



PEDRO HENRIQUE DE ARRUDA BENZI

**APLICAÇÃO EM LINHA DE FONTES DE CORRETIVOS E
GESSO AGRÍCOLA VERTICALIZA A PRODUTIVIDADE EM
CANA-SOCA**

**LAVRAS-MG
2021**

PEDRO HENRIQUE DE ARRUDA BENZI

**APLICAÇÃO EM LINHA DE FONTES DE CORRETIVOS E GESSO AGRÍCOLA
VERTICALIZA A PRODUTIVIDADE EM CANA-SOCA**

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

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho
Coorientador

**LAVRAS-MG
2021
PEDRO HENRIQUE DE ARRUDA BENZI**

**APLICAÇÃO EM LINHA DE FONTES DE CORRETIVOS E GESSO AGRÍCOLA
VERTICALIZA A PRODUTIVIDADE EM CANA-SOCA**

**IN-LINE APPLICATION OF CORRECTIVE SOURCES AND AGRICULTURAL
PLASTER VERTICALIZES PRODUCTIVITY IN SUGARCANE**

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

APROVADA em 29 de janeiro de 2021.
Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel UFLA
Me. Sérgio Hebron Maia Godinho UFLA
Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira UFLA
Me. Devison Souza Peixoto UFLA

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho
Coorientador

**LAVRAS-MG
2021**

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos momentos mais difíceis me deu forças para que eu continuasse a trilhar este caminho.

À Universidade Federal de Lavras, que me permitiu ingressar no curso de Agronomia, com um carinho especial ao Setor de Sementes e ao Departamento de Agricultura pelo enorme aprendizado.

Ao Programa de Bolsa Institucional de Pesquisa (PIBIC/UFLA) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica durante minha graduação.

Ao professor Guilherme Vieira Pimentel, e também ao Sérgio pela paciência, apoio e compreensão, estando sempre presentes para retirada de dúvidas e ajuda nos projetos e, até mesmo, na vida. Não poderia deixar de agradecer os professores Guilherme Vieira Pimentel, Silvino Guimarães Moreira, ao Doutorando Deivison Souza Peixoto e ao Doutorando Sérgio Hebron Maia Godinho por compor a banca examinadora me ajudando muito nesta fase final.

Ao Núcleo de estudos em Cana de Açúcar (NECANA) no qual fui membro por mais de três anos e onde aprendi muito, não só conhecimentos sobre a cultura, mas também em outras diversas áreas. Obtive maturidade, liderança e técnica com pessoas mais experientes, apoio, contatos e novos amigos que, com certeza, vou levar do curso para o resto de minha vida.

À República Confinamento, meus irmãos que não são de sangue, mas que Lavras me deu a oportunidade de conhecer e passar todo esse tempo de graduação ao lado de vocês, sempre podendo contar com o apoio de todos e também pelas risadas, desabafos e experiências que passamos juntos, com certeza foi uma das melhores épocas da minha vida.

Queria também agradecer ao meu pai Edilson, à minha mãe Selma e ao meu irmão Vinícius por todo apoio, por nunca ter deixado me faltar nada, e também pela confiança em mim, por tanto amor e carinho mesmo eu estando tão longe de casa. Com toda certeza, a maior parte dessa conquista eu devo a vocês. Não posso deixar de agradecer à minha namorada Priscila por sempre estar ao meu lado, não só em momentos bons, como, principalmente, nos momentos ruins para me ajudar, e também tendo uma grande parte dessa conquista.

Por fim, agradeço à minha família Benzi e à família Arruda por terem me dado essa chance e sempre terem confiado em mim nessa caminhada, que, com certeza, será só o começo de muitas coisas que estarão por vir.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A cana-de-açúcar tem grande importância para o agronegócio brasileiro, porém, a acidez do solo pode afetar a sua produtividade. Para reverter essa situação, o calcário é de grande importância, aumentando o pH do solo e os teores de cálcio e magnésio para as plantas, reduzindo o alumínio tóxico. Já o gesso agrícola, resíduo da fabricação de fertilizantes fosfatados, fornece cálcio e enxofre e também fósforo especialmente em subsuperfície, aumentando o crescimento radicular das plantas e, assim, aumentando a tolerância à seca, atuando como condicionador de subsuperfície. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produtividade e os componentes tecnológicos de cana-de-açúcar sob fontes de corretivos quando aplicados superficialmente em linha em conjunto ao gesso agrícola. O experimento foi conduzido em área de produção da Usina Bambuí Bioenergia S/A, em área de cana-soca (6º corte), na safra de 2018/19 com a variedade CTC2. O delineamento adotado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e esquema de parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam à presença ou ausência de gesso, e as subparcelas a quatro fontes de corretivos de solo, além do tratamento controle (sem calcário), totalizando-se 40 parcelas de 75 m². As doses dos corretivos foram calculadas para elevar a saturação de bases em 70% na camada de 0 – 20 cm, e para a gessagem foi fixada a dose de 3 t ha⁻¹. Foram determinados a altura de plantas, o número de colmos por metro (NCM), a produtividade (toneladas de colmo por hectare – TCH) e os componentes tecnológicos da cultura. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F e teste Scott-Knott, com significância a 10%, utilizando-se o programa Sisvar®. A altura de plantas não foi afetada pela aplicação de gesso associada aos demais insumos, porém, na ausência do condicionador e sob aplicação do Cal Fértil VP, as plantas apresentaram altura média significativamente superior às demais. A ausência de calcário e gesso refletiu em plantas com a menor média de altura. Sob aplicação do Calcário Itaú Dolomítico, o NCM foi significativamente maior aos demais corretivos. O mesmo ocorreu em relação ao TCH. Para o caractere NCM, a aplicação ou ausência de gesso não exerceu influência. Para TCH, a presença deste implicou em valores estatisticamente superiores. Logo, na presença de gesso o caractere TAH, teve aumento significativo, o Calcário Itaú Dolomítico e Cal Fértil VP – ITP contribuíram com 14,5 e 13,7 toneladas de açúcar por hectare respectivamente.

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

ABSTRACT

Sugarcane is of great importance for the Brazilian agribusiness, but the soil's acidity can affect its production. Limestone is of great importance to reverse this situation, since it supplies calcium and magnesium to plants. Calcium stimulates root growth due to the reduction of toxic aluminum. Agricultural plaster, generated from residues from the manufacture of phosphate fertilizers, provides calcium and sulfur and also phosphorus, increasing the plants' root system, and thus, increasing drought tolerance, acting as a subsurface conditioner. Therefore, the aim of this study was to evaluate the productivity and technological components of sugarcane under limestone sources when applied superficially in line with agricultural plaster. The experiment was conducted in Usina Bambuí Bioenergia S/A's production area, in the area of cane (4th cut), in the 2018/19 harvest with the CTC2 variety. The design adopted was randomized blocks, with four replications and a split plot scheme. The plots corresponded to the presence or absence of plaster, and the subplots to four sources of soil correctives, in addition to the control treatment (without limestone), totaling 40 plots of 75 m². The limestone doses were calculated to increase the base saturation by 70% in the 00 - 20 cm layer, and for plastering, the dose of 3 t ha⁻¹ was fixed. The plants' height, number of stems per meter (NCM), productivity (tons of stalk per hectare - TCH) and the crop's technological components were determined. The data obtained was subjected to analysis of variance, F test and Scott-Knott test, with 10% significance using the Sisvar® program. The plants' height was not affected by the application of plaster associated with the other inputs, however, in the absence of the conditioner and under the application of LF Fertil VP, the plants showed an average height significantly higher than the others. The absence of limestone and plaster reflected in plants with the lowest average height. Under the application of the Itaú Dolomitic Limestone, the NCM was significantly higher than the other corrective materials. The same occurred with TCH. Regarding the NCM, the application or absence of plaster had no influence. For TCH, its presence implied statistically higher values. Therefore, in the presence of gypsum the character TAH, had a significant increase, Calcário Itaú Dolomítico and Cal Fértil VP - ITP contributed with 14.5 and 13.7 tons of sugar per hectare respectively.

Keywords: Liming. Plastering. *Saccharum* spp.

LISTA DE SIGLAS

TCH	Toneladas de Cana por Hectare
ATR	Açúcares Totais Recuperáveis
TAH	Toneladas de Açúcar por Hectare
V%	Saturação por Bases
PN	Poder de Neutralização
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
AR	Açúcares Redutores
BRIX	Teor de Sólidos Solúveis
POL	Porcentagem de Açúcares Polarizáveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 A cultura da cana-de-açúcar	10
2.2 Calagem na cultura da cana-de-açúcar.....	11
2.3 Gessagem na cultura da cana-de-açúcar.....	13
2.4 Diferença entre as reatividades dos corretivos.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local e método de condução.....	17
3.2 Avaliação da produtividade e componentes tecnológicos.....	20
3.3 Análises estatísticas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A acidez influencia as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, tornando-se uma das principais barreiras para o aumento da produtividade da maioria das culturas (FOLONI et al., 2008). Esse fato é de grande importância, principalmente no caso dos solos do Cerrado, que, além de serem naturalmente ácidos, apresentam baixos teores de cátions básicos (FAGERIA, 2001).

Sabe-se que o uso do calcário é de extrema importância para correção de acidez do solo, reduzindo também a solubilidade de manganês (Mn), ferro (Fe) e alumínio (Al), que são tóxicos às plantas quando em grandes quantidades, neutralizando o alumínio tóxico Al^{3+} e aumentando a disponibilidade de nutrientes no solo. Além disso, o calcário agrícola disponibiliza teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para o solo, sendo de extrema importância para a cultura da cana-de-açúcar. O cálcio participa ativamente no desenvolvimento e formação do sistema radicular da cana-de-açúcar e está presente nas membranas celulares (parede celular), evitando o vazamento do conteúdo citoplasmático, além de agir como regulador enzimático e mensageiro secundário. Já o magnésio participa da composição da molécula de clorofila e é ativador de diversas enzimas ligadas ao metabolismo energético (PERES, 2006)

Os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem nem sempre são comuns, pois a cana-de-açúcar é uma planta considerada tolerante às condições de acidez (presença de Al tóxicos), porém, trata-se de uma planta bastante exigente em relação a Ca e Mg. As respostas à calagem, quando ocorrem, em geral, estão associadas à baixos teores de Ca e Mg (SILVA, 2019). Portanto, a disponibilidade dos teores de Ca e Mg provenientes de diferentes corretivos agrícolas deve ser levada em consideração. Contudo, os efeitos ficam restritos à camada superficial do solo, pouco excedendo 0,15 a 0,20 m de profundidade, em vista das aplicações em superfície em cana-soca dos corretivos. Segundo Quaggio (2000), nesta situação, o uso do gesso aparece como solução para este problema devido à sua rápida mobilidade na camada arável, movimentando-se para abaixo desta.

Baseado no exposto acima, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produtividade e os componentes tecnológicos de cana-de-açúcar sob fontes de corretivos aplicados superficialmente em linha associado ao gesso agrícola.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) tem uma origem considerada nativa das ilhas do arquipélago da Polinésia, logo depois, foi levada ao sul da Ásia. Antigamente, o açúcar não passava de uma especiaria exótica originada das abelhas. Foi na América que a cana-de-açúcar conseguiu ter um bom desenvolvimento, onde é muito cultivada até os dias atuais (SILVA; SILVA, 2012).

Da família Poaceae, a cana é uma cultura semiperene com uma média de cinco a seis anos de cultivo. Com isso, sua implantação deve ser de boa qualidade e será o fator determinante para a longevidade do canavial. A cana-de-açúcar é reproduzida vegetativamente através das gemas encontradas em seus colmos, formando touceiras onde ocorre um perfilhamento gerado por rizomas que, após a colheita, darão origem a uma nova touceira, gerando, assim, a possibilidade de ter cinco a seis cortes no ciclo. A parte aérea é composta por colmos, folhas e inflorescência. Já a parte subterrânea, por ser uma gramínea, apresenta raízes fasciculadas, sendo que cerca de 80% dessas raízes se encontram nos primeiros 50 centímetros de profundidade do solo, ou seja, um sistema radicular não muito profundo (SEGATO et al., 2006).

A cultura compõe o mais antigo setor agroindustrial do Brasil, trazendo muitos benefícios para o país, como a produção de açúcar e etanol para os mercados interno e externo. Colabora, ainda, com a produção de papel, plásticos e de produtos químicos, que podem ser gerados de seus coprodutos, além de fornecer energia elétrica através da queima do bagaço. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo que a cultura ocupa uma área de 8,4 milhões de hectares e movimentando intensamente o agronegócio brasileiro, com uma produção em torno de 39,3 milhões de toneladas de açúcar e 19,5 bilhões de litros de álcool (CONAB, 2020).

Com um dos benefícios da política energética sendo a redução da emissão de gás carbônico (CO₂), conseqüentemente, ocorre a diminuição do efeito estufa em função de se tratar de uma energia renovável. No Brasil, a cana-de-açúcar é a principal responsável pela produção do etanol, combustível renovável produzido através do seu caldo, onde se encontra o açúcar de onde se extrai o etanol (KOHLHEPP, 2010).

Sendo necessário o aumento da área para o cultivo da cana-de-açúcar para produção de combustível, o Cerrado brasileiro tem sido uma das principais alternativas

para expansão da cultura. Evangelista (2011) diz que, com a execução de um zoneamento agrícola, pode não se correr riscos climáticos nesses ambientes. Assim, o Cerrado pode apresentar potencial de expansão para a cultura e vir a ter uma elevada produção.

De acordo com Silva e Silva (2012), a canavicultura colabora com o dinamismo da economia brasileira, tendo uma participação de mais de 30% no mercado internacional de açúcar e gerando milhares de empregos diretos. O Brasil também se encontra como um dos maiores produtores de etanol no mundo, com uma elevada taxa de exportação e uso do bagaço (resíduo) para cogeração de energia, criando oportunidades no mercado de carbono.

A Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2020) mostrou que a produtividade do Brasil na safra de 2019/20 foi de 76,13 t ha⁻¹ na média geral de todos os estados produtores, sendo que a produtividade potencial biológica de produção da cana-de-açúcar é de aproximadamente 345,6 ton/ha, considerando todas as condições ideais para a planta, segundo Dinardo-Miranda, Vasconcelos e Landell (2010). Um dos fatores para não se atingir esse número é a acidez do solo e os baixos teores de Ca e Mg, que pode ser corrigida através do uso de corretivos de solo como o calcário.

2.2 Calagem na cultura da cana-de-açúcar

O atual trabalho teve como base observar o comportamento da cultura quando aplicado em diferentes fontes de corretivos como: Carbonato de Cálcio e Magnésio Calcário Itaú Dolomítico. Óxido de Cálcio e Magnésio (Cal Virgem) no caso a Cal Fértil VP – ITP e Cal Fértil VF – LAV. Hidróxido de Cálcio e Magnésio (Cal Hidratada) sendo o Cal Fértil HP – ITM.

Os corretivos de acidez do solo são comumente representados por calcário moído, cal virgem, cal hidratada e subprodutos de diversas indústrias. O calcário é obtido da moagem da rocha calcária e composta por carbonato de cálcio (CaCO₃) e o carbonato de magnésio (MgCO₃).

A cal virgem por sua vez, é obtida industrialmente, pela calcinação ou queima completa do calcário, composta por óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), apresentando-se com uma granulometria fina.

A cal hidratada agrícola é obtida industrialmente pela hidratação da cal virgem. É composta por hidróxido de cálcio $\{Ca(OH)_2\}$ e hidróxido de magnésio $\{Mg(OH)_2\}$ e também se apresenta com granulometria fina.

São corretivos da acidez, pois apresentam carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e carbonato de magnésio ($MgCO_3$), óxidos de cálcio (CaO) e de magnésio (MgO), hidróxidos de cálcio $\{Ca(OH)_2\}$ e de magnésio $\{Mg(OH)_2\}$ e silicatos de cálcio ($CaSiO_2$) e de magnésio ($MgSiO_2$). A velocidade de correção de acidez do solo depende do tipo da base de onde foi extraído o corretivo. Penatti (2013) diz que carbonatos e silicatos neutralizam a acidez lentamente através de suas bases CO_3^{2-} e SiO_3^{2-} .

Com a utilização da calagem na cultura da cana-de-açúcar, é possível verificar que ocorrem mudanças expressivas para que se faça um bom manejo da cultura, melhorando aspectos físicos e químicos do solo. No entanto, é necessário um ajuste para os diferentes tipos de solos e sistemas de cultivo para ganhos na produtividade (FERRAZ et al., 2015).

Como a cana-de-açúcar é uma cultura com relativa tolerância ao alumínio tóxico (Al^{3+}), doses muito elevadas de calcário podem não gerar ganhos significativos de produtividade. De acordo com Rossetto et al. (2004), só ocorreu aumento na produtividade variando entre 8 e 13 t ha^{-1} em situações nas quais o solo apresentou baixa fertilidade e elevada acidez, com pH menor que 4,4, e teores de cálcio e magnésio próximos de 6 $mmolc\ dm^{-3}$ e 1 $mmolc\ dm^{-3}$, respectivamente.

Martins (1991) diz que o suprimento de cálcio e magnésio, elevação do pH e diminuição do alumínio do solo ocorrem em função direta das doses de calcário aplicadas, porém, esses efeitos não foram apenas na camada superficial de 0-20 cm, como também na camada subsuperficial. Dependendo do tipo de solo estudado, o calcário pode ter uma ação residual que pode se prolongar por até 50 meses após sua aplicação, tendo, assim, um efeito persistente nas camadas inferiores do solo.

Benedini (1988) recomenda que, em cana-soca, seja realizada uma nova amostra de solo após o segundo corte, e que seja feita uma nova recomendação de calcário, caso a saturação por bases (V%) indique valores menores que 50% na camada de 0 a 20 cm, de modo que se deve utilizar a dose de 3 t ha^{-1} de calcário.

Silva (2019) afirma que, após a aplicação de calcário em soqueiras em solo ácido, a maioria dos genótipos de cana-de-açúcar obteve respostas significativas nos quesitos TCH (tonelada de colmos por hectare), altura de colmo, °Brix e número de entre nós.

O uso de calcário em primeira soca influenciou um maior crescimento de plantas na cultura da cana-de-açúcar, com destaque para a variedade RB863129. Proporcionou

também um maior número de perfilhos, aumentando, assim, o número de plantas por metro linear (FERREIRA FILHO, 2019).

Os corretivos utilizados no experimento

Para a calagem em soqueiras, pode-se encontrar equipamentos no mercado como o distribuidor de adubo e calcário em superfície da DMB, que é um implemento destinado a realizar a adubação da soqueira da cana em superfície sem incorporação, juntamente com a aplicação de calcário (FIGURA 1 e 2).

Figura 1 – Distribuidora de calcário em linha.



Fonte: DMB (2020).

Figura 2 – Distribuidora de calcário em linha.



Fonte: DMB (2020).

2.3 Gessagem na cultura da cana-de-açúcar

O gesso não tem poder de corrigir a acidez do solo como o calcário, e é utilizado para fornecer Ca e S para as plantas e reduzir a toxicidade do Al em camadas subsuperficiais do solo. De acordo com Nuernberg, Rech e Basso (2005), o gesso agrícola é um subproduto de empresas fabricantes de fertilizantes fosfatados (ácido fosfórico), com sua composição principalmente de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Segundo Ferraz et al. (2015), a aplicação do gesso agrícola é uma técnica muito importante para o condicionamento do solo, melhorando os atributos químicos e físicos e contribuindo expressivamente para um melhor desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. As perspectivas indicam incremento e otimização no uso de gesso para correção da sodicidade em solos e também para o fornecimento de nutrientes à cultura.

No Boletim 200 do Instituto Agrônomo (IAC), ressalta-se que, para ser feita a gessagem na cultura da cana-de-açúcar, em uma amostra de solo de 20-40 cm, o teor de Ca^{2+} deve ser inferior a 4 mmolc dm^{-3} e a saturação por alumínio (m%) deve ser maior que 40% (AGUIAR et al., 2014).

O sistema radicular da cana-de-açúcar possui uma maior distribuição percentual com uso do gesso agrícola nas camadas abaixo de 40 centímetros de profundidade. Esse uso também proporcionou o aumento dos teores de cálcio em profundidade para melhoria também do ambiente radicular, como foi visto por Rocha et al. (2008).

Morelli et al. (1992) concluíram que, se forem combinadas doses de gesso agrícola com calcário, pode-se atingir incrementos de até 18 toneladas por hectare em cana de primeiro corte. Além disso, ao longo dos demais cortes, o aumento da produtividade ocorreu devido às associações entre gesso e calcário, melhorando as condições químicas do solo. Essa interação foi estudada também por Medina e Brinholi (1998), que afirmaram que o maior diâmetro médio, comprimento e número de colmos tiveram maiores incrementos com gesso e calcário associados quando comparados aos outros tratamentos.

O gesso mineral pode proporcionar ganho de ATR na safra, e, como mostra Rocha (2007), os ganhos podem chegar à ordem de $9,2 \text{ kg t}^{-1}$. O autor considera também que o gesso é capaz de reduzir em 39% a saturação por alumínio em camadas subsuperficiais.

2.4 Diferença entre as reatividades dos corretivos

A ação de um corretivo depende totalmente das características: poder de neutralização (PN) e reatividade (RE). Isoladas, essas duas características não possibilitam uma adequada avaliação da ação do corretivo, por isso, foram associadas,

dando origem ao índice denominado Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), que é dado pela expressão: $PRNT = PN \times RE (\%) 100$. A reatividade é o percentual da ação do corretivo em um período de três meses devido à granulometria. Já o poder de neutralização de um corretivo de acidez é determinado analiticamente, fazendo-se uma amostra do mesmo reagir com uma quantidade conhecida e em excesso de ácido clorídrico relativamente diluído e quente.

Alcarde (2005) diz que a reatividade de um corretivo é a velocidade de sua ação no solo, ou o tempo em que leva para corrigir a acidez. A reatividade depende de alguns fatores como: condições de solo e de clima (quanto maior for a acidez do solo, a temperatura e a umidade, maior é a reatividade), com isso, os corretivos serão mais reativos em regiões tropicais. Depende também da natureza química, se as bases fortes são mais reativas do que as bases fracas, e, por fim, da granulometria, sendo que quanto mais fino for o corretivo, maior reatividade esse corretivo terá. Portanto, não se pode definir o melhor corretivo apenas pelas suas características, pois ocorrem diferentes situações agrícolas que exigem corretivos distintos, ou seja, cabe ao responsável técnico indicar o corretivo mais adequado a cada situação.

Tecnicamente, deve-se considerar que há situações que necessitam de corretivos com maior reatividade, como o caso de atraso na calagem, calagem em terrenos arrendados temporariamente, hortas e solos muito ácidos. Há situações que necessitam de efeito residual, como o caso de calagem para implantações de culturas perenes, semiperenes e pastagens. Já em muitas situações, necessita-se de corretivos com reatividade e efeito residual em níveis intermediários. Deve-se considerar também a natureza química do produto e a granulometria, pois exigem diferentes cuidados na aplicação: cal virgem, cal hidratada e calcário calcinado devem ser incorporados logo após a aplicação para não se empedrarem, assim como exigem maior proteção das pessoas que os aplicam para evitar o contato com a pele e os olhos; e produtos de granulometria fina exigem equipamentos adequados para aplicação, além de que podem apresentar acentuadas perdas devido ao vento (ALCARDE, 2005).

Ao aplicar calcário com média e alta reatividade, obtiveram-se resultados semelhantes ao avaliar solos de textura arenosa e argilosa, porém, a escolha do corretivo a ser utilizado deve levar em consideração seus valores de PRNT, RE e PN para ter uma viabilidade econômica do produto (ARAÚJO; DEMATTÊ; GARBUIO, 2009).

Blankenau (2007) estudou que o óxido de Ca tem uma solubilização com uma velocidade superior quando comparado com as fontes de corretivos convencionais. Assim, é uma fonte muito interessante para quando se deseja uma ação mais rápida.

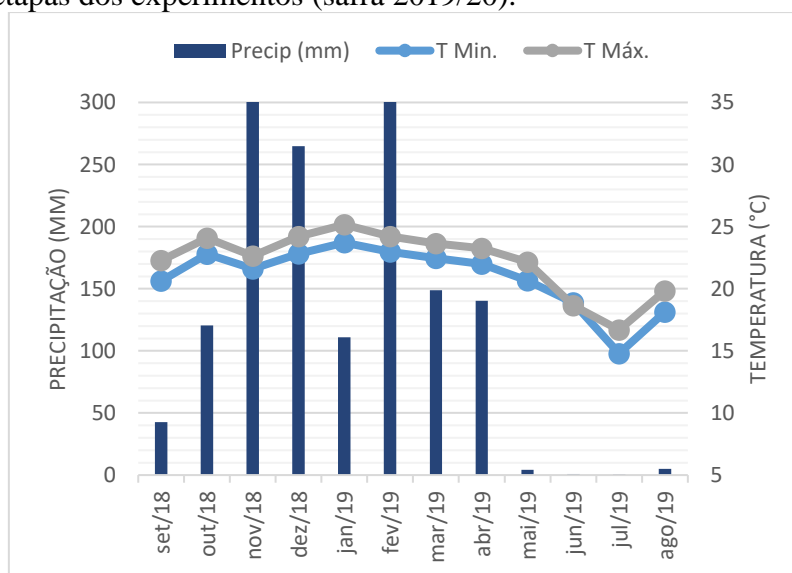
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e método de condução

O trabalho foi conduzido na Usina Bambuí Bioenergia (20°01'17" S / 45°57'39"O; altitude = 725 m), localizada no município de Bambuí, em Minas Gerais, Brasil. O município de Bambuí apresenta clima do tipo Cwa (subtropical, com verão chuvoso e inverno seco), segundo a classificação de Köppen (1948). A precipitação acumulada foi de 1610,8 mm e temperatura média anual de 21,5 °C na safra 2019/20.

As temperaturas máxima e mínima durante o período de realização do experimento em setembro de 2018 a agosto de 2019, bem como as precipitações pluviométricas acumuladas em torno de 1.624,2 mm, estão apresentadas na Figura 3. Sendo a cultura da cana-de-açúcar conduzida sob palhada em solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa. A caracterização química dos solos antes da implantação do experimento, na profundidade de 0 - 20 e 20 - 40 cm, encontra-se na Tabela 1.

Figura 3 – Temperaturas médias e precipitações pluviométricas do período de realização das etapas dos experimentos (safra 2019/20).



Fonte: INMET/BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação de Bambuí (2020).

Tabela 1 – Análise química do solo da área experimental, safra 2018/19 - Bambuí, MG¹.

Prof.	pH	P (rem)	P (mehlich 1)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m	
cm	CaCl ₂	----- mg.dm ⁻³ -----			----- cmol.dm ⁻³ -----								---- % ----
0-20	4,4	10,8	1,1	124,0	1,53	0,38	2,00	12,04	2,2	14,3	15,6	47,3	
20-40 ¹	4,5	5,3	0,5	80,0	1,11	0,30	2,50	14,37	1,6	16,0	10,1	60,8	

¹Teor de argila 51,7%, areia 13,8% e silte 34,5%.

Fonte: Do autor (2021).

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos completos, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pela presença ou ausência de aplicação do gesso agrícola. Já as subparcelas corresponderam a quatro fontes de corretivos de solo da empresa Votorantim Cimentos (TABELA 2), sendo adicionado um tratamento controle (sem calcário - V% inicial do solo). Ao final, foram 10 tratamentos, totalizando-se 40 parcelas (TABELA 3).

Tabela 2 – Fontes de corretivos aplicadas no experimento.

Corretivo	PRNT (%)	PN (%)	CaO (%)	MgO (%)	Dose (t ha⁻¹)
Calcário Itaú Dolomítico	95	100	43 a 45	8 a 11	8,2
Cal Fértil HP - ITM	127	130	53	12	6,1
Cal Fértil VP - ITP	160	164	48	32	4,9
Cal Fértil VF - LAV	160	164	48	32	4,9

¹Dose – cálculo considerando a correção de saturação por bases a 70%.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 3 – Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Corretivos	CaO (kg ha ⁻¹) ¹	MgO (kg ha ⁻¹) ¹
1	Sem calcário + sem gesso	-	-
2	Sem calcário + com gesso	-	-
3	Calcário Itaú Dolomítico + sem gesso	3.600	779
4	Calcário Itaú Dolomítico + com gesso	3.600	779
5	Cal Fértil HP - ITM + sem gesso	3.230	732
6	Cal Fértil HP - ITM + com gesso	3.230	732
7	Cal Fértil VP - ITP + sem gesso	2.350	1.570
8	Cal Fértil VP - ITP + com gesso	2.350	1.570
9	Cal Fértil VF - LAV + sem gesso	2.350	1.570
10	Cal Fértil VF - LAV + com gesso	2.350	1.570

¹ valores relativos à quantidade (t ha⁻¹) dos corretivos aplicados no experimento.

Fonte: Do autor (2021).

As doses de calcário foram calculadas para elevar a saturação de bases (V%) em 70% na camada de 0 – 20 cm. Para a gessagem, foi fixada uma dose de 3 t ha⁻¹. Os corretivos foram aplicados em uma única vez após a colheita (na linha) de forma manual (FIGURA 4).

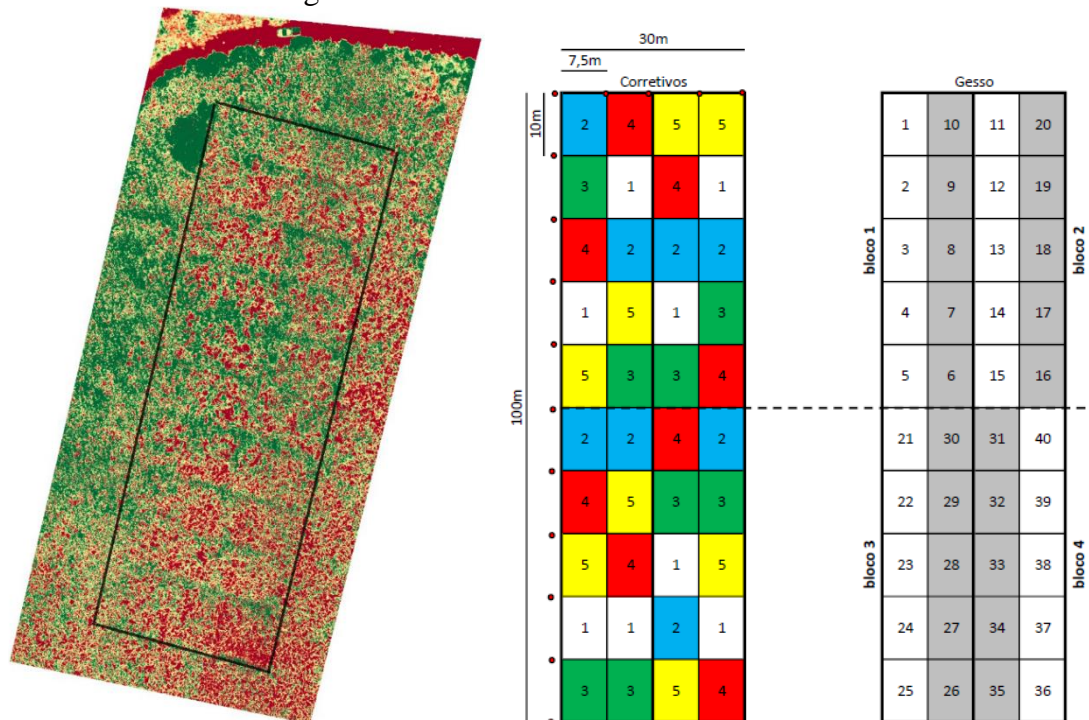
Figura 4 – Aplicação das fontes de corretivos e gesso agrícola em linha.



Fonte: Do autor (2018).

Foram demarcadas as parcelas de 75 m² (cinco linhas espaçadas de 1,5 m e 10 m de comprimento), com área útil da parcela de 36 m², considerando-se três linhas centrais (excluindo um metro de cada extremidade da parcela; FIGURA 5). Na área do experimento, foi utilizada a cultivar de cana-de-açúcar CTC 2, no sexto corte (6C). A data da colheita da cana foi dia 06/09/2018 e os corretivos foram aplicados 96 dias após o corte. O manejo de adubação, plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações padrões da usina.

Figura 5 – Da esquerda para direita: Delimitação do talhão para experimento (imagem via drone, câmera RGB); Croqui da área com diferentes colorações representando as subparcelas (fontes de corretivos); Representação de cada parcela pelos números de 1 a 40, sendo em cinza a parcela com gesso e em branco sem gesso.



Fonte: Do autor (2021).

3.2 Avaliação da produtividade e componentes tecnológicos

A altura das plantas, durante o estágio de intenso crescimento foi determinada da base dos colmos até a inserção da primeira folha com o “dewlap” visível (Folha +1), através da média de cinco colmos por parcela, aos 3 meses da aplicação dos corretivos de solo.

A análise da produtividade foi realizada no dia 14 de agosto de 2019 aos 8 meses após a aplicação dos corretivos e 11 meses da colheita. A produção de colmos por hectare (TCH) foi determinada realizando 5 pontos na parcela, contabilizando o número de colmos por metro e retirando 10 feixes por ponto, para pesagem e estimativa da produtividade em tonelada de cana por hectare.

Por ocasião da colheita, foram retirados aleatoriamente 10 colmos da área útil de cada parcela, eliminando-se o palmito e a palha. Após a identificação, os colmos foram enviados para o laboratório da Usina Bambuí Bioenergia, em Bambuí-MG,

determinando-se a Fibra (%) cana, Pol (%) cana, Brix (%) cana, ATR (kg de açúcar t^{-1} colmos), pureza (%) cana e TAH (tonelada de açúcar ha^{-1}).

3.3 Análises estatísticas

Os resultados foram avaliados pelo teste F, e, as médias obtidas, comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott, com significância a 10%. Todos os cálculos foram efetuados utilizando-se o programa Sisvar®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas o caractere altura de plantas teve interação corretivos x gesso significativa, na época de colheita da cana. (TABELA 4). Quando ocorreu a aplicação de gesso não houve diferenças entre os corretivos, todavia, na ausência do mesmo as alturas foram maiores quando aplicado isoladamente os corretivos Calcário Itáu Dolomítico e Cal Fértil VP. Ao considerar os corretivos, nota-se que os tratamentos sem calcário e Cal Fértil VF apresentaram diferenças quanto ao uso do gesso associado, sendo as maiores alturas na presença do mesmo. Os demais tratamentos não houve diferenças na presença ou ausência do gesso (TABELA 4).

Tabela 4. Altura de plantas (m) aos 3 meses após a aplicação dos corretivos e gesso. Bambuí, MG.

Corretivos	Gesso	
	Sem	Com
1 – Sem calcário	1,30 Bb ¹	1,53 Aa
2 – Calcário Itáu Dolomítico	1,55 Aa	1,55 Aa
3 – Cal Fértil HP – ITM	1,39 Ab	1,52 Aa
4 - Cal Fértil VF – LAV	1,28 Bb	1,53 Aa
5 - Cal Fértil VP – ITP	1,46 Aa	1,51 Aa

¹ médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2021).

O caractere altura é um fator muito importante quando pensamos em produtividade, pois quando maior a cana, maior seu peso, tendo um aumento de TCH, sendo que o caractere altura também teve diferença significativa no momento da colheita. (TABELA 5).

Tabela 5 – Altura de plantas (cm) no momento da colheita em decorrência das aplicações dos corretivos e gesso – Bambuí-MG, 2019.

Corretivos	Gesso		Média
	Sem	Com	
Sem calcário	163,2 Bc ¹	204,1 Aa	183,6 c
Calcário Itáu Dolomítico	190,3 Bb	200,8 Aa	195,5 a
Cal Fértil HP – ITM	181,3 Bb	201,0 Aa	191,2 b
Cal Fértil VP – ITP	201,8 Aa	203,8 Aa	202,8 a
Cal Fértil VF – LAV	190,3 Ab	194,0 Aa	192,1 b
Média	185,4 B	200,7 A	

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 10% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2021).

As alturas das plantas diferenciaram quanto ao uso dos corretivos e gesso. Porque na presença do gesso até a não aplicação de calcário foi similar à aplicação, demonstrando que a cana-de-açúcar realmente é tolerante à acidez do solo e sensível mesmo ao teor de Ca e talvez S.

Quando ocorreu a aplicação de gesso, não houve diferenças entre os corretivos, todavia, na ausência do mesmo, as alturas foram maiores quando aplicado isoladamente o corretivo Cal Fértil VP. Os demais corretivos foram intermediários na ausência do gesso, sendo a menor altura na ausência de calcário e gesso (TABELA 5).

Fernandes (1985) também encontrou resultados positivos quanto ao uso do gesso como fornecedor de Ca e S aplicado ao sulco (50,0 kg.ha⁻¹) em duas variedades de cana, concluindo em seu trabalho que há maior crescimento das plantas em altura a partir do uso do mesmo.

Analisando de forma isolada os corretivos, apenas os corretivos Cal Fértil VP e VF não apresentaram diferenças em relação ao uso do gesso. Para os demais, na presença do gesso, houve incremento nas alturas (TABELA 5).

Para os caracteres de produção e componentes tecnológicos da cana-de-açúcar, não houve diferenças significativas em relação à interação corretivos × gesso. Apenas de forma isolada para esses fatores (TABELA 6).

Tabela 6 – Médias dos atributos tecnológicos e de produção da cana-soca em função da aplicação de corretivos e gesso (BambuÍ-MG, safra 2019/20).

Corretivos	NCM	TCH	BRIX (%)	Fibra (%)	POL (%)	AR (%)	Pureza (%)	ATR (kg/ha)	TAH
1 – Sem calcário	13,9 b ¹	74,1 c	20,5 a	11,5 a	14,7 a	0,66 a	71,5 a	147,3 a	10,9 c
2 – Calcário Itáu Dolomítico	15,4 a	98,3 a	20,3 a	11,0 a	14,7 a	0,66 a	72,4 a	147,9 a	14,5 a
3 – Cal Fértil HP – ITM	13,2 b	85,6 b	20,6 a	11,2 a	15,0 a	0,63 a	72,7 a	149,9 a	12,8 b
4 - Cal Fértil VP – ITP	14,3 b	91,8 b	20,5 a	11,3 a	14,9 a	0,64 a	72,5 a	149,2 a	13,7 a
5 - Cal Fértil VF – LAV	14,1 b	88,3 b	20,4 a	11,3 a	14,7 a	0,64 a	72,3 a	147,9 a	13,1 b
Gesso									
Sem	13,7 a	80,8 b	20,4 a	11,3 a	14,7 a	0,65 a	72,1 a	148,0 a	12,0 b
Com	14,7 a	94,4 a	20,5 a	11,2 a	14,9 a	0,64 a	72,5 a	148,9 a	14,0 a
C.V. 1 (%)	7,0	10,9	1,0	1,5	1,3	1,00	0,4	2,2	8,4
C.V. 1 (%)	3,7	8,7	1,5	2,0	1,8	2,42	1,2	3,4	9,5
Média Geral	14,2	87,6	20,5	11,3	14,8	0,64	72,3	148,4	13,0

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade.

NCM = número de colmos m⁻¹; TCH = produtividade de colmos; Brix = teor de sólidos solúveis; Pol = percentagem de açúcares polarizáveis; AR = açúcares redutores; ATR = rendimento de açúcar t⁻¹ de cana; TAH = tonelada de açúcar ha⁻¹.

Fonte: Do autor (2020).

A aplicação tanto de calcário como a de gesso obteve resultados semelhantes aos encontrados por Demattê (2011), que mostrou que a cana-de-açúcar tem uma boa resposta não somente em cana-soca, como também em cana-planta, em solos de baixa CTC. Além disso, contribui benéficamente para a longevidade do canavial, segundo Benedini (1988), que realizou seu trabalho em solo arenoso verificando a aplicação de calcário em cana-soca.

Para os caracteres de produção, houve diferenças no número de colmos por metro apenas para os corretivos, sendo o Calcário Itáu Dolomítico proporcionou um maior número de colmos, diferindo dos demais. Ao analisar a produtividade (TCH), nota-se que o mesmo corretivo também apresentou a maior média, diferindo dos demais e gerando um acréscimo de 32,7% em toneladas de colmos por hectare quando comparado ao controle (sem calcário). Para o fator gesso, a utilização do mesmo proporcionou maiores produtividades (94,4 TCH), diferindo do controle (80,8 TCH) e contribuindo com um aumento de 16,8% (TABELA 6).

O Calcário Itáu Dolomítico pode ter tido melhores resultados pois tem uma maior granometria por sem em superfície de palha e sem revolvimento do solo, e também por não ter ocorrido chuva logo após a aplicação pode ter ocorrido o fato dos outros corretivos ter empedrado.

Cury, De Maria e Bolonhezi (2014), em seu trabalho com plantio direto (PD) e plantio com preparo convencional (PC) de cana em dois tratamentos, sem calcário (0 t.ha^{-1}) e com calcário (2 t.ha^{-1}), não obtiveram diferença significativa quanto à produtividade de colmos para os respectivos tratamentos.

A Tabela 6 mostra que não houve diferença estatística significativa para as características tecnológicas (Brix, Fibra, POL, Pureza e ATR) da cana-soca em função dos tratamentos no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Prado (2001) em seu trabalho com aplicação de calcário em cana-soca para análise de qualidade tecnológica das mesmas características, exceto pelos resultados de pureza, que apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento controle (sem uso de corretivos).

Para os resultados de TAH, houve diferença significativa quanto ao uso dos corretivos. O uso de gesso, independente dos corretivos de solo, contribuiu para as maiores produções, com 14 toneladas de açúcar por hectare. Na presença dos calcários, nota-se que os tratamentos com Calcário Itáu Dolomítico e Cal Fértil VP – ITP apresentaram as maiores produtividades, 14,5 e 13,7 TAH, respectivamente. Os demais

calcários proporcionaram produtividades intermediárias, sendo que o menor TAH foi obtido quando não se aplicou o calcário (controle; TABELA 6). Andrade e Nogueira (2019) obtiveram resultados semelhantes ao mostrarem que, independente das doses de calcário aplicadas e das variedades, a calagem foi importante para a cana-de-açúcar, proporcionando um maior rendimento de colmos e uma melhor qualidade em quesitos tecnológicos como POL(%) e ATR.

Koffler e Donzeli (1987) mostraram também que a cana-de-açúcar se desenvolve bem em solos com pH entre 4 e 8, porém, o valor de 6,5 é considerado como ótimo, no qual surge a necessidade do calcário.

Marinho e Albuquerque (1983) obtiveram aumentos de 48,0 ton/ha de cana quando aplicaram 5000 kg.ha⁻¹ de calcário em um solo de areia Quartzosa, sendo que a qualidade do calcário pode ser definida por duas características importantes: a granulometria (reatividade) e o poder de neutralizantes (PN).

Marinho, Albuquerque e Araújo (1980) também notaram efeitos positivos para aplicação de calcário nas condições de Alagoas, em apenas 43% dos experimentos analisados, com aumento de produtividade de 10 a 20 t.ha⁻¹ de cana.

5 CONCLUSÃO

As plantas se diferenciaram quanto ao uso dos corretivos e gesso. Quando aplicado gesso, não ocorreu diferença entre os corretivos, mas quando aplicado isoladamente o Cal Fértil VP, proporcionou maiores alturas.

Já no quesito de produção, o Calcário Itaú Dolomítico proporcionou a maior média, diferindo dos demais, e também contribuiu com um aumento quando utilizado no fator gesso.

Quando aplicado isoladamente o gesso agrícola houve diferença significativa nos quesitos altura, TCH e TAH.

Para o caractere TAH, houve aumento, o Calcário Itaú Dolomítico e Cal Fértil VP contribuíram com 14,5 e 13,7 toneladas de açúcar por hectare respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. da E. et al. (ed.). **Boletim 200 - Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. revisada e atualizada. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014.
- ALCARDE, J. C. **Boletim Técnico Nº 6 - Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: Associação Nacional Para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas (ANDA), 2005.
- ANDRADE, P. P.; ANDRADE, L. A. de B.; NOGUEIRA, F. D. Métodos de recomendação, doses de calcário e variedades no rendimento agrícola e qualidade de cana-de-açúcar (1º corte). **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 1, n. 1. 2019.
- ARAÚJO, S. R.; DEMATTÊ, J. A. M; GARBUIO, F. J. Aplicação do calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1755-1764. 2009.
- BENEDINI, M. S. Novo conceito no uso de calcário em cana-de-açúcar. **Cadernos Copersucar: Série Agrônomo**, n. 16. 1988.
- BLANKENAU, K. Cálcio nos solos e nas plantas. **Informações Agrônomo**, n. 117, p. 17-19. 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2019/20. v. 7, n. 2, p. 1-64. Agosto/2020.
- CURY, T. N.; DE MARIA, I. C.; BOLONHEZI, D. Biomassa radicular da cultura de cana-de-açúcar em sistema convencional e plantio direto com e sem calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1929-1938. 2014.
- DEMATTE, J. L. L. Ação do gesso e do calcário na relação cálcio: magnésio do solo e na produtividade da cana-de-açúcar. **Informações agrônomo**, n. 136, p. 10-16. 2011.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de V.; LANDELL, M. G. de A. (ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010.
- EVANGELISTA, B. A. **Projeção de cenários atuais e futuros de produtividade de cana-de-açúcar em ambiente de cerrado**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1419-1424. 2001.
- FERNANDES, F. A. **Efeitos do gesso como fonte de cálcio e de enxofre na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 1985. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

FERRAZ, R. L. de S. et al. Calagem em cana-de-açúcar: efeitos no solo, planta e reflexos na produção. **InterfacEHS** – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 10, n. 1, p. 166-177. 2015.

FERREIRA FILHO, D. V. **Calagem em primeira soca de dez genótipos de cana-de-açúcar**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

FOLONI, J. S. S. et al. 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.

KOFFLER, N. F.; DONZELI, P. L. Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana-de-açúcar. *In*: PARANHOS, S. B. (coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 19-41.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 223-253. 2010.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

MARINHO, M. L.; ALBUQUERQUE, G. A. C. Calagem. *In*: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1983. p. 181-208.

MARINHO, M. L.; ALBURQUERQUE, G. A. C.; ARAÚJO, J. T. Efeito da calagem sobre a cana-de-açúcar em solo argiloso fortemente ácido em Alagoas. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 14., 1980, Cuiabá. **Anais [...]**. Campinas, 1980. p. 14-19.

MARTINS, M. **Efeito da calagem na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em solo sob vegetação de cerrado**. 1991. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

MEDINA, C. C. de; BRINHOLI, O. Uso de resíduos agroindustriais na produção de cana-de-açúcar, açúcar e álcool. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1821-1825. 1998.

MORELLI, J. L. et al. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 187-194. 1992.

NUERNBERG, N. J.; RECH, T. D.; BASSO, C. **Boletim Técnico N° 122 - Usos do gesso agrícola**. 2. ed. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), 2005.

PENATTI, Claudemir Pedro. **Adubação da Cana-de-açúcar: 30 anos de experiência**. Ituverava-SP: Ottoni Editora, p. 189-190, 2013.

PERES, L. E. P. **Nutrição mineral de plantas**. Faculdade Superior de agricultura (Luiz de Queiroz), 2006.

PRADO, R. de M. Qualidades tecnológicas da cana-planta e cana-soca em função da aplicação da escória de siderurgia e do calcário. **Scientia Agraria**, v. 2, n. 1, p. 1-5. 2001.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000.

ROCHA, A. T. da. **Gesso mineral na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar e implicações na produtividade agrícola e industrial**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

ROCHA, A. T. da. et al. Emprego do gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 307-312. 2008.

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

SEGATO, S. V. et al. (org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 2006.

SILVA, E. S. **Calagem em genótipos de cana-de-açúcar na primeira soca**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

SILVA, J. P. N. da.; SILVA, M. R. N. da. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG); Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.