



VIVIANE PINHEIRO PEREIRA

**EFEITOS DE DOSES DE CALCÁRIO INCORPORADO A
40 CM NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA
PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**LAVRAS – MG
2023**

VIVIANE PINHEIRO PEREIRA

**Efeitos de doses de calcário incorporado a 40 cm nos atributos químicos do solo e
na produtividade da cana-de-açúcar**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Orientador

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho

Coorientador

**LAVRAS – MG
2023**

VIVIANE PINHEIRO PEREIRA

**EFEITOS DE DOSES DE CALCÁRIO INCORPORADO A 40 CM NOS
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-
AÇÚCAR**

**EFFECTS OF INCORPORATED LIME AT 40 CM ON SOIL CHEMICAL
ATTRIBUTES AND SUGARCANE PRODUCTIVITY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 20/03/2023

Dr. Silvino Guimarães Moreira, UFLA

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho, UFLA

Josias Reis Flausino Gaudencio, UFLA

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Orientador

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho

Coorientador

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, único a quem compartilhei todos os desafios vividos nesses anos e de quem recebi coragem e sabedoria para enfrentá-los;

Aos meus pais, José e Eurides, que, embora receosos ao ver a filha caçula saindo de casa, abraçaram o meu sonho e me deram as condições para realizá-lo, me incentivando a não desanimar e rezando por mim;

Aos meus familiares e amigos de Sertãozinho, por mesmo de longe torcerem e se alegrarem com cada conquista;

À Carina e Amanda, minha família em Lavras durante os primeiros anos na cidade;

Aos amigos feitos nesses anos de graduação que tornaram a caminhada mais leve;

Ao GMAP e todos os membros que pelo grupo passaram desde 2018, pela amizade, parceria nos trabalhos, aprendizados e momentos vividos;

Ao Silvino que, além de professor e orientador, sempre foi grande exemplo como pessoa e profissional;

Ao Sérgio e Josias, membros da banca, por toda ajuda no desenvolvimento do trabalho e, acima de tudo, pela amizade nos anos de GMAP;

Ao Núcleo de Estudos em Cana-de-açúcar (NECANA) pelo auxílio nas atividades do experimento;

A todos que de alguma maneira contribuíram para que esse momento chegasse.

Muito obrigada!

RESUMO

Devido à toxicidade do alumínio, e sua alta concentração em boa parte dos solos brasileiros, a sua neutralização através de práticas corretivas é fundamental para propiciar cultivos agrícolas. Um dos insumos utilizados para esse fim é o calcário, corretivo que, além de neutralizar as formas tóxicas do alumínio, é capaz de fornecer cálcio e magnésio e elevar o pH à faixas ideais para disponibilização dos demais nutrientes. Em função da baixa solubilidade do insumo, recomenda-se que a aplicação do calcário seja seguida de operações para sua incorporação, a fim de que os benefícios da calagem sejam observados ao longo de todo perfil do solo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar a resposta da aplicação e incorporação de doses de calcário na produtividade da cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido na Destilaria Cristais, adotando-se delineamento em blocos casualizado com 7 doses de calcário (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 Mg ha⁻¹) e 4 repetições, totalizando-se 28 parcelas de 100 m² cada. A distribuição de calcário foi feita através do equipamento Bruttus, seguida de incorporação do corretivo com duas gradagens pesadas e posterior destorroamento e acerto do terreno, com duas gradagens niveladoras. Para o plantio da cana-de-açúcar foi utilizada a cultivar RB966928. Durante a condução da lavoura as operações de controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitas conforme o manejo adotado pela Destilaria. Atingida a maturidade, procedeu-se, de forma manual, a colheita das plantas, realizando a pesagem dos feixes de cana cortados de cada área útil da parcela. Os valores de peso em quilogramas de cana por parcela foram extrapolados para toneladas por hectares. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), seguida da aplicação de análise de regressão através do programa estatístico SISVAR. A produtividade máxima, de 177,4 Mg ha⁻¹, foi obtida através da aplicação de 20 Mg ha⁻¹ de calcário, no entanto, não se observou diferença significativa entre os resultados de cada tratamento.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.. Calagem. Fertilidade.

ABSTRACT

Due to the toxic nature of aluminum, an element present in abundance in Brazilian soils, its neutralization through corrective practices is essential to promote agricultural crops. One of the inputs used for this purpose is lime, a corrective that, in addition to neutralizing the toxic forms of aluminum, can provide calcium and magnesium and raising the pH to ideal ranges for making other nutrients available. Due to the low solubility of the input, it is recommended that the application of lime be followed by operations for its incorporation, so that the benefits of liming are observed throughout the entire soil profile. In this sense, the objective of this work was to study the response of the application and incorporation of limestone doses in the productive yield of the sugarcane culture. The experiment was carried out at Destilaria Cristais, adopting a randomized block design with 7 doses of lime (0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 Mg ha⁻¹) and 4 replications, totaling 28 plots of 100 m² each. The distribution of lime was carried out using the Bruttus equipment, followed by incorporation of the corrective with two heavy harrowing and subsequent breaking up and leveling of the land, with two leveling harrowing. For planting sugarcane, cultivar RB966928 was used. During the management of the crop, weed, pest and disease control operations were carried out according to the management adopted by the Distillery. When maturity was reached, the plants were harvested manually, weighing the bundles of sugarcane cut from each useful area of the plot. Weight values in kilograms of sugarcane per plot were extrapolated to tons per hectare. The results obtained were submitted to analysis of variance (ANAVA), followed by the application of regression analysis through the statistical program SISVAR. The maximum productivity, of 177.4 ton ha⁻¹, was obtained through the application of 20 Mg ha⁻¹ of lime, however, no significant difference was observed between the results of each treatment.

Keywords: *Saccharum* spp. . Liming. Fertility.

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 9 |
| 2.1 | A cultura da cana-de-açúcar | 9 |
| 2.2 | Ecofisiologia da cana-de-açúcar | 10 |
| 2.3 | Acidez do solo e calagem na cultura da cana-de-açúcar | 11 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 5 | CONCLUSÃO | 19 |
| | REFERÊNCIAS | 20 |

1 INTRODUÇÃO

As projeções de crescimento populacional mundial pelos próximos anos, somadas ao papel de destaque exercido pelo Brasil dentro do agronegócio, evidenciam a necessidade de otimizar a produção agrícola do país, de modo que a demanda por alimentos, combustível e demais recursos, possa ser suprida de maneira sustentável.

Dentre as culturas que compõem o agronegócio brasileiro, a cana-de-açúcar possui grande relevância, visto que o Brasil se apresenta como maior produtor mundial da cultura. O país também destaca-se como o maior produtor e exportador mundial de açúcar e segundo maior produtor de etanol. Por outro lado, a necessária expansão da cultura ocorre normalmente em solos originalmente ácidos e com baixos teores de nutrientes.

O desenvolvimento da cana-de-açúcar é afetado por diversos fatores do ambiente, destacando-se disponibilidade hídrica e a condição química dos solos. Em culturas anuais têm ocorrido aumento de produtividades pela incorporação profunda do calcário, principalmente porque nestas condições o enraizamento profundo das plantas tem ajudado as culturas a se tornarem mais resilientes aos frequentes veranicos (MORAES et al., 2023).

Os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem nem sempre são comuns, uma vez que a cultura é considerada tolerante às condições de acidez (ROSSETTO et al, 2004). No entanto, devido aos efeitos nutricionais dos nutrientes provenientes do calcário, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), as respostas à calagem, em geral, estão associadas à ausência de teores adequados desses nutrientes no solo (SILVA et al., 2017). Por outro lado, faltam também trabalhos de pesquisa que testaram o efeito da incorporação profunda do calcário, visando promover o aumento de cálcio em profundidade, permitindo às plantas maior enraizamento e tornando-as menos susceptíveis aos veranicos.

Diante dos fatos citados acima, a hipótese do presente trabalho é que a incorporação profunda de calcário aumenta os teores de cálcio em profundidade e a produtividade da cultura da cana-de-açúcar por torná-la mais resiliente aos veranicos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de calcário, com incorporação a 40 cm, nos teores de Ca no solo e nas características morfológicas e produtividade da cana-planta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

Com centro de origem localizado em Nova Guiné, a cana-de-açúcar chegou ao Brasil em 1532 através de Martim Affonso de Souza, português que trouxe a primeira muda da planta e deu início ao seu cultivo na Capitania de São Vicente, onde construiu o primeiro engenho de açúcar do país. A produção de açúcar não prosperou no local, mas sim nas capitanias nordestinas de Pernambuco e Bahia, fazendo com que o produto se tornasse a base da economia colonial da época (UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA, 2003).

O Brasil ocupa hoje a primeira posição no ranking mundial de produção de cana-de-açúcar. A safra 21/22 apresentou desafios no âmbito climático, de maneira que a ocorrência de geadas e longos períodos de estiagem comprometeram o desempenho de grande parte dos canaviais. Foram produzidos 585,2 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em uma área de 8 317 mil hectares, resultando em produtividade de 70,3 ton ha⁻¹, rendimento 7,4% inferior ao obtido na safra anterior (CONAB, 2022). Do total produzido, 298,5 milhões de toneladas foram obtidos no estado de São Paulo, sendo, assim, responsável por mais da metade da produção de cana-de-açúcar no país. Abaixo de São Paulo, no ranking de estados produtores da cultura, Goiás ocupa a segunda posição, seguido por Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2022).

O Valor Bruto da Produção Agropecuária, calculado com base na produção agrícola e pecuária, custos de produção e preços recebidos pelos produtores, mostrou que em 2022 a cana-de-açúcar foi o produto de maior arrecadação em São Paulo. O valor foi correspondente a R\$ 65.894,0 milhões, representando 43% do total arrecadado através da produção agropecuária no estado (BRASIL, 2022). Dessa maneira, a cultura é tida como uma das principais dentro do agronegócio, impactando diretamente toda a sociedade, tanto no contexto econômico, através da geração de empregos e renda, quanto no ambiental, a partir da busca por inserção de fontes renováveis na matriz energética do país. Além disso, a cana-de-açúcar se destaca no âmbito de sustentabilidade pela possibilidade de aproveitamento de todas as partes da planta, bem como dos subprodutos gerados durante seu processamento na indústria.

2.2 Ecofisiologia da cana-de-açúcar

Pertencente à família Poaceae, a cana-de-açúcar é classificada fisiologicamente como uma planta C4, o que a torna altamente eficiente na conversão de energia luminosa em energia química, através da fotossíntese, resultando em alto acúmulo de açúcares (DA MATA, 1993). O desenvolvimento da cultura se dá pela formação de touceiras; com colmos, folhas, inflorescências e frutos na parte aérea, e raízes e rizomas na fração subterrânea.

Os eventos envolvidos na formação das estruturas da planta são observados ao longo de quatro estádios fenológicos: (1) brotação e emergência dos brotos – com duração de 20 a 30 dias, em que há intensa atividade respiratória para promoção do enraizamento e enfolhamento inicial; (2) perfilhamento e estabelecimento da cultura – com início após 40 dias de plantio ou corte; (3) crescimento dos colmos – a partir de 120 dias após o plantio ou corte, com duração de até 270 dias, fase responsável pela acumulação de aproximadamente 75% da matéria seca total, definindo o potencial produtivo do canavial. Finalmente, no estádio (4) de maturação dos colmos, com início após 270 a 360 de plantio ou corte, há a redução na taxa de crescimento vegetal e a conversão de frutose e glicose em sacarose, aumentando a concentração do dissacarídeo no colmo (DIOLA, SANTOS, 2010).

A disponibilidade hídrica, seja através de chuvas ou irrigação, é um dos fatores determinantes para o adequado desenvolvimento vegetal, uma vez que a água é demandada no processo de fotossíntese, mecanismo responsável pela produção de energia para as reações metabólicas da planta, além de proporcionar a absorção de nutrientes pelo sistema radicular das culturas. Para a cana-de-açúcar observa-se demanda hídrica de 1 304 mm/safra ao longo de seu ciclo produtivo (AVILEZ et al., 2018).

Como segundo fator determinante está a temperatura do ambiente de cultivo, sendo a faixa ótima para o brotamento das mudas entre 32° C e 38° C (DOOREMBOS, KASSAM, 1979). À medida que avança o desenvolvimento fenológico, a melhor faixa de temperatura para a cana-de-açúcar está entre 27 e 34° C. Temperaturas inferiores a 20°C ou superiores a 35°C provocarão retardamento do crescimento, que, se atingido 38°C, é paralisado (DA MATA, 1993). Entre 10 e 20 °C a taxa de crescimento pode ser reduzida, favorecendo a maturação e o maior acúmulo de sacarose, que é o produto mais nobre da cana, sendo a principal matéria prima da indústria sucroalcooleira (CRISPIM, 2006). Se exposta ao frio intenso, caracterizado por temperaturas negativas, como em episódios de geada, a cana-de-açúcar pode sofrer danos severos. Quando ocorre de maneira intensa (em temperatura atingida e duração do

fenômeno), a geada provoca o congelamento celular e conseqüente morte de tecidos vegetais, além de afetar caracteres de qualidade do caldo, como pureza, pH, filtrabilidade e ATR, comprometendo o processamento da matéria prima na indústria (ANTUNES, 2018).

Uma vez que o rendimento produtivo e qualitativo da cana-de-açúcar está condicionado aos fatores abióticos ditados pelo clima, conforme citado, torna-se necessário a adoção de práticas que permitam à planta maior resiliência a situações de estresses hídricos ou térmicos.

2.3 Acidez do solo e calagem na cultura da cana-de-açúcar

Devido ao intenso processo de intemperismo favorecido pelo clima tropical de grande parte do país, as bases do solo, isto é, os elementos cálcio, magnésio e potássio em suas formas catiônicas, encontram-se presentes em baixos teores (FAGERIA, 2001). Também compõe a condição natural da maioria dos solos brasileiros a alta concentração de alumínio oriundo do material de origem. O elemento atua como impedimento químico ao desenvolvimento radicular devido sua ação tóxica no processo de divisão celular, de maneira que as raízes têm seu crescimento interrompido ou com alterações morfológicas que prejudicam a absorção de água e nutrientes.

A fim de tornar o ambiente favorável ao crescimento radicular das plantas, a correção do solo através da aplicação de calcário é uma prática de indispensável utilização. A aplicação do corretivo visa reduzir a solubilidade do manganês, ferro e do alumínio, tóxicos às plantas quando em grandes quantidades, além de elevar os teores de cálcio e magnésio no solo. O cálcio participa ativamente do desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar e está presente nas membranas celulares, evitando o vazamento do conteúdo citoplasmático, além de agir como regulador enzimático e mensageiro secundário. O segundo nutriente fornecido, magnésio, compõe a molécula de clorofila e é ativador de diversas enzimas relacionadas ao metabolismo energético (PRADO, 2008). Por meio da ação dos carbonatos de cálcio e magnésio presentes na composição do calcário, os íons H^+ e Al^{3+} , elementos responsáveis pela acidificação do solo, serão indisponibilizados. Em função da influência do pH do solo na disponibilidade dos elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, além de fornecer diretamente Ca e Mg, o calcário contribuirá para disponibilização de demais nutrientes contidos em adubos posteriormente aplicados (FOLONI, 2008).

Por tratar-se de um produto obtido através da moagem de rochas calcínicas e dolomíticas, sem submissão a tratamentos térmicos ou químicos, o calcário apresenta baixa solubilidade. Em trabalho conduzido por Alleoni, Cambri e Caires (2005) foram avaliados os

Comentado [VP1]: Calcário - falar mais

efeitos da aplicação de calcário seguida ou não de incorporação ao solo. Quando feita em superfície, a calagem promoveu, após seis meses de sua realização, aumento do pH, saturação por bases e diminuição nos teores de Al somente na camada de 0 – 5 cm. Já com a incorporação do corretivo, para o mesmo período, os efeitos foram observados até 20 cm de profundidade, evidenciando a importância de realizar a operação na ocasião da implantação de lavouras.

Embora a cana-de-açúcar seja considerada tolerante às condições de acidez do solo (ROSSETTO et al, 2004), o fornecimento de Ca em profundidade pode proporcionar às plantas maior volume de solo explorado, uma vez que compõem o sistema radicular da cultura raízes-cordões, com potencial de atingir até quatro metros de profundidade (FARONI, 2004). Espera-se que quando se amplia o acesso à água e nutrientes, aumenta-se também a resiliência da cultura às intempéries climáticas (MORAES et al., 2023). Apesar de já terem sido desenvolvidos estudos com a incorporação profunda do calcário para culturas anuais (DOSS et al., 1979), há pouca disponibilidade de recursos com a cultura da cana, justificando a execução deste trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido numa gleba pertencente à Destilaria Cristais, localizada no município de Cristais, MG. O experimento foi implantado em delineamento em blocos completos, dispostos em faixas, sendo sete doses de calcário, com 4 repetições, totalizando-se 28 parcelas. As doses foram compostas por um tratamento controle (V% inicial do solo) e doses fixadas em 4, 8, 12, 16, 20 e 24 Mg.ha⁻¹.

Cada parcela apresentou 10 metros de largura (seis linhas espaçadas em 1,5 m), por 10 metros de comprimento, totalizando-se 100 m² por parcela. A área útil foi composta por 48 m², considerando-se as quatro linhas centrais e excluindo um metro das extremidades de cada parcela.

O solo da área experimental foi caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo com textura argilosa (Santos et al. 2018). A temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual é de 1460 mm (DANTAS et al. 2007). Dados referentes às caracterizações química e física do solo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos na camada de 0 a 20 cm do solo antes da instalação do experimento.

| pH CaCl ₂ | P | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | t | T | m | V | Argila | Silte | Areia |
|-------------------------|----------------------------|-------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|-------|-------|
| | M1 | | | | | | | | | | | | | |
| | --- mg/dm ³ --- | | | | cmolc/dm ³ | | | | | | | % | | |
| 5,4 | 1,8 | 108,7 | 2,7 | 1,2 | 2,8 | 0,1 | 4,2 | 4,3 | 7,0 | 2,3 | 60,1 | 80,6 | 4,6 | 14,7 |

PM1=fósforo extraído pelo extrator Mehlich1.

Fonte: Do autor (2022)

A distribuição de calcário foi realizada em janeiro de 2021, utilizando-se equipamento gravitacional (Bruttus®), visando reduzir deriva e perda do corretivo durante a implantação do experimento. O calcário foi incorporado através de duas gradagens pesadas, com discos de 36 polegadas. Posteriormente, para destorroamento e acerto do terreno foram realizadas duas gradagens niveladoras.

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado no mês de fevereiro de 2021, utilizando-se a variedade RB966928, indicada para ambientes de média restrição (RIDESA, 2010). No plantio, foram aplicados no sulco de semeadura 30,0, 150,0 e 150,0 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Durante a condução da lavoura as operações de controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitas conforme o manejo adotado pela destilaria.

Atingida a maturidade da cana, doze meses após o rebrote do canavial, procedeu-se a colheita manual das plantas, realizando-se a pesagem, em triplicata, de 10 colmos de cana cortados de cada área útil da parcela. Os feixes de cana foram reunidos em lonas, erguidos, e tiveram peso aferido das três repetições, sendo os valores obtidos em quilogramas extrapolados para toneladas por hectares. Na ocasião da colheita também foram medidas, em cada parcela, as alturas entre a base de corte até o ponto de quebra dos colmos, bem como os diâmetros do terço inferior do colmo, com auxílio de réguas e paquímetro digital, respectivamente.

Após a colheita da cultura foi realizada a amostragem de solo em todas as parcelas experimentais, nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m por meio de trado holandês. Foram retiradas cinco amostras simples por parcela, sendo uma na linha e quatro nas entrelinhas. Em cada amostra composta, determinaram-se os teores de Ca, pH e saturação por bases de acordo com procedimentos descritos por Silva (2009). No final, todos os dados foram submetidos à análise de variância e quando os resultados foram significativos para o teste F, adotaram-se os procedimentos para a análise de regressão, de acordo com Ramalho et al. (2012), através do programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às propriedades químicas do solo avaliadas antes da instalação do experimento, apesar da presença de Al^{3+} tóxico na camada de 0 a 20 cm, os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} encontravam-se em níveis adequados, de 2,5 a 4,0 e 0,9 a 1,5 cmolc dm^{-3} (ALVAREZ et al., 1999), respectivamente.

Após cerca de cinco meses do plantio, a cultura sofreu com a ocorrência de geada, resultando na morte das gemas apicais das plantas (Figura 1a). A recomendação mediante ocorrência desse tipo evento em canaviais próximos à maturidade é o corte dos colmos para aproveitamento pela indústria. No entanto, para canaviais ainda em formação, como encontrava-se a área experimental, o procedimento recomendado e adotado foi o rebaixamento do dossel, utilizando-se roçadora, seguida de aplicação de vinhaça para auxílio na rebrota (CARDOZO, 2021). Conseqüentemente, toda a palhada proveniente dos colmos foi mantida na superfície do solo.

Dentre os efeitos promovidos pela manutenção da palhada no sistema estão a redução do risco de erosão, preservação da umidade no solo e supressão de plantas daninhas na área (CARNEIRO et al., 2004). Após o corte das plantas mortas pela geada, o rebrote e desenvolvimento inicial das novas estruturas ocorreram durante o inverno, ou seja, em meses de baixo regime pluviométrico. A presença de cobertura no solo pôde permitir, assim, maior preservação da umidade oriunda da fertirrigação, contribuindo para o adequado estabelecimento do novo canavial (Figura 1b).

Figura 1. (a) Morte de gema apical em cana-de-açúcar provocada por geada e (b) rebrota do canavial após um mês da roçagem e aplicação de vinhaça na área.



Fonte: Do autor (2021)

Conforme demonstrado nas Tabelas 2, 3 e 4, nos dez primeiros centímetros do perfil do solo não houve resposta significativa dos teores de cálcio, pH e saturação por bases às doses de calcário, possivelmente em virtude da aplicação de vinhaça, capaz de fornecer K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e NO_3^- , dentre outros presentes em sua composição (BARROS et al., 2010). Já para as camadas inferiores, entre 0,1 e 0,4 m, foram observados aumentos lineares e quadráticos dos atributos químicos em função das doses de calcário.

Tabela 2. Efeito da calagem nos teores de cálcio ao longo do perfil de solo após dezoito meses de aplicação do calcário.

| Dose de calcário (Mg ha ⁻¹) | 0 - 0,1 m | 0,1 - 0,2 m | 0,2 - 0,4 m |
|--|------------------------------------|-------------|-------------|
| | ————— cmolc dm ⁻³ ————— | | |
| 0 | 4,9 | 3,9 | 2,3 |
| 4 | 5,4 | 4,0 | 2,9 |
| 8 | 5,5 | 4,1 | 3,7 |
| 12 | 5,6 | 5,0 | 3,9 |
| 16 | 6,0 | 5,0 | 4,0 |
| 20 | 5,9 | 5,1 | 4,3 |
| 24 | 6,9 | 5,5 | 4,3 |
| Efeito | NS | L* | L* |
| R ² | - | 0,89 | 0,81 |
| C.V. (%) | 14,99 | 16,44 | 18,59 |

L: efeito linear por análise de regressão; NS: não-significativo; * significativo a 5%.

Tabela 3. Efeito da calagem no pH determinado em CaCl₂ ao longo do perfil de solo após dezoito meses de aplicação do calcário.

| Dose de calcário (Mg ha ⁻¹) | 0 - 0,1 m | 0,1 - 0,2 m | 0,2 - 0,4 m |
|--|-----------|-------------|-------------|
| 0 | 6,6 | 6,0 | 5,3 |
| 4 | 6,8 | 6,1 | 5,9 |
| 8 | 7,0 | 6,3 | 6,3 |
| 12 | 7,0 | 6,7 | 6,3 |
| 16 | 7,0 | 6,8 | 6,5 |
| 20 | 7,1 | 6,8 | 6,6 |
| 24 | 7,1 | 6,9 | 6,6 |
| Efeito | NS | L* | L* |
| R ² | - | 0,91 | 0,94 |
| C.V. (%) | 6,11 | 6,71 | 7,41 |

L: efeito linear por análise de regressão; NS: não-significativo; * significativo a 5%.

Tabela 4. Efeito da calagem na saturação por bases ao longo do perfil de solo após dezoito meses de aplicação do calcário.

| Dose de calcário Mg ha ⁻¹ | 0 - 10 cm | 10 - 20 cm | 20 - 40 cm |
|---|-----------|------------|------------|
| | % | | |
| 0 | 84,3 | 73,1 | 61,1 |
| 4 | 84,4 | 78,4 | 71,2 |
| 8 | 87,4 | 79,6 | 77,8 |
| 12 | 88,1 | 84,3 | 78,2 |
| 16 | 88,4 | 84,5 | 80,2 |
| 20 | 88,4 | 84,3 | 80,9 |
| 24 | 88,7 | 86,0 | 81,2 |
| Efeito | NS | L* | Q* |
| R ² | - | 0,85 | 0,96 |
| C.V. (%) | 4,92 | 6,47 | 4,47 |

L e Q: efeitos linear e quadrático por análise de regressão, respectivamente; NS: não-significativo; * significativo a 5%.

Estão apresentados na Tabela 5 os dados de produtividade (TCH), altura de plantas (ALT) e diâmetros de colmo (DC) obtidos após colheita do material. Nota-se que não houve diferença significativa em nenhum dos atributos entre os diferentes tratamentos. Comparados à média nacional da safra 21/22, de 70,3 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2023), os valores de produtividade obtidos nos tratamentos foram quase 2,5 vezes maiores.

Tabela 5. Médias dos atributos biométricos e agrônômicos de cana-de-açúcar sob doses crescentes de calcário. Cristais - MG, 2022.

| Dose de calcário Mg ha ⁻¹ | TCH Mg ha ⁻¹ | Altura m | Diâmetro de colmo mm |
|---|----------------------------|-------------|-------------------------|
| 0 | 160 | 3,4 | 28,6 |
| 4 | 166 | 3,3 | 29,5 |
| 8 | 160 | 3,5 | 29,5 |
| 12 | 161 | 3,4 | 28,8 |
| 16 | 170 | 3,5 | 28,3 |
| 20 | 177 | 3,6 | 29,8 |
| 24 | 158 | 3,3 | 29,3 |
| Efeito | NS | NS | NS |
| CV (%) | 10,11 | 3,51 | 4,69 |

TCH= toneladas de cana por hectare. NS: não-significativo. CV: coeficiente de variação.

Em estudo conduzido por Rosseto et al. (2004), foram avaliadas as respostas na produtividade da cana-de-açúcar em função da aplicação de calcário. O trabalho foi feito em áreas pertencentes a unidades industriais no estado de São Paulo, com aplicação do corretivo nas doses de 0, 1/2 NC, NC e 2NC, em que NC representou a necessidade de calagem para alcançar 70% da saturação por bases no solo. As doses foram aplicadas entre um e dois meses antes do plantio, seguido de incorporação, utilizando-se arado de discos. Dentre as seis unidades industriais avaliadas, em apenas duas áreas experimentais observou-se acréscimo significativo nas produtividades em cana-planta a partir da aplicação de calcário. Corroborando-se com os resultados obtidos no presente trabalho, os autores concluíram que a resposta da calagem na produtividade da cana-de-açúcar é restrita a condições de baixa fertilidade e elevada acidez, caracterizadas por pH inferior a 4,4 e teores de Ca^{2+} próximos a $0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$.

5 CONCLUSÃO

A calagem proporcionou aumento nos valores de pH, teores de Cálcio e saturação por bases nas camadas de 0,1 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m;

A aplicação de doses crescentes de calcário não apresentou resposta na produtividade de cana-de-açúcar no primeiro corte do canavial.

A condição original do solo anterior à implantação do experimento mostrou-se favorável ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. **Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário.** Revista Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, v.29, n.6, 2005.

ALVAREZ, V. V. H. et al. **Interpretação dos resultados das análises de solos.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. Viçosa, 1999.

ANTUNES, W. R. **Baixas temperaturas nas características agronômicas, produtividade e qualidade em genótipos de cana-de-açúcar no estado do Rio Grande do Sul.** 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

AVILEZ, A.M.A.; HERNANDEZ, F.B.T.; BISPO, R.C.; GIOVANELLI, L.B. **Necessidade hídrica da cana-de-açúcar no Noroeste Paulista.** Irriga Botucatu. v.1. n.1. p. 171-188, 2018.

BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; DA SILVA, T. L.; DE SOUZA, R. M., BARBOSA, L. **Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça.** Pesquisa Agropecuária Tropical, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária de 2022 é estimado em R\$ 1,2 trilhão.** Brasília, DF, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2022/02/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-de-2022-e-estimado-em-r-1-2-trilhao>> Acesso em 17 jan. 2023.

CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; NEVES, C. S. V. J.; DA SILVA, A. J. **Alterações químicas no solo induzidas pela aplicação superficial de palha de cana-de-açúcar, calcário e vinhaça.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 2004.

CARDOZO, N.P. **Geada em cana-de-açúcar.** Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 2021.

CRISPIM, J. E. **Manejo correto da cana é essencial para alta produtividade.** Revista Campo & Negócios: Uberlândia, v.1, n.37, p.16-18, 2006.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2021/22, Brasília, v. 8, n. 4, abril 2022, 59 p. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana>>. Acesso em 17 jan. 2023.

DA MATA, J. F. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. **Produção de cana de açúcar**. Piracicaba: FEALQ. p.31-64, 1993.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. **Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG**. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, 2007.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV. p. 25-49, 2010

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO. 193p., 1979.

DOSS, B.D., DUMAS, W.T., LUND, Z.F. **Depth of lime incorporation for correction of subsoil acidity I**. Agron. J. 71, 541–544, 1979.

FAGERIA, N. K. **Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 3, p. 416-424, 2001.

FARONI, C. E. **Sistema radicular de cana-de-açúcar e identificação de raízes metabolicamente ativas**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; CRESTE, J. E.; SALVADOR, J. P. **Resposta do feijoeiro e fertilidade do solo em função de altas doses de calcário em interação com a gessagem**. Colloquium Agrariae, v. 4, n. 2, p. 27-35, 2008.

DE MORAES, F. A.; MOREIRA, S. G.; PEIXOTO, D. S.; SILVA, J. C. R.; MACEDO, J. R.; SILVA, M. M.; SILVA, B. M.; SANCHEZ, P. A.; NUNES, M. R. **Lime incorporation up to 40 cm deep increases root growth and crop yield in highly weathered tropical soils**. European Journal of Agronomy, v. 144, 2023.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.D.F.; SANTOS, J.D.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. UFLA, Lavras, p. 522, 2012.

RIDESA. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, Curitiba, 2010.

ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica**. *Bragantia*, v. 63, n. 1, p. 105-119, 2004.

SILVA, F. C. da; FREITAS, P. L. de; ALVES, B. J. R. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. EMBRAPA. p.755-765, 2017.

SILVA, F.C.. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2009.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. **História da cana-de-açúcar**: Da antiguidade aos dias atuais. Araçatuba, SP, 2003. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2003/01/01/a-historia-da-cana-de-acucar-da-antiguidade-aos-dias-atuais.html>> Acesso em 17 jan. 2023.