



**VITOR HUGO SALGADO**

**EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE CORRETIVOS DE SOLO E  
GESSO NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**LAVRAS – MG  
2021**

**VITOR HUGO SALGADO**

**EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE CORRETIVOS DE SOLO E GESSO NA  
PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR**

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

Orientador  
Dr. Prof. Guilherme Vieira Pimentel  
Coorientador  
Ms. Sérgio Hebron Maia Godinho

**LAVRAS – MG  
2021**

**VITOR HUGO SALGADO**

**EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE CORRETIVOS DE SOLO E GESSO NA  
PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**RESIDUAL EFFECT OF SOIL AND PLASTER CORRECTIVES SOURCES ON  
SUGARCANE PRODUCTIVITY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2021  
Dr. Guilherme Vieira Pimentel UFLA  
Ms. Sérgio Hebron Godinho UFLA

---

Dr. Prof. Guilherme Vieira Pimentel  
Orientador  
Ms. Sérgio Hebron Maia Godinho  
Coorientador

**Lavras – MG  
2021**

Dedico esta monografia a minha querida família que sempre esteve comigo durante as alegrias e momentos difíceis, aos meus pais em especial Margaret do Carmo Salgado e Geraldo Anselmo Salgado, que foram meu “alicerce” principal para essa jornada vitoriosa. A todos que me deram uma oportunidade, conselho, uma palavra de ajuda durante esta caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a Deus por ter iluminado minha vida e minha trajetória acadêmica.

Aos colegas de república (República dos Tatus) que estiveram presentes no meu dia a dia durante a caminhada da graduação. Muito obrigado por todo aprendizado durante o nosso convívio, pois aprendi com vocês o quão importante é, morar com pessoas de perfis diferentes.

Aos colegas de graduação que estiveram comigo em muitas das disciplinas do curso, em especial aqueles que foram mais ligados a mim, estando presentes em vários almoços, cafés no centro de convivência, sempre com várias discussões engrandecedoras, sempre me mostrando que não existe verdade absoluta, temos que ter sempre uma visão holística.

Ao professor, tutor e orientador, Dr. Guilherme Vieira Pimentel, uma pessoa que considero magnífica, a qual tive o privilégio de conhecer quando ainda nem era professor, mas que deste de sempre me ajudou muito nas bolsas de iniciação científica, nas orientações de campo. Essa pessoa foi motivo de inspiração muitas vezes, para que eu me esforçasse cada vez mais a me tornar um bom profissional.

Ao coorientador, Ms. Sérgio Hebron Maia Godinho, que me apoiou muito durante a realização do experimento e montagem desta monografia, sempre muito atencioso e prestativo.

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

Ao grupo NESF (Grupo de estudos em Soja e feijão), que foi o primeiro grupo que abriu as portas pra mim dentro da UFLA, nele tive a oportunidade de conhecer várias pessoas que vou levá-las para o resto da vida.

Ao grupo GMAP (Grupo de Pesquisa em Manejo de Produção), foi nessa equipe, que pude contar com a ajuda dos integrantes na condução dos experimentos, é também ajudar outras pessoas nos experimentos à campo, aprendendo muito na prática sobre o manejo de várias culturas.

Ao grupo NECOTON (Núcleo de estudo em algodão), grupo que tive uma contribuição na construção deste grupo como cofundador, é hoje se tornou um grupo consolidado e cada vez mais atuante dentro e fora da universidade, fico feliz que nossa ideia está progredindo.

A Terra jr consultoria agropecuária, participar desta instituição foi um divisor de água na minha vida acadêmica, a maior empresa júnior do agronegócio me fez crescer como pessoa e profissionalmente.

Tenho uma gratidão muito grande, por aqueles que me ajudaram de uma forma direta ou indireta, muito obrigado de coração é que Deus ilumine a vida de todos.

**MUITO OBRIGADO.**

## RESUMO

Aumentos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem nem sempre são comuns, pois, é uma planta considerada tolerante às condições de acidez, e também, bastante exigente em Ca e Mg, ficando os efeitos mais restritos à camada superficial do solo. O uso do gesso aparece como auxílio nessa questão devido à sua rápida mobilidade. Assim, objetivou-se estudar o efeito residual de diferentes fontes de corretivos de acidez associadas ou não ao gesso agrícola, aplicadas superficialmente em linha, sobre o desenvolvimento de cana-soca após o 7º corte. O experimento foi instalado na “Usina Bambuí Bioenergia S/A” em dezembro de 2018, em delineamento blocos completos, esquema parcelas subdivididas  $2 \times 5$ , com quatro repetições. As parcelas corresponderam à aplicação ou não de gesso agrícola, e as subparcelas à quatro fontes de corretivos de solo, além de um tratamento controle (sem calcário), totalizando-se 40 parcelas de 75m<sup>2</sup>. As doses de corretivos foram calculadas para elevar a saturação de bases em 70% na camada de 00 – 20 cm, e para a gessagem foi fixada uma dose de 3 t.ha<sup>-1</sup>. Por ocasião do residual dos corretivos da safra passada (2019/20), na colheita foram retirados, aleatoriamente, 10 colmos da área útil de cada parcela, eliminando-se o palmito e a palha, para se determinar a produtividade (TCH). Após a identificação, os colmos foram enviados para o laboratório da usina, determinando-se a Fibra (%) cana, Pol (%) cana, Brix (%) cana, ATR (kg de açúcar . t colmos<sup>-1</sup>) e pureza (%) cana. Os dados foram submetidos à análise de variância, e ao teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. Para altura de plantas foram observadas diferenças significativas apenas entre corretivos, não existindo influência do gesso. O efeito residual, no segundo corte após a instalação do experimento, não resultou em diferenças dos corretivos de solo na produtividade. Houve diferença significativa para toneladas de açúcar por hectare (TAH) quando aplicado o gesso, com valor médio de 18,5 toneladas, contra 16,1 sem a aplicação do mesmo. Mostrando a importância do uso deste.

**Palavras-chave** : *Saccharum* spp.; Perfil do solo; Calagem

## ABSTRACT

Increases in the productivity of sugarcane in response to liming are not always common, as it is a plant considered tolerant to acidity conditions, and also very demanding in Ca and Mg, with the effects being more restricted to the topsoil. The use of plaster appears as an aid in this matter due to its rapid mobility. Thus, the objective was to study the residual effect of different sources of acidity correctives associated or not with agricultural plaster, applied superficially in line, on the development of cane after the 7th cut. The experiment was installed in the “Usina Bambuí Bioenergia S / A” in December 2018, in a complete block design, subdivided plot scheme  $2 \times 5$ , with four replications. The plots corresponded to the application or not of agricultural plaster, and the subplots to four sources of soil amendments, in addition to a control treatment (without limestone), totaling 40 plots of 75m<sup>2</sup>. The correctives doses were calculated to increase the base saturation by 70% in the 00 - 20 cm layer, and for plastering a dose of 3 t.ha<sup>-1</sup> was fixed. At the time of the residual corrective material from the past harvest (2019/20), 10 stems of the useful area of each plot were removed at harvest, eliminating palm hearts and straw, in order to determine productivity (TCH). After identification, the stalks were sent to the plant's laboratory, determining the fiber (%) cane, Pol (%) cane, Brix (%) cane, ATR (kg of sugar. T stem<sup>-1</sup>) and purity (%) cane. The data were subjected to analysis of variance, and the Scott-Knott test at 10% probability. For plant height, significant differences were observed only between correctives, with no influence of gypsum. The residual effect, in the second cut after the installation of the experiment, did not result in differences in soil correctives in productivity. There was a significant difference for tons of sugar per hectare (TAH) when plaster was applied, with an average value of 18.5 tons, against 16.1 without its application. Showing the importance of using this.

**Keywords:** Saccharum spp .; Soil profile; Liming.



## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>2</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                  | <b>12</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Sustentabilidade do setor sucroenergético .....</b>            | <b>12</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Calagem na cultura da cana-de-açúcar .....</b>                 | <b>13</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Gessagem na cultura da cana-de-açúcar.....</b>                 | <b>14</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Diferença entre as reatividades dos corretivos.....</b>        | <b>15</b> |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Local e metodologia de condução.....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Avaliação da produtividade e componentes tecnológicos.....</b> | <b>20</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Análises estatísticas.....</b>                                 | <b>21</b> |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                               | <b>22</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>6</b>   | <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>27</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo a cultura grande importância para o agronegócio com reflexos sobre o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo que a terceira estimativa da safra na temporada 2020/21, indica incremento na produção de 3,5% em relação à safra anterior. A perspectiva é que sejam colhidas 665,1 milhões de toneladas. A área em produção, estimada em 8.605 mil hectares, tem pequena variação em relação à safra passada. Esse número indica incremento de 1,9% em relação à temporada passada (CONAB, 2021).

A cultura é matéria prima para o energia, açúcar e etanol, aguardentes, rapadura, materiais biodegradáveis e diversos produtos de grande importância. A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos, a agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre em outros países, opera numa conjuntura positiva e sustentável (CONAB, 2021).

A acidez presente em solos brasileiros, influencia as características 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 grande importância, principalmente no caso dos solos do Cerrado, que além de serem naturalmente ácidos, apresentam baixos teores de cátions básicos (FAGERIA, 2001).

A utilização de calcário é um dos fatores mais importantes no manejo para altas produtividades, pois corrige a acidez do solo, que é a primeira prática da construção da fertilidade deste. A calagem aumenta os valores de pH e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (FAGERIA, 2001a), elevando-se os valores de V%. Além disso, aumenta a disponibilidade de nutrientes como o P, neutralizando  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , quando em níveis tóxicos. Com isso, cria-se condições para o melhor desenvolvimento das raízes.

Em função de tal acidez dos solos, 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 também de uma planta bastante exigente em relação a Ca e Mg. As respostas à calagem, quando ocorrem, em geral, estão associadas à ausência de teores adequados 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.

Baseado no exposto acima, no presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual (2º corte após a instalação do experimento) das fontes de calcário associadas ou não ao gesso agrícola, aplicadas em superfície em cana-soca, na produtividade e nos componentes tecnológicos da cultura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Sustentabilidade do setor sucroenergético

A agroindústria canaveira atual vislumbra boas perspectivas de mercado devido à redução das jazidas petrolíferas e à elevação do preço do barril de petróleo. Além disso, há uma conscientização social em relação ao meio ambiente sobre os efeitos negativos da utilização de combustíveis de origem fóssil no balanço de carbono na atmosfera e o efeito de aquecimento da superfície terrestre. Associa-se a isso, o crescimento do consumo de açúcar e do etanol sendo significativo apesar da oscilação do mercado (SILVA et al., 2013).

Com um dos benefícios da política energética sendo a redução da emissão de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), 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.

A expansão dos canaviais tem ocorrido em áreas distantes dos principais biomas nacionais, como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica. Além disso, mais de 90% dessas expansões são através da substituição de pastagens degradadas (SILVA; ALVES; FREITAS, 2015).

Atualmente, com a mecanização, as queimadas nos canaviais já foram extintas em regiões como São Paulo e diminuiram drasticamente em todos os outros estados brasileiros. A cultura da cana-de-açúcar, entre as outras grandes culturas, utiliza uma menor quantidade de fertilizantes, pois se realiza adubação com resíduos de sua produção industrial, como torta de filtro, que é rica em fósforo, e a vinhaça, que contém altas doses de potássio (SILVA; ALVES; FREITAS, 2015).

Segundo Pinto (2011), na última década, o setor sucroenergético passou por muitas mudanças, mas com grande capacidade de atrair novas empresas internacionais do setor açucareiro, petrolíferas, empresas de biotecnologia, fundos de investimentos, entre outras, destacando, assim, o nome do Brasil neste setor no exterior.

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.

Portanto, o Brasil ocupa hoje importante posição à produção de cana, pois detém área, tecnologia, inovação no setor, pesquisas e profissionais qualificados. Porém é preciso para ficar em uma posição de destaque mais estudos sobre o comportamento da cultura nestas novas áreas de expansão que tem aumentado muito nos últimos anos.

## **2.2 Calagem na cultura da cana-de-açúcar**

A calagem é uma prática cujos efeitos benéficos são bastante conhecidos na agricultura e visam principalmente corrigir a acidez, neutralizando os efeitos tóxicos de elementos como o alumínio e o manganês, fornece cálcio e magnésio, aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes, e contribuir para a melhoria da estrutura do solo e da vida microbiana (BRADY, 1989).

Os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem são esporádicos. Quando ocorreram nos experimentos relatados na literatura, foram obtidos em condições de severa acidez, na presença de alumínio em níveis tóxicos e, principalmente, na ausência de teores adequados de cálcio e magnésio. Grande variabilidade na resposta da produtividade da cana à calagem ocorre em condições de fertilidade de solo menos restritivas, indicando forte adaptação das cultivares às condições de acidez do solo (ROSSSETO et al., 2004).

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 toneladas/ha 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  $6 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  e  $1 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 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 centímetros, 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 (somatório de  $\text{Ca}^{2+}$  com K e  $\text{Mg}^{2+}$ ) menores que 50% na camada de 0 a 20 cm, de modo que se deve utilizar a dose de  $3 \text{ t.ha}^{-1}$  de calcário.

Silva (2019) afirma que, após a aplicação de calcário em soqueiras, 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.

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 e gesso.

### **2.3 Gessagem na cultura da cana-de-açúcar**

O gesso agrícola é o sulfato de cálcio diidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), obtido como subproduto industrial. Para a produção de ácido fosfórico, as indústrias de fertilizantes utilizam, como matéria-prima, a rocha fosfática (apatita, especialmente a fluorapatita) que ao ser subprodutos da reação, o sulfato de cálcio e o ácido fluorídrico (5º APROXIMAÇÃO, 1999).

O gesso não tem função de correção da acidez do solo como o calcário, e é utilizado como fonte de enxofre e cálcio, na correção de camadas subsuperficiais pelo condicionamento em profundidade, para quando se tem altos teores de alumínio e/ou baixos teores de cálcio, com objetivo de melhorar o ambiente radicular das plantas.

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 Agrônômico (IAC), resalta-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  $\text{Ca}^{2+}$  deve ser inferior a  $4 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$  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).

O gesso mineral pode proporcionar ganho de ATR na safra, e, como mostra Rocha (2007), os ganhos podem chegar à ordem de 9,2 /toneladas. O autor considera também que o gesso é capaz de reduzir em 39% a saturação por alumínio em camadas subsuperficiais.

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.

#### **2.4 Diferença entre as reatividades dos corretivos**

É preciso sempre se atentar a qualidade do corretivo, deve-se considerar a capacidade de neutralizar a acidez do solo (poder de neutralização – PN), a reatividade do material, que considera sua natureza geológica e sua granulometria, e o teor de nutrientes, especialmente de Ca e de Mg. A reatividade depende fundamentalmente da granulometria do material, a qual permite estimar a eficiência relativa (ER), ou sua reatividade (RE). A granulometria indica a capacidade de um corretivo reagir no solo e envolve a velocidade de reação e seu efeito residual. Combinando o poder de neutralização (PN) com a reatividade (RE) de um calcário, tem-se seu poder relativo de neutralização total (PRNT), que estima quanto de calcário irá reagir em um período de aproximadamente 3 meses (5º APROXIMAÇÃO, 1999).

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.



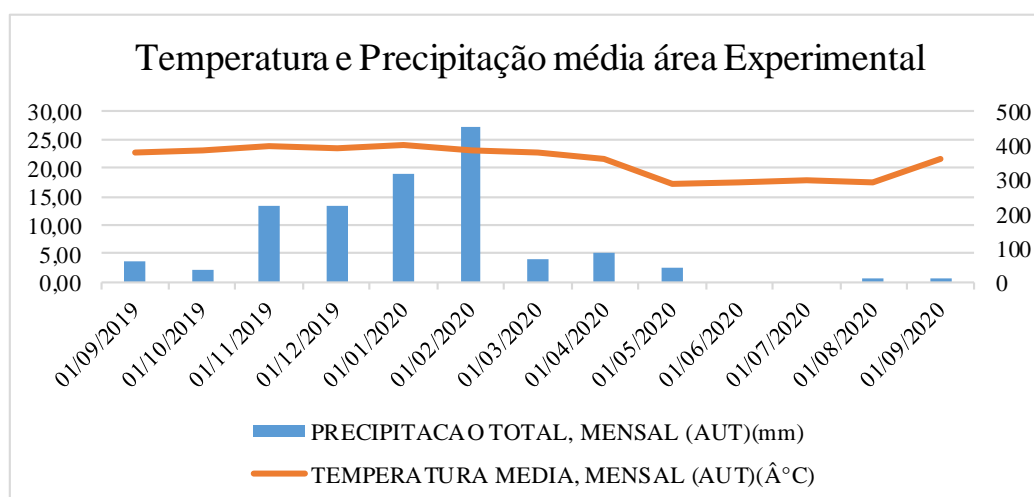
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e metodologia de condução

O trabalho foi implantado 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 1532,2 mm e temperatura média anual de 22,5 °C na safra 2020/21.

As temperaturas máxima e mínima durante o período de realização do experimento (safra 2020/21, bem como as precipitações pluviométricas médias, estão apresentadas na Figura 1. Sendo a cultura da cana-de-açúcar conduzida sob palhada em solos do tipo Latossolo 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 1 – Temperatura médias e precipitações pluviométricas período entre a colheita da safra 2019/20 a safra 2020/21



Fonte: INMET/BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação de Bambuí (2021).

Tabela 1 – Análise química do solo da área experimental, No momento da implantação do experimento , safra 2018/19. - Bambuí, MG<sup>1</sup>.

| <b>Prof.</b>       | <b>pH</b>         | <b>P (rem)</b>                  | <b>P (M-1)</b> | <b>K</b> | <b>Ca</b>                         | <b>Mg</b> | <b>Al</b> | <b>H+Al</b> | <b>SB</b> | <b>T</b> | <b>V</b> | <b>m</b> |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|----------|
| cm                 | CaCl <sub>2</sub> | ----- mg.dm <sup>-3</sup> ----- |                |          | ----- cmol.dm <sup>-3</sup> ----- |           |           |             | --- % --- |          |          |          |
| 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 <sup>1</sup> | 4,5               | 5,3                             | 0,5            | 80,0     | 1,11                              | 0,30      | 2,50      | 14,37       | 1,6       | 16,0     | 10,1     | 60,8     |

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

Os experimentos foram conduzidos 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.

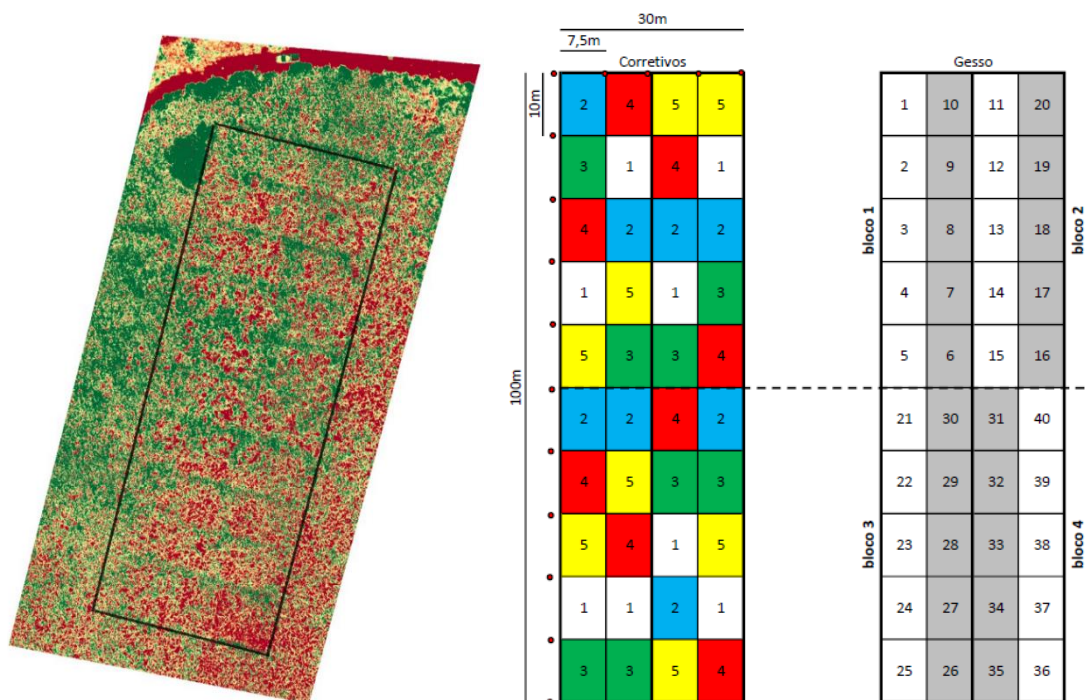
Tabela 2. Fontes de corretivos implementados no experimento.

| <b>Corretivo</b>         | <b>PRNT (%)</b> | <b>PN (%)</b> | <b>CaO (%)</b> | <b>MgO (%)</b> | <b>Ton/ha</b> |
|--------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| 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           |

As doses calculadas acima para cada corretivo foi baseada no método de SP para atingir 70% da saturação por bases.

As parcelas foram demarcadas de 75 m<sup>2</sup> (5 linhas espaçadas de 1,5 m e 10,0 m de comprimento), com área útil da parcela 36 m<sup>2</sup> considerando-se 3 linhas centrais (excluindo um metro de cada extremidade da parcela).

Figura 2. Representação das 40 parcelas do experimento.



Fonte: Do autor (2021). 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 calcário); Representação de cada parcela pelos números de 1 a 40, sendo em cinza a parcela com gesso e em branco sem gesso.

As doses de calcário foram calculadas para elevar a saturação de bases (V%) em 70% na camada de 0 – 20 cm. Para a gessagem, quando aplicada, foi fixada uma dose de 3 t.ha<sup>-1</sup> que foi calculada através teor de argila do solo ( $NG = 60 \times \text{argila} (\%)$ ). Os corretivos foram aplicados em uma única vez após a colheita (na linha) de forma manual (Figura 3).

Figura 3- Demostra a aplicação dos corretivos e gesso aplicados na cultura.



Fonte: Do autor (2020).

Na área do experimento foi utilizada a cultivar de cana-de-açúcar CTC 2, no sétimo corte (7C). A realização do manejo de pragas, doenças, plantas daninhas e adubação foi de acordo com as normas presentes na usina.

### 3.2 Avaliação da produtividade e componentes tecnológicos

A análise da produtividade foi realizada no dia 24 de setembro de 2020 e a aplicação dos corretivos e condicionador de solos foram realizados no dia 11 de dezembro de 2018, portanto as avaliações representam o efeito residual dos tratamentos, após dois cortes. A produção de colmos por hectare (TCH) foi determinada contando-se o número de colmos da área útil da parcela, cortando-se dez colmos industrializáveis por parcela, sendo 3 pontos por parcela, pesando-se e calculando-se a produtividade em tonelada de cana por hectare (Figura 4).

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 colmos<sup>-1</sup>), pureza (%) cana e TAH (tonelada de açúcar.ha<sup>-1</sup>).

Figura 4 - Pesagem dos colmos para cálculo de produtividade.



Fonte: Do autor (2020).

### 3.3 Análises estatísticas

Os resultados para os atributos avaliados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, a partir das médias obtidas utilizou-se o teste Scott-Knott, com significância a 10%. Todos os cálculos foram efetuados utilizando-se o programa Sisvar® (FERREIRA Lavras: UFLA, 2010).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no exposto na Tabela 3, foram observadas diferenças significativas apenas entre corretivos, não existindo influência do gesso.

As alturas das plantas no momento da colheita, diferenciaram quanto ao uso dos corretivos, não existindo respostas, neste momento, da aplicação ou não do gesso. Os corretivos Cal Fértil HP, VP e VF foram os que apresentaram os melhores resultados, não diferindo estatisticamente entre si e atingindo alturas acima de 228 cm. O tratamento controle e o Calcário Itaú Dolomítico apresentaram valores estatisticamente iguais, e inferiores aos demais nessa colheita (Tabela 3).

Tabela 3. Altura de plantas (cm) no momento da colheita em decorrência das aplicações dos corretivos e gesso. Bambuí, MG. 2020.

| <b>Corretivos</b>        | <b>Média</b>         |
|--------------------------|----------------------|
| Sem calcário             | 219,0 b <sup>1</sup> |
| Calcário Itaú Dolomítico | 213,8 b              |
| Cal Fértil HP – ITM      | 228,9 a              |
| Cal Fértil VP – ITP      | 228,6 a              |
| Cal Fértil VF – LAV      | 242,6 a              |
| <b>Gesso</b>             |                      |
| Sem                      | 225,8 a              |
| Com                      | 227,4 a              |
| <b>Média Geral</b>       | 226,6                |
| <b>C.V 1 (%)</b>         | 11,9                 |
| <b>C.V 2 (%)</b>         | 7,7                  |

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

Fonte: Do Autor (2021)

Para os caracteres de produção e componentes tecnológicos da cana-de-açúcar, não houve diferenças significativas para interação corretivos × gesso. Apenas de forma isolada para esses fatores (Tabela 4).

Tabela 4. Médias dos atributos tecnológicos e de produção da cana soca, em função da aplicação de corretivos e gesso (Bambu, MG, 2020).

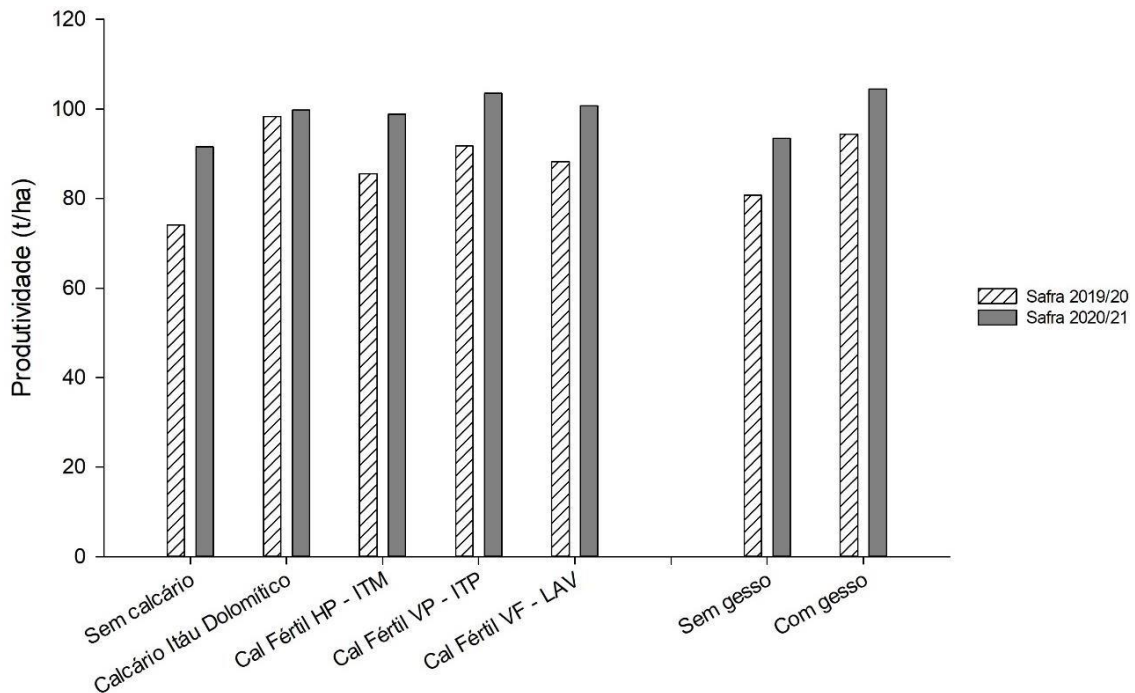
| <b>Corretivos</b>            | <b>NCM</b>          | <b>TCH</b> | <b>BRIX (%)</b> | <b>AR (%)</b> | <b>ATR (kg açúcar /T colmos)</b> | <b>TAH</b> |
|------------------------------|---------------------|------------|-----------------|---------------|----------------------------------|------------|
| 1 – Sem calcário             | 13,3 a <sup>1</sup> | 91,6 a     | 23,4 a          | 0,57 a        | 174,6 b                          | 16,1 a     |
| 2 – Calcário Itáu Dolomítico | 13,5 a              | 99,8 a     | 23,1 a          | 0,55 a        | 173,4 b                          | 18,0 a     |
| 3 – Cal Fértil HP – ITM      | 12,8 a              | 98,8 a     | 23,2 a          | 0,52 b        | 175,6 b                          | 16,6 a     |
| 4 - Cal Fértil VP – ITP      | 13,4 a              | 103,5 a    | 23,5 a          | 0,52 b        | 178,7 a                          | 18,1 a     |
| 5 - Cal Fértil VF – LAV      | 13,8 a              | 100,7 a    | 23,3 a          | 0,49 b        | 180,0 a                          | 17,6 a     |
| <b>Gesso</b>                 |                     |            |                 |               |                                  |            |
| Sem                          | 13,4 a              | 93,4 b     | 23,2 a          | 0,53 a        | 175,0 a                          | 16,1 b     |
| Com                          | 13,4 a              | 104,4 a    | 23,4 a          | 0,53 a        | 177,9 a                          | 18,5 a     |
| C.V. 1 (%)                   | 2,2                 | 13,8       | 1,2             | 2,74          | 2,2                              | 10,9       |
| C.V. 1 (%)                   | 13,9                | 15,1       | 1,4             | 8,55          | 2,5                              | 16,9       |
| Média Geral                  | 13,4                | 98,9       | 23,3            | 0,53          | 176,5                            | 17,3       |

<sup>1</sup> médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. NCM = número de colmos.m<sup>-1</sup>; TCH = tonelada de colmos por hectare; Brix = teor de sólidos solúveis; Pol = percentagem aparente de sacarose no caldo; AR = açúcares redutores; ATR = rendimento de açúcar t<sup>-1</sup> decana.; TAH = tonelada de açúcar ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Do Autor (2021)

Com relação aos caracteres de produção, não houve diferenças para o número de colmos por metro, ao analisar a produtividade de colmos (TCH), não foram observadas diferenças significativas relativas aos corretivos. Mas sim, foram observadas diferenças baseadas na presença de gesso, sendo que os tratamentos que receberam o condicionador apresentaram média significativamente superior, sendo 104,4 toneladas sob gesso, contra 93,4 toneladas do controle, diferença de 11,8% (Tabela 4).

Figura 4. Médias das produtividades (TCH) da cana soca, em função da aplicação de corretivos e gesso, nos anos safras (Bambu, MG, 2020).



Como pode ser observado na figura 4 os resultados de produtividade foram iguais entre si para os corretivos, mas ainda superior aos da safra passada, que é um resultado muito interessante pois pode influenciar na longevidade de produção do canavial.

Não foram observadas diferenças significativas para o teor de sólidos solúveis (BRIX) tanto quando da aplicação dos corretivos, quanto da presença ou ausência de gesso. A porcentagem dos açúcares redutores (AR) variou baseada nos corretivos, sendo que os maiores e significativos valores foram observados para o tratamento controle e Calcário Itaú Dolomítico. Os demais aparecem em seguida, não diferindo entre si (Tabela 4).

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.



O rendimento de açúcar por tonelada (ATR) também apresentou diferenças sob aplicação de corretivos. Destaque para Cal Fértil VP e VF, estatisticamente superiores aos demais com médias de 178,7 e 180,0 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

Houve diferença para toneladas de açúcar por hectare (TAH) quando da aplicação do gesso, com valores de 18,5 toneladas com gesso, ante 16,1 sem o mesmo (Tabela 4). Média de 14,9% superior em relação às parcelas que não receberam o condicionador.

As diferenças que se apresentaram corroboram a necessidade de continuidade das avaliações ao longo do tempo, pois, tratando-se de uma cultura semi-perene, é fundamental conhecer seu comportamento e desenvolvimento diante das condições a que estão impostas.

## **5 CONCLUSÃO**

O efeito residual, no segundo corte após a instalação do experimento, não resultou em diferenças dos corretivos de solo na produtividade.

Houve diferença significativa para toneladas de açúcar por hectare (TAH) quando aplicado o gesso, com valor médio de 18,5 toneladas, contra 16,1 sem a aplicação do mesmo. Mostrando a importância do uso deste.

## 6 REFERÊNCIAS

- 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 Agrônômica**, n. 16. 1988.
- BLANKENAU, K. Cálcio nos solos e nas plantas. **Informações Agrônômicas**, n. 117, p. 17-19. 2007.
- CONAB. **Consulta Levantamento da Safra 2020/21**.( Acesso em: 20 de abril de 2021). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

NUERNBERG, N. J.; RECH, T. D.; BASSO, C. **Boletim Técnico Nº 122 - Usos do gesso agrícola**. 2. ed. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), 2005.

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.

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

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, F. C.; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília: Embrapa, 2015.

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.

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.