^{++} + Mg^{++})]$$

em que

NC = necessidade de calagem, em $t.ha^{-1}$;

Al^{+++} = teor de Al^{+++} no solo, expresso em $cmol_c \cdot dm^{-3}$;

Ca^{++} = teor de Ca^{++} no solo, expresso em $cmol_c \cdot dm^{-3}$;

Mg^{++} = teor de Mg^{++} no solo, expresso em $cmol_c \cdot dm^{-3}$.

O terceiro método, segundo Korndörfer, Ribeiro e Andrade (1999), recomenda que o cálculo da necessidade de calagem para a cana-de-açúcar seja baseado nos teores de cálcio e magnésio no solo, sendo sua expressão a seguinte:

$$NC (t.ha^{-1}) = 3 - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

em que

NC = necessidade de calagem, em $t.ha^{-1}$;

Ca^{++} = teor de Ca^{++} no solo, expresso em $cmol_c \cdot dm^{-3}$;

Mg^{++} = teor de Mg^{++} no solo, expresso em $cmol_c \cdot dm^{-3}$.

A recomendação para distribuição do calcário é a lanço e em área total. O ideal é a aplicação de metade da dose recomendada antes da aração e a outra metade antecedendo-se a gradeação, porém, a aplicação com o terreno arado esbarra em limitações operacionais. O uso do arado de aiveca tem propiciado a incorporação um pouco mais profunda do corretivo, quando comparado às grades aradoras ou a arados convencionais (ORLANDO FILHO; MACEDO; TOKESHI, 1994). Segundo os mesmos autores, quando necessária (indicada por meio do monitoramento das análises químicas do solo na camada superficial), a calagem pode ser recomendada para as soqueiras, aplicada em área total, antecedendo-se aos tratos culturais. Nesse caso, a recomendação é de acordo com o teor de Ca na camada de 0-20 cm. Assim, quando ele for menor que $0,8 \text{ cmol}_c \cdot dm^{-3}$, recomenda-se aplicar 2 toneladas de calcário por hectare; quando os teores estiverem entre $0,8-1,2 \text{ cmol}_c \cdot dm^{-3}$, recomenda-se aplicar 1,5 tonelada de calcário por hectare e, se os teores de cálcio forem superiores a $1,2 \text{ cmol}_c$ e o de magnésio inferiores a $0,4 \text{ cmol}_c \cdot dm^{-3}$, recomenda-se aplicar 1,5 tonelada de calcário dolomítico por hectare.

Lacerda, Mendes e Chaves (2006) compararam as recomendações de calcário para solos ácidos do estado da Paraíba, feitas pelos métodos da elevação dos teores de Ca + Mg e elevação da saturação por bases. Estes autores destacaram que o método da elevação dos teores de Ca + Mg é possível de ser utilizado apenas nas regiões do litoral, Brejo e Agreste, não se aplicando a solos das outras regiões trabalhadas, visto que estes apresentam valores adequados de Ca + Mg. Já as quantidades de carbonato de cálcio recomendadas pelo método da elevação de saturação por bases sempre foram maiores do que aquelas recomendadas pelo método da elevação do Ca + Mg.

Dessa forma, a adoção dos diferentes métodos, bem como de diferentes doses, implica em variações nas quantidades empregadas, o que pode provocar respostas diferentes à prática da calagem na cultura da cana-de-açúcar.

2.4 Efeitos do calcário na cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar, no Brasil, tem se expandido muito nos últimos anos, devido aos seus dois principais produtos: o açúcar e o álcool. Essa expansão se deu não apenas em áreas tradicionais de cultivo, mas também em áreas novas, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, onde a calagem tem papel de grande importância.

Embora a cana-de-açúcar seja cultura muito tolerante à acidez, deve-se dar a devida atenção à correção do pH do solo. Além dos efeitos na neutralização do alumínio e do manganês e na diminuição da fixação de fósforo do solo, a calagem fornece cálcio, elemento bastante exigido pela cana, e magnésio, dependendo do calcário utilizado. A correção do pH é primordial para a manutenção da fertilidade e, portanto, para a sustentabilidade do solo. Tem-se que considerar também que a calagem é uma prática econômica, com boa relação custo/benefício, e que, no caso da cana, a melhor oportunidade para a calagem ocorre apenas a cada 5 ou 6 anos, uma vez que, durante o plantio, tem-se a única oportunidade de incorporar bem o calcário (ROSSETTO; DIAS, 2005).

Os efeitos da calagem no aumento dos rendimentos agrícola e industrial da cana-de-açúcar dependem, ainda, de fatores ligados à planta, ao solo e ao corretivo empregado. De maneira geral, a cana-de-açúcar é uma planta rústica, com abrangente distribuição de seu sistema radicular.

Rossetto et al. (2004) observaram que houve resposta da calagem na produtividade da cana-de-açúcar apenas em duas das situações trabalhadas, quando os solos apresentavam baixa fertilidade e acidez elevada, caracterizados

por pH menor que 4,4, teores de Ca próximos a $6 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e Mg de $1 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$, sendo o aumento de produtividade nessas condições entre 8 e 13 t.ha^{-1} de colmos. Assim, os autores concluíram que os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem são esporádicos e, quando esses ocorrem, são obtidos em condições de severa acidez, na presença de alumínio em níveis tóxicos e, principalmente, na ausência de teores adequados de cálcio e magnésio no solo.

Kofler (1986 citado por DEMATTÊ, 2005), comparou a profundidade do sistema radicular de diversas culturas no Brasil e em outros países e observou que, no Brasil, a profundidade do sistema radicular da cana-de-açúcar atinge 60 cm, contra 160 cm em outros países. Portanto, um dos objetivos no manejo da fertilidade destes solos é o de favorecer um maior volume de exploração radicular.

Trabalhando na calibração de gesso e de calcário em solos de textura média, baixa CTC, na cultura da cana, Morelli et al. (1987 citados por DEMATTÊ, 2005), observaram que, após 27 meses de instalação do experimento, o tratamento com $2,8 \text{ t.ha}^{-1}$ de gesso, o de mais alta produtividade neste experimento, indicou a distribuição do Ca e das raízes até 150 cm de profundidade.

Em trabalho realizado no sul de Minas, Garcia (2005) concluiu que não houve efeito da calagem e fosfatagem nos rendimentos de colmo e de aguardente da cana-de-açúcar da cana-planta e primeira soca, em trabalho conduzido em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

O sistema radicular é a parte da planta mais sensível aos problemas de acidez do solo, pois limita a utilização de água e nutrientes pela planta. A baixa saturação por bases em profundidade restringe o desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e, em consequência, o volume de solo explorado pelas raízes. De acordo com Vasconcelos e Garcia (2005), o desenvolvimento do sistema

radicular tem influência direta sobre algumas características da planta, tais como resistência à seca, eficiência na absorção dos nutrientes do solo, tolerância ao ataque de pragas do solo, capacidade de germinação e/ou brotação, porte (ereto ou decumbente) e tolerância à movimentação de máquinas, dos quais depende a produtividade final.

Procurando avaliar a condição química de um Latossolo Vermelho Amarelo e a produtividade após a aplicação de corretivos em soqueira, Foltran (2008) mencionou que o silicato de cálcio foi mais eficiente na produção de colmos por hectare, comparado com o calcário. O mesmo autor constatou também que a aplicação de corretivos em superfície na cana crua melhorou as características químicas do solo, com reflexos na produtividade de colmos.

Em muitos casos, a aplicação isolada de calcário, ou mesmo de gesso, em soqueira de quarto ou quinto corte, já aumenta a produtividade da cana, comparada ao uso isolado de fertilizante (DEMATTE, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas e os métodos utilizados para condução do trabalho são descritos a seguir.

3.1 Características da área experimental

O experimento foi conduzido em área localizada no Alambique João Mendes, “JM”, no município de Perdões, MG, situado nas coordenadas geográficas de latitude de 21^o 05' 20, longitude de 45^o 05' 50 e altitude de 826 metros.

O clima da região é do tipo Cwa, caracterizado por temperatura média do mês mais quente de 22,1°C e a do mês mais frio, de 15,8°C. A temperatura média anual é de 19,4°C e a precipitação pluvial total anual é de 1.529,7 mm (BRASIL, 1992).

O solo no qual foi instalado o experimento caracteriza-se como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com relevo plano a suave ondulado, fase cerrado, representativo da região. A análise química deste solo é apresentada na Tabela 1.

O teor de matéria orgânica do solo foi de 2,4%, considerado um teor médio, apresentando, em sua textura, 44% de areia, 12% de silte e 44% de argila.

Tabela 1 Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. UFLA, Lavras- MG, 2009¹

Descrição	Teores	Classificação da fertilidade solo ²
Al (cmol _c . dm ⁻³)	0,7	Médio
Ca (cmol _c . dm ⁻³)	0,4	Baixo
Mg (cmol _c . dm ⁻³)	0,2	Baixo
K (mg. dm ⁻³)	12,0	Baixo
P (mg. dm ⁻³)	1,0	Baixo
pH (H ₂ O)	4,8	Baixo
H + Al (cmol _c . dm ⁻³)	5,6	Alto
SB (cmol _c . dm ⁻³)	0,6	Baixo
t (cmol _c . dm ⁻³)	1,3	Baixa
T (cmol _c . dm ⁻³)	6,2	Média
m (%)	52,6	Alto
V (%)	6,4	Muito baixo

¹Análises realizadas no laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA). P e K: extrator Mehlich- 1; Ca, Mg e Al: extrator KCL 1 N; H + Al extraídos com acetato de cálcio 1N, pH 7,0.

²Korndörfer, Ribeiro e Andrade (1999), 5^a aproximação.

3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2 + 2, com quatro repetições, totalizando 56 parcelas.

O primeiro fator correspondeu aos três métodos de determinação da necessidade de calagem, a saber: saturação de bases (RAIJ et al., 1981), alumínio e soma do cálcio e magnésio no solo (BENEDINI; KORNDÖRFER, 1992) e soma de cálcio e magnésio (KORNDÖRFER; RIBEIRO; ANDRADE, 1999).

O segundo fator correspondeu à dose recomendada de calagem por método e o dobro da dose. Para o método da saturação por bases, as doses utilizadas foram 3,1 t ha⁻¹ e 6,2 t ha⁻¹; para o método do alumínio e soma de

cálcio e magnésio, as doses utilizadas foram 2,8 t ha⁻¹ e 5,6 t ha⁻¹ e, para o método do cálcio e magnésio, as doses utilizadas foram 2,4 t ha⁻¹ e 4,8 t ha⁻¹.

O terceiro fator correspondeu às duas variedades de cana-de-açúcar, muito cultivadas na região, RB855536 e SP79-1011. A variedade RB855536 apresenta as seguintes características: média exigência em fertilidade, alta produção agrícola, despalha fácil, ausência de florescimento, ausência de pelos, maturação média e alto teor de sacarose. Já a variedade SP79-1011 apresenta média exigência em fertilidade, média produção agrícola, despalha natural, presença de pelos, maturação média e alto teor de sacarose (ANDRADE et al., 2009).

Todos os tratamentos foram comparados com testemunha de cada variedade sem aplicação de calcário.

A calagem foi feita utilizando-se calcário dolomítico (corrigido para PRNT 100%). De acordo com os resultados da análise de solo e com base nos diferentes métodos de determinação da necessidade de calagem e doses a serem empregadas, o calcário foi aplicado quinze dias antes do plantio (MARTINS, 2000) de maneira uniforme sobre o terreno, antes da aração inicial, visando sua maior incorporação no solo.

Cada parcela foi constituída por seis linhas de cana-de-açúcar, espaçadas de 1,40 m entre si, com 12 m de comprimento, sendo a área total de 100,8 m². Consideraram-se como área útil as quatro linhas centrais e eliminou-se 1,0 m linear em cada extremidade da linha (56,0 m²).

3.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em março de 2008 (cana de ano e meio), numa área de primeiro ano de plantio com cana-de-açúcar.

Para o preparo do solo, foram realizadas aração profunda e duas gradagens. O sulcamento foi realizado mecanicamente, na profundidade de 20 cm, com sulcador-adubador de duas linhas.

Na adubação básica de plantio aplicaram-se 60 kg de N ha⁻¹ (em cobertura aos 60 dias pós-plantio), 120 kg de P₂O ha⁻¹ no sulco e 120 kg de K₂O ha⁻¹, sendo 60 kg de K₂O ha⁻¹ no plantio e 60 kg de K₂O ha⁻¹ em cobertura, aos 60 dias pós-plantio. A adubação básica de plantio foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo e recomendações de Korndörfer, Ribeiro e Andrade (1999). As mudas foram distribuídas manualmente nos sulcos, de maneira a se obter média de 12 gemas por metro linear. Em seguida, foi feito o seccionamento das mudas em toletes de duas a três gemas, antes do cobrimento, que foi realizado de forma manual.

A fim de se combater as formigas, foi utilizado inseticida líquido, aplicado via termonebulizador. Já para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais, mantendo-se a cana no limpo nos primeiros cem dias pós-plantio.

Um dia antes da realização da colheita, foram retirados doze colmos em linha, por área útil de parcela, para a determinação das características tecnológicas da cana-de-açúcar, de acordo com metodologia preconizada pela Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - COOPERSUCAR (1980).

A colheita do canavial foi realizada de forma manual, sem a queima prévia, em agosto de 2009.

3.4 Características estudadas

Foram avaliadas as características agronômicas e tecnológicas, descritas a seguir.

3.4.1 Número de colmos por metro

Por ocasião da colheita (agosto de 2009), foram realizadas contagens do número total de colmos na área útil da parcela, calculando-se, posteriormente, o número médio de colmos por metro.

3.4.2 Peso médio de colmos

Por ocasião da colheita (agosto de 2009), foram realizadas pesagens do número total de colmos colhidos na área útil da parcela, calculando-se, posteriormente, o peso médio de colmos (kg).

3.4.3 Rendimento de colmos (TCH)

Em agosto de 2009, os colmos foram colhidos manualmente e seu rendimento foi obtido por meio de pesagens realizadas em balança do tipo dinamômetro, capacidade de 120 kg, segundo metodologia de Arizono et al. (1998). Posteriormente, foi feita a transformação para toneladas de colmos por hectare (TCH).

3.4.4 Características químico- tecnológicas

Por ocasião da colheita foram retirados, aleatoriamente, doze colmos na área útil de cada parcela, eliminando-se o palmito e a palhada. Após a identificação, os colmos foram enfeixados e enviados para o laboratório da usina Coimbra-Luciânia, em Lagoa da Prata, Minas Gerais, determinando-se POL (%) cana, pureza (%) cana, fibra (%) cana e ATR (kg. t⁻¹) cana.

Entende-se por fibra os constituintes insolúveis; por POL, o teor de sacarose aparente; por ATR, o açúcar total recuperável e, como pureza, a porcentagem de sacarose nos sólidos solúveis da cana-de-açúcar.

Deve ser ressaltado que o ATR constitui, hoje, a base de pagamento de cana, parâmetro muito importante para fornecedores de cana-de-açúcar destinada à indústria.

3.4.5 Rendimento de POL ha⁻¹ (TPH)

Este valor foi calculado multiplicando-se o rendimento de colmos (TCH) pela POL(%) cana.

3.5 Análises estatísticas

Os parâmetros avaliados foram submetidos a análises de variância de acordo com esquema proposto por Pimentel-Gomes (1990) para experimentos em blocos casualizados, de acordo com a Tabela 2.

Empregou-se o teste de médias Tukey, a 5% de probabilidade, para análise dos efeitos dos diferentes métodos, e o teste F para comparar doses e variedades. Os dados de contagem foram transformados para \sqrt{x} .

Tabela 2 Esquema da análise de variância para análise de dados do experimento. UFLA, Lavras, MG, 2009

Causas da variação	Graus de liberdade
Métodos de recomendação de calcário (M)	2
Doses de calcário (D)	1
Variedades (V)	1
M x D	2
M x V	2
D x V	1
“Tabela 2, continua”	

“Tabela 2, conclusão”	
M x D x V	2
Adicional	1
Fatorial x Adicional	1
Blocos	3
Resíduo	39
Total	55

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos e as análises estatísticas realizadas estão apresentados nas Tabelas de 3 a 23.

Os tratamentos identificados por M referem-se aos métodos de recomendação de calcário utilizados, sendo $M_1 = [3 - (Ca^{++} + Mg^{++})]$, $M_2 = T(V_2 - V_1) / 100$ e $M_3 = [2x Al^{+++} + (2 - Ca^{++} + Mg^{++})]$.

4.1 Número médio de colmos por metro

O resumo da análise de variância para o número médio de colmos por metro, por ocasião da colheita, em função dos tratamentos aplicados, é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 Resumo da análise de variância para número de colmos por metro. UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	12,2513	12,2513	12,95**
Métodos (M)	2	10,1466	5,0733	5,36**
Doses (D)	1	0,1230	0,1230	0,13
V*M	2	2,3794	1,1897	1,26
V*D	1	0,3088	0,3088	0,33
M*D	2	1,3497	0,6748	0,71
V*M*D	2	1,5284	0,7642	0,80
Tratamento	11			
Adicional	1	1,1250	1,1250	1,19
Adicional*Fatorial	1	36,9038	36,9038	39,02**
Resíduo	39	0,9458	0,0245	
Total	55	103,0033		

CV= 4,46%

** Significativo, a 1% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos para variedades e métodos, que atuaram de forma independente um do outro, além da interação adicional X fatorial (Tabela 3).

Os valores médios obtidos para número de colmos em função da variedade, métodos e interação fatorial e tratamento adicional são apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6, respectivamente.

Tabela 4 Valores médios obtidos para número de colmos por metro, em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009

Variedades	Médias
RB855536	12,59a
SP79-1011	11,48 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

A variedade RB855536 foi superior à variedade SP79-1011 para número de colmos (Tabela 4). Considerando-se o tratamento uniforme recebido pelas variedades, pode-se explicar esta diferença pela maior capacidade de perfilhamento da primeira variedade (característica genética) e ou melhor adaptação da variedade RB855536 às condições edafoclimáticas da região.

Tabela 5 Valores médios obtidos para número de colmos por metro, em função dos métodos de recomendação de calcário utilizados. UFLA, Lavras, MG, 2009

Métodos de recomendação de calcário	Médias
M ₃	12,40a
M ₂	12,38a
M ₁	11,32 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 5, que o método 2 e o método 3 não diferiram quanto ao número médio de colmos por metro e são superiores ao método 1. Dos três métodos empregados, o método 1 foi o que recomendou a aplicação de menor quantidade de calcário por hectare.

Deve-se destacar que o método 1 é o normalmente recomendado para aplicação na cultura da cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais (KORNDÖRFER; RIBEIRO; ANDRADE, 1999). Entretanto, apesar de a calagem ter favorecido o número de colmos por metro, não elevou o rendimento de colmos, como ainda será discutido.

Em trabalho envolvendo calagem em cana-de-açúcar, Rosseto et al. (2004), ao utilizarem o método de saturação por bases para se atingir $V=70\%$, observaram que, onde se aplicou o dobro da dose de calcário recomendada, não se obteve ganho em produtividade em relação à dose recomendada. Isso demonstra que esta dose foi suficiente para a correção do solo, estando de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, em que também se demonstrou não haver diferenças entre as doses estudadas (recomendada e o dobro da dose).

Observa-se, pelos dados da Tabela 6, que a média obtida pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior à média do tratamento adicional (sem calcário) para número de colmos. Prado, Fernandes e Natale (2003) também encontraram maior número de colmos de cana-de-açúcar em tratamentos que receberam calcário, quando comparados àqueles que não receberam.

Tabela 6 Valores médios para número de colmos por metro, na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	12,02a
Adicional	10,95 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

4.2 Peso médio de colmos (kg)

O resumo da análise de variância para peso médio de colmos (kg) na colheita, em função dos tratamentos aplicados, encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 Resumo da análise de variância para peso médio de colmos (kg). UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	2,2482	2,2482	15,09**
Métodos (M)	2	0,3103	0,1552	1,04
Doses (D)	1	0,0239	0,0239	0,16
V*M	2	0,1229	0,0614	0,41
V*D	1	0,0003	0,0003	0,00
M*D	2	0,2829	0,1414	0,95
V*M*D	2	0,0914	0,0457	0,31
Tratamento	11			
Adicional	1	0,3983	0,3983	2,67
Adicional*Fatorial	1	1,4074	1,4074	9,44**
Resíduo	39	5,8118	0,1490	
Total	55	10,6974		

CV= 8,47%

** Significativo, a 1% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos para variedades, além da interação adicional e fatorial (Tabela 7).

Os valores médios obtidos para peso médio de colmos em função da variedade e interação adicional X fatorial são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8 Valores médios obtidos para peso médio de colmos (kg), em função da variedade. UFLA, Lavras, MG, 2009

Variedades	Médias
RB855536	1,53a
SP79-1011	1,27 b

Médias seguidas por letras diferentes não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

A variedade RB855536 foi superior à variedade SP79-1011 quanto ao peso médio de colmos (Tabela 8), o que pode ser explicado pelo fato de a primeira ter demonstrado melhor adaptação às condições edafoclimáticas da região.

Tabela 9 Valores médios obtidos para peso médio de colmos (kg), para interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	1,41a
Adicional	1,32 b

Médias seguidas por letras diferentes não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

Observa-se, pelos dados da Tabela 9, que a média obtida pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior à média do tratamento adicional (sem calcário). O mesmo também foi observado no trabalho de Medina e Brinholi (1998), no qual a testemunha sem calcário produziu menos cana-de-açúcar do que quando o calcário foi aplicado.

4.3 Rendimento de colmos

O resumo da análise de variância para rendimento de colmos, expresso em t. ha⁻¹, em função dos tratamentos aplicados, é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 Resumo da análise de variância para rendimento de colmos (t.ha⁻¹).
UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	27,3141	27,3141	19,58**
Métodos (M)	2	8,2953	4,1476	2,97
Doses (D)	1	0,0271	0,0271	0,02
V*M	2	2,1541	1,0770	0,77
V*D	1	0,0234	0,0234	0,02
M*D	2	3,3376	1,6688	1,19
V*M*D	2	1,3335	0,6667	0,48
Tratamento	11			
Adicional	1	3,6419	3,6419	2,61
Adicional*Fatorial	1	32,7185	32,7185	23,46**
Resíduo	39	54,3979	1,3948	
Total	55	133,2434		

CV = 10,85%

** Significativo, a 1% de probabilidade

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos para o fator variedades, além da interação adicional X fatorial (Tabela 10).

Os valores médios obtidos para rendimento de colmos, em função das variedades e da interação adicional X fatorial, são apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Tabela 11 Valores médios obtidos para rendimentos de colmos ($t. ha^{-1}$), em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009

Variedades	Médias
RB855536	139,55a
SP79-1011	107,04 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

Observa-se, pelos dados da Tabela 11, que a variedade RB855536 foi superior à variedade SP79-1011 quanto ao rendimento de colmos. Isso pode ser explicado pela melhor capacidade de adaptação da variedade RB855536 às condições de clima e solo da região, tendo obtido maior número de colmos e colmos mais pesados, que refletiram num maior rendimento agrícola por área.

Tabela 12 Valores médios para rendimentos de colmos ($t. ha^{-1}$) na interação dos tratamentos componentes do fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	123,29a
Adicional	105,81 b

Médias seguidas por letras diferentes não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 12, que a média de rendimento de colmos obtida pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior à do tratamento adicional (sem calcário). Já Prado (2001) não encontrou significância para o rendimento de colmos em cana-planta com aplicação de calcário.

Entretanto, Rosseto et al. (2004) encontraram, nos experimentos em que o efeito da calagem foi estatisticamente significativo, acréscimos de produção na cana-planta de $8 t. ha^{-1}$. Os solos que apresentaram resposta à calagem continham teores de Ca e Mg baixos, 10 e $4 mmolc.dm^{-3}$, respectivamente, valores esses

ainda superiores aos obtidos no solo utilizado nas condições deste trabalho (Tabela 1).

Garcia (2005) não encontrou aumento dos rendimentos de colmos quando foi feita a aplicação do calcário.

Segundo Foltran (2008), a aplicação de calcário proporcionou aumento quadrático na produtividade de colmos. Porém, o autor ressaltou que o silicato de cálcio foi mais eficiente na produção de colmos por hectare, quando comparado com o calcário.

O efeito positivo da aplicação de calcário no rendimento de colmos pode ser atribuído ao seu efeito nas características químicas do solo, tais como aumento de pH e fornecimento de cálcio e magnésio no perfil do solo. Entretanto, esse é um fato que, por si só, não explica a ausência de respostas de vários trabalhos nos quais se avalia o uso do calcário na cana-de-açúcar.

4.4 Teores de fibra

O resumo da análise de variância para teores de fibra, em função dos tratamentos aplicados, é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 Resumo da análise de variância para Fibra (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	0,0120	0,0120	0,03
Métodos (M)	2	1,0715	0,5358	1,23
Doses (D)	1	0,0817	0,0817	0,19
V*M	2	0,0451	0,0225	0,05
V*D	1	0,8640	0,8640	1,99
M*D	2	0,7322	0,3661	0,84
V*M*D	2	1,8316	0,9158	2,11

“Tabela 13, continua”

“Tabela 13, conclusão”

Tratamento	11			
Adicional	1	0,5202	0,5202	1,20
Adicional*Fatorial	1	2,1642	2,1642	4,99*
Resíduo	39	16,9270	0,4340	
Total	55	24,2495		

CV = 5,23%

* Significativo, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreu efeito significativo somente para a interação tratamentos adicional e fatorial (Tabela 13).

Os valores médios obtidos para fibra (%) cana na interação tratamento adicional X fatorial são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 Valores médios obtidos para fibra (%) cana na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	12,66a
Adicional	12,11 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 14, que o teor de fibra médio obtido pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior à média do tratamento adicional, discordando dos resultados observados por Garcia (2005), que não constatou alteração no teor de fibra da cana quando fez a aplicação de calcário. Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram observados por Leite et al. (2008), quando observaram que a média dos tratamentos que receberam aplicação de silicato de cálcio (componentes do fatorial) foi superior à média obtida para o controle (testemunha, sem aplicação de silicato), com valores de fibra de, respectivamente 11,70% e 11,00 %.

4.5 Açúcar total recuperável

O resumo da análise de variância para açúcar total recuperável (ATR), em função dos tratamentos aplicados, está disposto na Tabela 15.

Tabela 15 Resumo da análise de variância para açúcar total recuperável (ATR). UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	53,2355	53,2355	1,18
Métodos (M)	2	20,3781	10,1891	0,22
Doses (D)	1	19,9047	19,9047	0,44
V*M	2	160,0304	80,0152	1,75
V*D	1	39,2227	39,2227	0,86
M*D	2	4,6289	2,3145	0,05
V*M*D	2	277,6180	138,8090	3,04
Tratamento	11			
Adicional	1	11,9072	11,9072	0,26
Adicional*Fatorial	1	246,5193	246,5193	5,41*
Resíduo	39	1777,8770	45,5866	
Total	55	2611,3220		

CV= 4,19%

* Significativo, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos somente para a interação dos tratamentos adicional e fatorial (Tabela 15). Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 Valores médios obtidos para ATR na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	161,28a
Adicional	159,60 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se, pelos dados da Tabela 16, que o ATR obtido pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior ao tratamento adicional (sem calcário), melhorando a qualidade da cana. Entretanto, esta característica não foi afetada pela aplicação das diferentes fontes e doses de silicato de cálcio, segundo Leite et al. (2008), tendo, na média dos componentes do fatorial que receberam silicato, o ATR encontrado sido de 144,4 kg.t⁻¹ contra 141,0 kg.t⁻¹ do controle, diferença não significativa naquele trabalho. Também Prado (2001) não encontrou significância para a variável ATR em cana-planta com aplicação de calcário, bem como Garcia (2005), estudando a aplicação de diferentes adubos orgânicos associados à adubação química, calagem e fosfatagem.

No presente trabalho, é possível que o baixo CV obtido, de 4,19%, também tenha contribuído para a obtenção de significância, já que, em valores absolutos, a diferença é pequena, de 1,68 kg.t⁻¹.

4.6 Teores de POL (%)

O resumo da análise de variância para POL (%) cana, em função dos tratamentos aplicados, está disposto na Tabela 17.

Tabela 17 Resumo da análise de variância para POL (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	0,6052	0,6052	1,07
Métodos (M)	2	0,1713	0,0856	0,15
Doses (D)	1	0,3024	0,3024	0,53
V*M	2	1,9951	0,9975	1,76
V*D	1	0,4200	0,4200	0,74
M*D	2	0,0846	0,0438	0,08
V*M*D	2	3,4062	1,7031	3,00
Tratamento	11			
Adicional	1	0,2964	0,2964	0,52
Adicional*Fatorial	1	3,0749	3,0749	5,42*
Resíduo	39	22,1294	0,5674	
Total	55	32,4885		

CV = 4,42%

* Significativo, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos apenas para a interação tratamento adicional e fatorial (Tabela 17). Os valores médios obtidos são mostrados na Tabela 18.

Tabela 18 Valores médios obtidos para POL (%) cana na interação fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	17,06a
Adicional	16,82 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tal como o observado para a característica ATR, os componentes do fatorial (com calcário) mostraram-se superiores aos do tratamento adicional (sem

calcário), quanto ao valor médio para POL (%) cana, demonstrando, mais uma vez, uma melhoria na qualidade da cana colhida (Tabela 18).

Entretanto, Garcia (2005) e Prado (2001) mencionam que o uso da calagem não promoveu alteração significativa nos teores de pol (%) cana nas condições do trabalho que realizaram.

Os valores médios obtidos para essa característica, em função dos tratamentos aplicados, indicam que realmente a cana estava madura por ocasião da colheita, já que o valor mínimo para corte é de 13 POL (%) cana (HORII, 2004).

4.7 Pureza (%) cana

O resumo da análise de variância para pureza (%) cana, em função dos tratamentos aplicados, está disposto na Tabela 19.

Tabela 19 Resumo da análise de variância para Pureza (%) cana. UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	0,1610	0,1610	0,07
Métodos (M)	2	11,6400	5,8200	2,52
Doses (D)	1	5,0052	5,0052	2,17
V*M	2	2,5177	1,2589	0,54
V*D	1	2,5761	2,5761	1,11
M*D	2	3,4736	1,7368	0,75
V*M*D	2	2,0205	1,0103	0,44
Tratamento	11			
Adicional	1	11,4242	11,4242	4,94*
Adicional*Fatorial	1	7,4866	7,4866	3,24
Resíduo	39	90,0824	2,3098	
Total	55	136,3873		

CV = 1,70%

* Significativo, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos somente para o tratamento adicional (Tabela 19). Os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 20, na qual se observa que, na ausência do calcário, a testemunha SP79-1011 mostrou-se superior à variedade RB855536.

Tabela 20 Valores médios obtidos para pureza (%) cana, em função da variedade, no tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Testemunha	Médias
SP79-1011	88,92a
RB855536	87,53 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Garcia (2005) constatou que a aplicação do calcário não influenciou a pureza (%) da cana-de-açúcar, resultado semelhante ao deste trabalho.

4.8 Rendimento de POL (t. ha⁻¹)

O resumo da análise de variância para TPH (tonelada de POL por hectare), em função dos tratamentos aplicados, encontra-se na Tabela 21.

Tabela 21 Resumo da análise de variância para rendimento de POL (t. ha⁻¹). UFLA, Lavras, MG, 2009

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3			
Variedades (V)	1	4,0075	4,0075	15,61**
Métodos (M)	2	1,3598	0,6799	2,65
Doses (D)	1	0,0029	0,0029	0,01
V*M	2	0,0020	0,0010	0,65
V*D	1	0,0234	0,0234	0,01

“Tabela 21, continua”

“Tabela 21, conclusão”

M*D	2	0,6361	0,3180	2,48
V*M*D	2	0,0716	0,0358	0,14
Tratamento	11			
Adicional	1	0,1190	0,1190	0,46
Adicional*Fatorial	1	4,1035	4,1035	15,99**
Resíduo	39	10,0108	0,2567	
Total	55	1555,0410		

CV = 11,34%

** Significativo, a 1% de probabilidade.

Verifica-se que ocorreram efeitos significativos para o fator variedades, além da interação dos tratamentos adicional e fatorial (Tabela 21). Os valores médios obtidos para TPH, em função das variedades e da interação adicional X fatorial, são apresentados nas Tabelas 22 e 23, respectivamente.

Tabela 22 Valores médios obtidos para rendimento de POL (t. ha⁻¹), em função das variedades. UFLA, Lavras, MG, 2009

Variedades	Médias
RB855536	23,37a
SP79-1011	18,12 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se que a variedade RB855536 se mostrou superior à variedade SP79-1011, quanto ao rendimento de POL cana (Tabela 22), demonstrando melhor capacidade de adaptação às condições de clima e solo da região. Estes resultados se justificam, já que a variedade RB855536 foi a que também obteve maior rendimento de colmos que a SP79-1011 (Tabela 11), sendo este rendimento utilizado no cálculo da TPH.

Tabela 23 Valores médios para rendimento de POL ($t. ha^{-1}$) na interação dos componentes do fatorial e tratamento adicional. UFLA, Lavras, MG, 2009

Tratamentos	Médias
Fatorial	21,00a
Adicional	16,48 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se, pelos dados da Tabela 23, que a média de TPH obtida pelos componentes do fatorial (com calcário) foi superior à do tratamento adicional (sem calcário). Este resultado pode ser explicado pelo efeito benéfico do calcário sobre as características do solo, favorecendo as características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar.

5 CONCLUSÃO

A variedade RB855536 é superior à SP79-1011, quando cultivada nas condições edafoclimáticas da região estudada.

Independente dos métodos de recomendação utilizados, das doses de calcário aplicadas e da variedade, a calagem é importante para a cana-planta, pois proporciona maiores rendimentos de colmos e melhor qualidade da cana, com aumentos da POL (%) cana, tonelada de POL por hectare (TPH) e açúcar total recuperável (ATR).

REFERÊNCIAS

- AFONSI, R. R.; PEDRO JÚNIOR, M. J. O.; BARBIERI, U. Condições climáticas. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana de açúcar, cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 1, p. 42-55.
- AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 695-702, abr. 2001.
- ANDRADE, L. A. B. Calagem para a cultura da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 171, p. 16-18, 1991.
- _____. Cultura da cana-de-açúcar. In: _____. **Produção artesanal de aguardente**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 1-30.
- ANDRADE, L. A. de B. et al. Utilização de variedades selecionadas de cana-de-açúcar na produção de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 33-36, 2009.
- ARIZONO, H. et al. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 16, n. 5, p. 20-22, maio/jun. 1998.
- BENEDINI, M. S.; KORNDORFER, G. H. Avaliação de critérios para recomendação de calcário em cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 10, n. 3, p. 20-25, 1992.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. New York: J. Wiley, 1989. 898 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico da agroenergia**. Brasília, 2009. 160 p.
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: F. Barros, 1968. 594 p.

CIOTTA, M. N. et al. Manejo da calagem e os componentes da acidez de latossolo bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 317-326, mar./abr. 2004.

COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amostragem e análise de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1980. 37 p.

DEMATTE, J. L. I. **Cultura da cana-de-açúcar-recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 24 p. (Informações Agronômicas, 111).

_____. **Racionalização do uso de fertilizantes e corretivos na cultura da cana-de-açúcar**: uma importante alternativa de redução de custo agrícola. Piracicaba: IPNI, 2009. 9 p. (Informações Agronômicas, 127).

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1419-1424, nov. 2001.

FOLTRAN, R. **Aplicação de calcário, silicato e gesso em soqueira de cana-de-açúcar sem despalha a fogo**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agronômicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

FRANCO, H. C. J. et al. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 669-674, 2007.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2005. 82 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

GARGANTINI, H.; GOMES, A. G.; BLANCO, H. G. Modos de aplicação ao solo, de materiais corretivos da acidez. **Bragantia**, Campinas, v. 24, n. 31, p. 403-410, ago. 1965.

HORII, J. A qualidade da matéria-prima, na visão industrial. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 91-93, 2004.

KORNDÖRFER, G. H.; RIBEIRO, A. C.; ANDRADE, L. A. de B. Cana-de-açúcar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 285-288.

LACERDA, R. D. de; MENDES, J. da S.; CHAVES, L. H. G. Manejo de solos ácidos: comparação de métodos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 34-38, 2006.

LEITE, G. M. V. et al. Efeitos de fontes e doses de silicato de cálcio no rendimento agrícola e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivar SP80-18161. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1120-1125, jul./ago. 2008.

MALAVOLTA, E. **O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais**. Piracicaba: IPNI, 2008. 10 p. (Informações Agronômicas, 121).

MARTINS, M. **Efeito do calcário e do gesso, em algumas características químicas do solo (Lea, Álico) e na cultura da cana-de-açúcar, em região de cerrado**. 2000. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MEDINA, C. de C.; BRINHOLI, O. **Uso de resíduos agroindustriais nas produções de cana-de-açúcar, açúcar e álcool**. Londrina: UEL, 1998. 6 p.

OLIVEIRA, E. C. A. de. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

OLIVEIRA, M. W. de et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**. Piracicaba: POTAFOS, 1994. 6 p. (Arquivo do Agrônomo, 6).

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

PRADO, R. de M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. **Revista de Biociência**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 7-16, jul./set. 2003.

_____. Qualidades tecnológicas da cana-planta e cana-soca em função da aplicação da escória de siderurgia e do calcário. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 51-56, 2001.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 287-296, mar./abr. 2003.

RAIJ, B. van. et al. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 797-805, jul./ago. 2000.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 110, p. 6-11, jun. 2005.

ROSSETTO, R. et al. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 105-119, fev. 2004.

SALLA, D. A. et al. Avaliação energética da produção de etanol utilizando como matéria-prima a cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2516-2520, nov. 2009.

SILVA, L. C. F.; CASAGRANDE, J. C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar: macronutrientes. In: _____. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. p. 75-99.

VASCONCELOS, A. C. M. de; GARCIA, J. C. **Cana-de-açúcar: ambientes de produção: desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 5 p. (Informações Agronômicas, 110).