

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FABIANO DA SILVA BRITO

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO, QUALIDADE DO CALDO E PRODUÇÃO DE
AÇÚCAR PELAS VARIEDADES DE CANA RB867515 E RB92579**

RIO LARGO
ALAGOAS - BRASIL

2018

FABIANO DA SILVA BRITO

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO, QUALIDADE DO CALDO E PRODUÇÃO DE
AÇÚCAR PELAS VARIEDADES DE CANA RB867515 E RB92579**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro
de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade
Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

RIO LARGO

ALAGOAS – BRASIL

2018

Catálogo na fonte

Universidade Federal de Alagoas

Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias

Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

B862a Brito, Fabiano da Silva

Adubação com magnésio, qualidade do caldo e produção de açúcar pelas variedades de cana RB867515 e RB92579 / Fabiano da Silva Brito – 2018.

34 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Cana-planta 2. Nutrição mineral 3. Sistema de produção

I. Título

CDU: 633.61

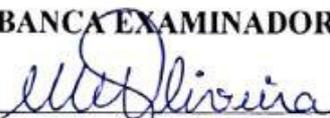
Folha de Aprovação

FABIANO DA SILVA BRITO

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO, QUALIDADE DO CALDO E PRODUÇÃO DE
AÇÚCAR PELAS VARIEDADES DE CANA RB867515 E RB92579**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro
de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade
Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e
aprovação em 28 de maio de 2018.

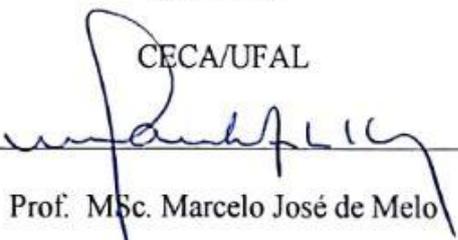
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Orientador

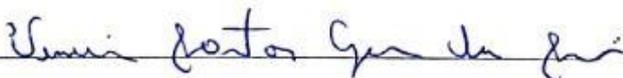
CECA/UFAL



Prof. MSc. Marcelo José de Melo

Membro Titular da Banca

CECA/UFAL



Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva

Membro Titular da Banca

CECA/UFAL



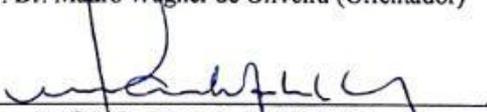
ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 28 (vinte e oito) dias do mês de Maio do ano de 2018, às 9h00min (nove) horas, sob a Presidência do Professor Dr. **Mauro Wagner de Oliveira**, em sessão pública na sala do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias, km 85 da BR 104 Norte, Rio Largo-AL, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO, QUALIDADE DO CALDO E PRODUÇÃO DE AÇÚCAR PELAS VARIEDADES DE CANA RB867515 E RB92579" do aluno **Fabiano da Silva Brito**, sob matrícula 13210216, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Prof^o. Dr. **Mauro Wagner de Oliveira**, CECA/UFAL (orientador); Prof^o MSc. Marcelo José de Melo, CECA/UFAL e ao Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva, CECA/UFAL. Iniciados os trabalhos, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para a arguição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira, nota 9,0 (nove virgula zero), Prof^o MSc. Marcelo José de Melo, nota 9,0 (nove virgula zero) e Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva, nota 9,0 (nove virgula zero). Apuradas as notas, o candidato foi considerado **APROVADO**, com média geral **9,0 (nove virgula zero)**. Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo de máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data, para entregar a Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso, devidamente protocolada, da versão definitiva do trabalho defendido, em 4 (quatro) vias, impressas e encadernadas e uma cópia digitalizada em CD com as correções sugeridas pela Banca, sem o que esta avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo coordenador (a) do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e pelo coordenador (a) do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo/AL, 28 de Maio de 2018.

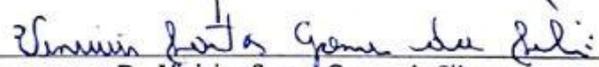
1º Examinador


Prof^o. Dr. Mauro Wagner de Oliveira (Orientador)

2º Examinador

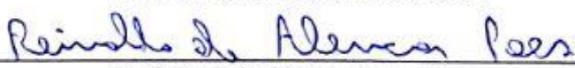

Prof^o MSc. Marcelo José de Melo

3º Examinador


Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva

Prof. Reinaldo de Alencar F
Coordenador do TCC
de Agronomia

Coordenador do TCC


Prof^o Dr. Reinaldo de Alencar Paes

Coordenador do Curso de Agronomia


Prof^o Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento

Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento
Coordenador de Agronomia - CECA/UFAL
Mat. SIAPE 2700913

DEDICATÓRIA

A Deus e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o qual me deu forças para suportar e superar todas as dificuldades enfrentadas na longa jornada de graduação, assim como me capacitou a desenvolver todos os trabalhos.

Aos meus pais Antônio Luciano Correia de Brito e Fátima Maria da Silva Brito, os principais incentivadores do meu estudo, me apoiaram e reconheceram meus esforços, dedicaram-se com cuidado e carinho em toda minha vida.

Aos meus irmãos Fabio Luciano e Flavio Emanuel que sempre me apoiaram e reconheceram meus esforços.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira, pelo suporte que me deu, paciência, ensinamentos, incentivos essenciais e por aceitar o convite para me orientar.

Aos componentes da banca examinadora, Prof. MSc. Marcelo José de Melo e Dr. Vinicius Santos Gomes da Silva pelos elogios, críticas e sugestões que contribuíram para a melhoria do meu trabalho.

A Universidade Federal de Alagoas e aos docentes que se fizeram presente na minha formação, bem como cada funcionário desta.

E a todos que direto e indiretamente fizeram parte da minha formação.

O meu muito obrigado.

RESUMO

BRITO, Fabiano Silva. **Estado adubação com magnésio, qualidade do caldo e produção de açúcar pelas variedades de cana RB867515 e RB92579**. Rio Largo: CECA – UFAL, 2018. (Trabalho de Conclusão de Curso).

Tem havido questionamentos quanto ao nível crítico do magnésio no solo, sendo que alguns autores citam que a faixa de suficiência deve estar entre 0,4 a 0,5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Assim, o presente trabalho foi avaliado o estado nutricional, a qualidade do caldo e a produção de açúcar das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função de doses de magnésio aplicado no fundo do sulco de plantio. O estudo, instalado em solo com teor de Mg igual a 0,61 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. O estudo foi um fatorial 2 x 5: duas variedades de cana-de-açúcar: RB867515 e RB92579 e, cinco doses de magnésio: zero, 60, 120, 180 e 240 kg por hectare, utilizando como fonte de Mg, o óxido de magnésio comercial. As parcelas foram constituídas de sete sulcos de cinco metros de comprimentos com 1,0 metro de espaçamento. Todas as parcelas receberam adubação fosfatada e potássica na dose de 100 kg de fósforo e 150 kg de potássio por hectare, não havendo adubação nitrogenada. Na fase de crescimento máximo da cana-de-açúcar foi avaliado o estado nutricional da cana-de-açúcar. Cerca de um ano após o plantio, quando a cana estava madura, foi colhida a cana-planta, para a avaliação da qualidade do caldo e a produção de açúcar das variedades. Os valores médios dos teores foliares de nutrientes bem com os da qualidade do caldo e da produção de colmos industrializáveis e de açúcares foram submetidos à análise de variância. Não houve efeito da adubação com magnésio em nenhuma das variáveis analisadas. Em relação aos teores de nutrientes na folha +3 constatou-se deficiência nutricional apenas potássio, cobre e manganês. Houve efeito varietal para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco. A RB867515 teve maior teor foliar para os nutrientes Mg, S, Mn e Zn, para os demais citados anteriormente os teores foliares da RB92579 foram maiores que os da RB867515. Houve diferença entre as variedades quanto à produção de colmos industrializáveis e de açúcares: a RB92579 teve produtividade média de colmos industrializáveis e de açúcares, respectivamente de 96,0 e 13,7 toneladas por hectare, superando a RB867515 em cerca de 10%. A pureza do caldo da RB92579 foi de 86%, apenas 1,87% maior que o da RB867515, mas com efeito significativo. Os resultados desse estudo confirmam relatos de outros pesquisadores que relatam teores de Mg da ordem de 0,50 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ são suficientes para uma adequada nutrição da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: cana-planta, nutrição mineral, Sistema de produção.

ABSTRACT

BRITO, Fabiano Silva. **Fertilization with magnesium, broth quality and sugar production by sugarcane varieties RB867515 and RB92579**. Rio Largo: CECA – UFAL, 2018. (Completion of course work).

There have been questions about the critical level of magnesium in the soil and some authors mention that the sufficiency range should be between 0.4 and 0.5 cmolc dm^{-3} . Thus, the present study evaluated the nutritional status, broth quality and sugar production of sugarcane varieties RB867515 and RB92579, in the cane-plant cycle, as a function of doses of magnesium applied at the bottom of the groove of planting. The study was implemented in a soil with Mg content equal to 0.61 cmolc dm^{-3} and was conducted in a randomized complete block design with four replicates. The study was a 2x5 factorial: two varieties of sugarcane: RB867515 and RB92579, and five doses of magnesium: zero, 60, 120, 180 and 240kg per hectare, using Mg as the source of magnesium oxide commercial. The plots were constituted of seven furrows of five meters lengths with 1.0 meter of spacing. All plots received phosphate and potassium fertilization at the dose of 100kg of phosphorus and 150kg of potassium per hectare, without nitrogen fertilization. In the maximum growth phase, the nutritional status of sugarcane was evaluated. One year after planting, when the sugar cane as ripe, the cane-plant was harvested for the quality evaluation of the broth and sugar production of the varieties. The mean values of nutrient leaf contents as well as those of broth quality and the production of industrializable stalks and sugars were submitted to analysis of variance. There was no effect of magnesium fertilization on any of the analyzed variables. In relation to the nutrient content in leaf +3 nutritional deficiency was observed only potassium, copper and manganese. There was a varietal effect for the nitrogen, phosphorus, magnesium, sulfur, manganese and zinc leaf contents. The RB867515 had a higher leaf content for the nutrients Mg, S, Mn and Zn, for the others mentioned previously the leaf contents of RB92579 were larger than those of RB867515. There was a difference between the varieties in the production of industrializable stalks and sugars: RB92579 had average yield of industrializable stalks and sugars, respectively, of 96 and 13.7tons per hectare, surpassing RB867515 about 10%. The purity of the broth of RB92579 was 86%, only 1.86% greater than that of RB867515 but with significant effect. The results of this study confirm reports of other researchers reporting Mg contents of the order of 0.50 cmolc dm^{-3} are sufficient for an adequate nutrition of sugarcane.

Key-words: cane-plant, mineral nutrition, production system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização geográfica do município de Anadia - AL, local de condução do estudo	18
Figura 2 a 5: Método de coleta das folhas +3	20
Figura 6: Valores médios de macro e micronutrientes no terço médio da RB867515 e da RB92579, comparativamente aos valores da literatura nacional, considerados como mínimo e máximo.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Faixas de concentração de nutrientes no terço médio da folha +2, ou +3, consideradas adequadas.....	16
Tabela 2: Resultados analíticos de amostras de solo da área do estudo, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, coletadas um mês antes da implantação do estudo.....	19
Tabela 3: Quadrados médios da análise de variância para os teores de nutrientes no limbo da folha +3 (Estado nutricional) da RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função da adubação com óxido de magnésio.....	23
Tabela 4: Quadrados médios da análise de variância para produção de colmos industrializáveis (TCH), fibra dos colmos (Fibra), pureza do caldo (Pureza), sacarose aparente no caldo (sacarose aparente), produção de açúcares por tonelada de colmos industrializáveis (ATR) e produção de açúcares por hectare, da RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função da adubação com óxido de magnésio.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Avaliação da fertilidade do solo e disponibilidade de nutrientes.....	13
2.2 Cálcio, magnésio e potássio no solo e a nutrição das plantas.....	14
2.3 Faixas de suficiência de magnésio no solo.....	15
2.4 Avaliação do estado nutricional.....	16
2.5 Qualidade industrial da cana-de-açúcar.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Estado nutricional das plantas.....	22
4.2 Qualidade do caldo e produção de açúcar.....	26
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é cultivada em todas as regiões do Brasil, tendo portanto grande importância socioeconômica e ambiental para o país, pois emprega grande número de pessoas de diferentes classes sociais (OLIVEIRA et al., 2007; RAPASSI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2018b) e contribui para a mitigação dos gases do efeito estufa, devido à elevada taxa de fixação do CO₂ atmosférico pela fotossíntese, por período prolongado de tempo (CALHEIROS et al., 2012; SILVA, 2013).

A cana-de-açúcar produzida nas grandes propriedades é destinada principalmente a produção de açúcar e álcool, mas nas pequenas e médias propriedades, esta cultura é também empregada na alimentação animal, de ruminantes e de monogástricos, principalmente quando há aumento do preço do milho, comparativamente ao valor de venda dos animais (OLIVEIRA et al. 2007; CALHEIROS et al., 2012; SILVA et al., 2018). Outra utilidade da cana-de-açúcar nessas pequenas e médias propriedades é fabricação de rapadura, açúcar-mascavo e cachaça (ANDRADE, 2006). Em diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar, empregam-se diversas tecnologias para aumentar a eficiência dos insumos, diminuir os custos de produção e elevar a produtividade da terra e da mão de obra, visando garantir a sustentabilidade da cultura (BENEDINI, 2006; RAPASSI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; RAIJ, 2011).

A cana-de-açúcar, por produzir grande quantidade de massa, extrai e acumula, conseqüentemente, grande quantidade de nutrientes do solo. Para uma produção de 120 toneladas de matéria natural por hectare, cerca de 100 t de colmos industrializáveis, o acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta é da ordem de 150, 40, 180, 90, 50 e 40 kg de N, P, K, Ca, Mg e enxofre, respectivamente. No caso dos micronutrientes ferro, manganês, zinco, cobre e boro, os acúmulos na biomassa da parte aérea, também para uma produção de 120 t, são por volta de 8,0; 3,0; 0,6; 0,4; e 0,3 kg, respectivamente. Por isto deve-se estar atento à disponibilidade dos nutrientes no solo, adotando-se práticas agrícolas que mantenham ou elevem a fertilidade (MORELLI, et al., 1987; DEMATTÊ, 2005; MENDES., 2006; OLIVEIRA et al, 2007).

A disponibilidade dos elementos no solo, e a conseqüentemente nutrição mineral da planta, influenciam no metabolismo da cana-de-açúcar, refletindo na produtividade da lavoura. Para o magnésio tem havido questionamentos quanto ao nível crítico desse elemento no solo, sendo que para alguns autores a faixa de suficiência seria entre 0,40 a 0,50 cmol_c dm⁻³ (DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al, 2007; RAIJ, 2011). Assim, no presente trabalho foi avaliado o estado nutricional, a qualidade do caldo e a produção de açúcar das variedades de

cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função de doses de magnésio aplicado no fundo do sulco de plantio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é uma das mais tecnificadas do mundo e, esses avanços tecnológicos são resultados de pesquisas conduzidas nas universidades brasileiras, nos centros de pesquisas e nas unidades sucroalcooleiras. Dentre essas tecnologias pode-se citar a geoestatística aplicada à amostragem de solos, plantas e produtividade da lavoura (OLIVEIRA et al., 2018); o uso de corretivos de acidez de solo e gesso para a aumentar a disponibilidade de cálcio e magnésio no solo e neutralizar o alumínio tóxico da subsuperfície (MORRELI et al., 1992; OLIVEIRA et al., 2007), o plantio de variedades de cana mais adaptadas a determinado ambiente de produção (SILVEIRA et al., 2007; DEMATTÊ e DEMATTÊ, 2009; SILVA, 2013), a aplicação de herbicidas mais eficiente e menos tóxico à cultura e ao meio ambiente (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998; PROCÓPIO et al., 2003), a adubação orgânica com leguminosas durante a reforma do canavial (DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2018b), a utilização de fontes alternativas de fertilizantes (ORLANDO FILHO, 1983; ANDRADE, 2006), o emprego de técnicas analíticas refinadas para avaliar a qualidade do caldo da cana e o aprimoramento de tecnologias ligadas à fermentação e produção de açúcar (FERNANDES, 2000; CTC, 2005).

2.1 Avaliação da fertilidade do solo e disponibilidade de nutrientes

A cana-de-açúcar é uma cultura de elevado potencial produtivo, que consequentemente extrai e remove grandes quantidades de nutrientes do solo (ORLANDO FILHO, 1983; DEMATTÊ, 2005). Deve-se conhecer, portanto, a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo para, se necessário, complementá-la com adubações e, se constatada a presença de elementos em níveis tóxicos, reduzir sua concentração pela calagem e gessagem (MORRELI et al., 1987; CALHEIROS et al., 2012). Normalmente, se avaliam a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos em níveis tóxicos no solo pela análise química da camada arável, sendo também de grande valia o histórico da área, sobretudo as adubações realizadas e se houve ou não ocorrência de sintomas de deficiência ou de toxidez nos cultivos anteriores (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2018b).

Usualmente, coletam-se amostras de solo das camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade. Os resultados da análise da camada de 0 a 20 cm serão utilizados para calcular a adubação e a calagem e os da camada de 20 a 40 cm, para os cálculos da necessidade de gessagem (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011). Em grandes áreas tem-se utilizado a

amostragem do solo em grade. Essa técnica consiste na coleta de amostras de solo georeferenciadas, e, devido a esse georeferenciamento, é possível mensurar a variabilidade dos teores de nutrientes no solo e aplicar os corretivos de acidez e adubos à taxas variáveis (MACHADO et al., 2007; ZANÃO JÚNIOR, 2007).

No sistema tradicional de coleta, para obtenção de uma amostra composta, devem-se tomar entre 10 e 30 amostras simples, números esses dependentes do tamanho da área e de sua homogeneidade; em média, coletam-se cinco amostras simples por hectare. Após a secagem, ao ar, da amostra composta, retiram-se cerca de 500 g de terra para, depois de acondicionados em recipiente devidamente identificado, serem enviados ao laboratório de análise química (OLIVEIRA et al., 2018b). No Brasil, o potássio, o cálcio, o magnésio, o sódio e o alumínio são analisados quanto ao teor trocável e, mesmo havendo grande variação dos extratores químicos utilizados por diferentes laboratórios, a precisão e exatidão dessas análises são muito grandes (MACHADO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007).

2.2 Cálcio, magnésio e potássio no solo e a nutrição das plantas

Diversos processos fisiológicos das plantas são afetados pela disponibilidade de magnésio do solo, incluindo a absorção iônica, a fotossíntese, a respiração, o armazenamento e a transferência de energia, a síntese orgânica, o balanço eletrolítico e a estabilidade dos ribossomos (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007, RAIJ, 2011).

A disponibilidade de Mg para as plantas depende de vários fatores: distribuição e propriedades químicas do material de rocha de origem e seu grau de intemperismo, fatores climáticos e antrópicos específicos do local e, nos sistemas agrícolas, em alto grau nas práticas de manejo agrônomo estabelecidas, incluindo as espécies de culturas cultivadas e a rotação de culturas, o ciclo da cultura e as adubações orgânica e mineral (WEBER et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007; DEMATTÊ e DEMATTÊ, 2009; RAIJ, 2011).

No complexo de troca do solo (solução do solo e superfície dos coloides) o magnésio está na forma iônica, e seu raio hidratado é de 1,08 nm, maior que o do cálcio (0,96 nm) e que o do potássio (0,53 nm). A valência e o raio iônico hidratado são as propriedades relacionadas à dinâmica desses íons no solo, definindo a força de atração na superfície dos coloides com carga contrária (BENITES et al., 2010). Essa força de atração é crescente com a valência do íon; porém, quanto maior o raio iônico hidratado, menor é a força de adsorção e, portanto, maior a mobilidade no solo. Assim, o K^+ é mais móvel por ser monovalente, seguido do Mg^{2+} , por ter raio iônico hidratado maior do que o do Ca^{2+} . A movimentação do Ca^{2+} e do

Mg^{2+} do solo para as raízes das plantas ocorre pelo fluxo de massa. Enquanto na maioria dos solos tropicais a abundância natural desses nutrientes é na ordem decrescente: $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+$, essa relação se inverte no tecido vegetal, no qual as concentrações de potássio são superiores às de cálcio e magnésio (MALAVOLTA et al., 1997; BENITES et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2018b).

O potássio é o nutriente mais absorvido pela cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007; SILVA, 2013; SILVA et al., 2018) e deve-se, portanto, ter atenção às quantidades removidas quando da colheita da cana-de-açúcar para não empobrecer o solo nesse elemento. Benites et al. (2010) citam que embora sejam vizinhos próximos na tabela periódica, o cálcio, o magnésio e o potássio têm funções distintas na planta. O potássio está relacionado à manutenção do equilíbrio osmótico na célula vegetal e ao processo de regulação das trocas gasosas e transpiração via estômatos; o cálcio está fortemente relacionado à integridade das membranas, paredes celulares e ao crescimento de raízes; e o magnésio é o componente central da clorofila, molécula fundamental para a fotossíntese. Além dessas funções, os três elementos são ativadores de muitas enzimas, algumas delas relacionadas à absorção de outros nutrientes, como o magnésio na ativação de enzimas relacionadas ao transporte do fósforo para dentro das células (MALAVOLTA et al., 1997; BENITES et al., 2010)

2.3 Faixas de suficiência de magnésio no solo

As faixas de suficiência ou nível crítico são as concentrações do nutriente no solo ou na planta, a partir da qual a probabilidade de resposta à aplicação do elemento é inferior a 10% (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007). OLIVEIRA (1993) em estudos conduzidos no Paraná constataram que para o milho teores de $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ seriam suficientes para uma adequada nutrição das plantas. Raij (2011) cita que para a cana-de-açúcar os teores médios de magnésio no solo para uma adequada nutrição da cana-de-açúcar devem estar entre $0,50$ a $0,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Benites et al. (2010) comentam que para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os teores de magnésio no solo para uma adequada nutrição das plantas, obtidos por pesquisadores daqueles estados, devem estar entre $0,60$ a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Ainda com bases em Benites et al. (2010) as faixas de valores dentro de uma mesma classe estão associadas, possivelmente, a diferenças na exigência das diversas culturas dentro dos sistemas de produção e ao teor de argila do solo. Solos arenosos dificilmente terão teor de magnésio acima de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e, embora algumas culturas sejam mais exigentes quanto ao teor de magnésio trocável no solo, como o algodoeiro, para a maioria das culturas,

um teor de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ seria suficiente, a não ser que ocorram interações com outros cátions que dificultem a sua absorção pela planta (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011)

2.4 Avaliação do estado nutricional

Nos estudos de adubação ou de outras práticas agrícolas na cultura da cana-de-açúcar é recomendável avaliar a influência dessas práticas sobre o estado nutricional das plantas. A análise química das folhas da cana-de-açúcar é mais uma forma de avaliar o estado nutricional das lavouras. A preferência pelas folhas deve-se ao fato delas serem a parte da planta que, de um modo geral, refletem melhor as variações no suprimento de nutrientes, tanto do solo quanto das adubações (OLIVEIRA et al., 2018b). Em cana-de-açúcar tem sido recomendado coletar as folhas +2 ou +3. A folha +1 é, no sentido descendente do caule, a primeira que apresenta a lígula (região de inserção da bainha foliar no colmo) totalmente visível. Para a análise química utiliza-se o terço mediano da folha +2 ou +3, excluída a nervura central (MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011) Na tabela 1 estão citadas as faixas de concentrações de nutrientes, consideradas adequadas, conforme citação de pesquisadores brasileiros (OLIVEIRA et al., 2007).

Tabela 1 - Faixas de concentração de nutrientes no terço médio da folha +2, ou +3, consideradas adequadas.

Autores	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹						
Malavolta et al. (1989)*	19-21	2,0-2,4	11-13	8,0-10	2,0-3,0	2,5-3,0
Malavolta et al. (1989)**	20-22	1,8-2,0	13-15	5,0-7,0	2,0-2,5	2,5-3,0
Raij et al. (1996)	18-25	1,5-3,0	10-16	2,0-8,0	1,0-3,0	1,5-3,0
Orlando Filho (1983)	16 - 26	2,0-3,5	6 -14	4,3-7,6	1,1-3,6	1,3-2,8

Autores	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg kg ⁻¹					
Malavolta et al. (1989)*	15-50	8-10	200-500	100-250	0,15-0,30	25-50
Malavolta et al. (1989)**	-----	8-10	80-150	50-125	-----	25-30
Raij et al. (1996)	10-30	6-15	40-250	25-250	0,05-0,20	10-50
Orlando Filho (1983)	6-29	9-17	76-392	73-249	-----	-----

* e **: Faixas de concentração para a cana-planta e rebrotas, respectivamente.

As amostras do terço mediano devem ser primeiramente lavadas em água corrente limpa e, posteriormente em água destilada. Quando a cana tiver recebido alguma pulverização foliar, após a coleta e depois da lavagem em água corrente, as folhas +3 devem ser imersas e

suavemente agitadas em solução de HCl 1,0 mol/L por um minuto, visando remover os sais que estiverem aderidos superficialmente à folhagem. A seguir o material deve ser seco a 65°C até peso constante, caso não seja possível esta secagem, deve-se enviar rapidamente as amostras para o laboratório onde serão analisadas (OLIVEIRA et al., 2007).

2.5 Qualidade industrial da cana-de-açúcar

A produtividade de açúcares pela cana-de-açúcar é o resultado da produtividade de colmos industrializáveis e dos teores de sólidos solúveis e sacarose nesses colmos. Os teores de sólidos solúveis, sacarose e açúcares redutores no caldo da cana, além da fibra, são de grande importância para a agroindústria canavieira visando obter a máxima produtividade e redução de custos. Assim, à semelhança do citado para o estado nutricional das plantas, nos estudos de adubação ou de outras práticas agrícolas na cultura da cana-de-açúcar quantifica-se a produção de colmos industrializáveis e a qualidade desses colmos, adotando-se procedimentos descritos na literatura (FERNANDES, 2000; OLIVEIRA et al., 2014; SILVA et al., 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em campo, no município de Anadia – AL, com as coordenadas geográficas: Latitude 9°41'04" S e Longitude 36°18'15" W. O solo da área experimental foi classificado como um ARGISSOLO AMARELO Coeso latossólico textura média/argilosa. Esse solo provém do grupo das barreiras, cuja fração areia é constituída principalmente por quartzo e na fração argila predomina a caulinita, com baixos teores de óxido de ferro. O relevo da região é plano e suave ondulado, que é característico da unidade geomórfica dos tabuleiros costeiros (EMBRAPA, 2014).

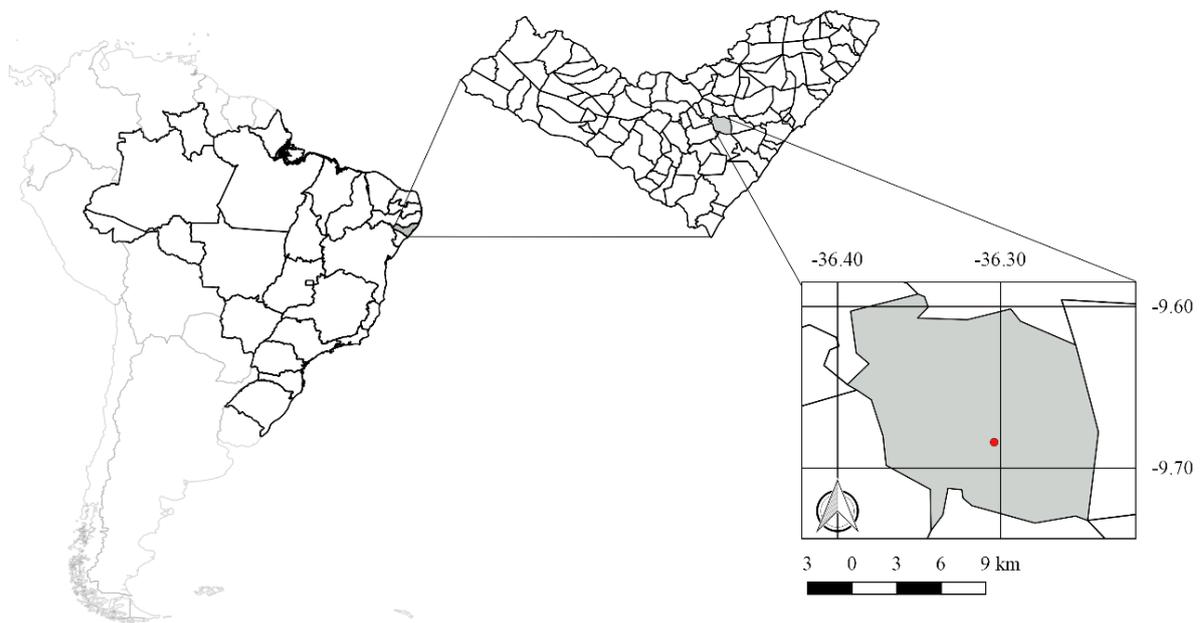


Figura 1 - Localização do município de Anadia, agreste Alagoano, onde foi conduzido o estudo de doses de MgO na cana-planta.

O estudo, instalado em solo com teor de Mg igual a $0,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0 a 20 cm (Tabela 2), foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. O estudo foi um fatorial 2 x 5: duas variedades de cana-de-açúcar: RB867515 e RB92579 e, cinco doses de magnésio: zero, 60, 120, 180 e 240 kg por hectare, utilizando como fonte de Mg o óxido de magnésio comercial. Foram escolhidas as variedades RB867515 e RB92579 por serem as mais plantadas na região, são rústicas e muito produtivas (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA, 2013). As parcelas foram constituídas de sete sulcos de cinco metros de comprimentos com 1,0 metro de espaçamento. A adubação química na dose de 100 e 150 kg ha⁻¹ de P e K respectivamente foi aplicada no fundo do sulco de plantio. A densidade de plantio oscilou em torno de 15 a 18 gemas por metro de sulco, gastando-se em

média 12 a 15 t de mudas por hectare, seguindo o sistema adotado na região (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA, 2013)

Tabela 2 - Resultados analíticos de amostras de solo da área do estudo, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, coletadas um mês antes da implantação do estudo.

Camada	pH em H ₂ O	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H + Al cmol _c /dm ³	SB	CTC (t)	CTC (T)	V %	m
0 a 20 cm	5,5	12	69	2,3	0,61	0,0	3,51	3,09	3,09	6,60	46,79	0,00
20 a 40 cm	4,7	10	32	1,6	0,35	0,3	3,47	2,03	2,35	5,50	36,93	13,61

pH em H₂O (Relação 1:2,5). P e K: Extrator Mehlich. Ca, Mg e Al: Extrator KCl. H+Al: Extrator Acetato de Cálcio.

Na região é usual a aplicação de inseticida sobre os toletes recém-cortados, visando controlar os cupins, que minam os toletes, matando as mudas de cana. O inseticida Fipronil (Regent 800 WG), na dose de 250 gramas do produto comercial por hectare, foi aplicado com pulverizador costal e posteriormente realizou-se a cobertura das mudas (toletes) com terra, em espessura que variou de 5 a 8 cm. Após o plantio, aplicou-se herbicida (Tebutiron) para o controle de plantas daninhas. A escolha do herbicida baseou no histórico da área e na ocorrência de plantas daninhas nos anos anteriores. No decorrer do ciclo da cultura realizou-se o controle biológico de pragas, e, para a broca da cana, usaram-se minipredadores, *Cotesia flavipes* (vespinha), que são produzidos em laboratórios e liberados na parte da manhã em pontos estratégicos do canavial (BENEDINI, 2006).

Em junho do ano subsequente ao plantio (fase de crescimento máximo da cana), foi realizada a coleta das folhas + 3 (Figuras 2 a 5), para avaliação do estado nutricional das plantas, seguindo-se métodos descritos por Malavolta et al. (1997), Oliveira et al. (2007), Raij (2011) e OLIVEIRA et al. (2018b). O limbo foliar foi analisado quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Os teores de nitrogênio foram obtidos pelo método de Kjeldahl, o fósforo e boro por espectrocolorimetria, potássio por fotometria de chama. O cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco, ferro foram determinados por meio da espectrofotometria de absorção atômica e, o enxofre por turbodimetria (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA e QUEIROZ, 2006).

No início de dezembro do ano subsequente ao plantio, ocasião em que a cana estava madura, foi realizada a colheita e avaliadas a produção de colmos industrializáveis e a qualidade do caldo. À semelhança da coleta da folha +3, as amostragens foram realizadas nos

três sulcos centrais da parcela. A cana foi cortada rente ao solo, pesada, despontada e despalhada, obtendo-se assim os colmos industrializáveis. Foram selecionados 10 colmos industrializáveis por parcela para a análise da qualidade industrial. Os colmos industrializáveis foram passados em picadeiras de forragem, homogeneizados e, uma subamostra de 500 gramas foi prensada a 250 kgf cm^{-2} , por um minuto (FERNANDES, 2000). No caldo obtido foram determinados os teores de sólidos solúveis (“Brix”), sacarose aparente (“POL”), pureza do caldo (“Pureza”), teor de sacarose aparente nos colmos (“PCC”) e Total de Açúcares Recuperáveis (“ATR”) seguindo-se métodos descritos por FERNANDES (2000) e OLIVEIRA et al. (2011).



Figura 2. Identificação das folhas



Figura 3. Coleta da folha +3



Figura 4. Lavagem com água



Figura 5. Corte do terço médio

Figuras 2 a 5 - Créditos: OLIVEIRA, M.W.

Os valores médios dos teores de nutrientes na folha +3, a produtividade de colmos industrializáveis, os teores de sólidos solúveis, de sacarose aparente, a pureza do caldo, os teor de sacarose aparente nos colmos e, o total de açúcares recuperáveis, em função da adubação com óxido de magnésio, foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os resultados do estado nutricional das plantas e, posteriormente os de produção de colmos industrializáveis, produção de açúcar, qualidade do caldo da RB867515 e RB92579, em função da adubação com óxido de magnésio.

4.1 Estado nutricional das plantas

Não houve efeito da adubação com MgO ou interação da adubação com MgO e variedade para os teores foliares de nenhum dos nutrientes analisados. Os resultados obtidos nesse estudo confirmam as observações de Oliveira (1993), Demattê (2005), Raij (2011) e OLIVEIRA et al. (2018b) que citam valores de magnésio no solo oscilando de 0,40 a 0,50 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ como nível crítico de magnésio no solo.

Verificou-se efeito varietal para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco (Tabela 3). Os coeficientes de variação para os teores foliares variaram bastante indo de apenas 3,78% (Nitrogênio) a 38,34 % (Cobre). Em estudos de variabilidade conduzidos em talhões de cana visualmente muito uniformes quanto ao desenvolvimento vegetativo, em Anadia, agreste alagoano, Oliveira et al (2011) e Oliveira et al. (2018) observaram que os maiores coeficientes de variações nos teores foliares foram para o cálcio (44,11%), seguidos do manganês (23,51%), cobre (23,00%) e ferro (22,90).

Essa variabilidade na planta deve estar refletindo a variabilidade desses elementos no solo. Concatenando as citações de Oliveira et al. (2007) com as de Oliveira et al. (2018b) pode-se constatar que nos estudos conduzidos por esses autores os teores de cobre foram muito baixos em todas as amostras analisadas, e isto repercutiu em alto coeficiente de variação, mesmo sendo a diferença entre o maior e o menor valor observado de apenas 0,30 mg dm^{-3} de solo. Zanão Júnior et al. (2007) em sua pesquisa de variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homoganeamente, constatou a alta variabilidade dos teores de cobre e manganês, em 80 amostras de solo coletadas em 373 hectares e, à semelhança do presente trabalho de Oliveira et al. (2018). Desta forma os baixos teores de Cu e Mn no solo tem contribuído para os altos coeficientes de variação observados nos teores foliares destes micronutrientes.

As plantas têm capacidade para compensar pequenas variações na aquisição de nutrientes, estocando nutrientes no vacúolo (MALAVOLTA et al., 1997; NOVAIS e SMITH, 1999; RAIJ, 2011), mas pelos resultados obtidos pode-se especular que houve grande variação desses nutrientes no solo ou diferenças entre os nutrientes quanto a homeostase.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância para os teores de nutrientes no limbo da folha +3 (Estado nutricional) da RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função da adubação com óxido de magnésio.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- Quadrado médio -----					
Variedade (V)	119,71***	0,1444***	1,1560 ns	0,0490 ns	10,712***	2,6010***
Dose de MgO (D)	1,27 ns	0,0175 ns	0,8860 ns	0,2068 ns	0,6002 ns	0,0103 ns
D x V	0,056 ns	0,0065 ns	1,1060 ns	0,0808 ns	0,1128 ns	0,0503 ns
Teor de nutriente	----- g kg⁻¹ -----					
RB867515	18,38 a	1,61 a	8,56 a	3,29 a	2,47 a	2,03 a
RB92579	21,84 b	1,73 b	8,90 a	3,36 a	1,43 b	1,52 b
Média Geral	20,11	1,67	8,73	3,32	1,95	1,78
C. V.(%)	3,78	13,54	8,41	8,67	10,3	9,21

Fonte de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- Quadrado médio -----				
Variedade (V)	0,8702 ns	5,625ns	140,62ns	864,90**	429,02***
Dose de MgO (D)	10,948ns	3,891ns	14,537ns	66,537ns	23,75ns
D x V	7,3115ns	3,287ns	177,31ns	103,96ns	49,15ns
Teor de nutriente	----- mg kg⁻¹ -----				
RB867515	11,29 a	4,95 a	41,45 a	33,10 a	39,40 a
RB92579	11,58 a	4,20 a	45,20 a	23,80 b	32,50 b
Média Geral	11,43	4,57	43,32	28,45	36,12
C. V. (%)	24,51	38,34	19,77	33,33	13,88

ns, ***, ** e *: não significativo e, significativo a 0,1; 1,0 e 5,0%, respectivamente, pelo teste F a 5,0%.

Alguns pesquisadores têm relatado que nos seus estudos geralmente a maior variabilidade de nutrientes no solo é a do fósforo, que se difunde a taxas muito pequenas no

solo (NOVAIS e SMITH, 1999; DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al., 2007). Nos estudos de Oliveira et al. (2011) em Anadia, observou que os maiores coeficientes de variação de nutrientes no solo foram para o fósforo, cobre e manganês, todos com valores maiores que 90%. Os coeficientes de variação para os teores de cálcio e magnésio no solo, extraídos com solução de KCl 1,0 mol/L, foram da ordem de 40%.

Tendência de maior variabilidade espacial dos teores de fósforo no solo também foi constatada nos estudos realizados por Salviano et al. (1998) em área severamente erodida do município de Piracicaba – SP e, sob cultivo de *Crotalaria juncea*. Esses autores verificaram que os coeficientes de variação dos teores de fósforo, magnésio e potássio foram, respectivamente, de 75, 54 e 52 %, de mesma ordem dos relatados por Machado et al. (2007) em trabalhos conduzidos em Uberlândia, MG, em um Latossolo Vermelho a Moderado, textura argilosa, com pontos amostrais distanciados 50 metros um do outro. Coeficientes de variação da ordem de 50% nos teores de fósforo no solo foram também relatados por Carvalho et al. (2003), em estudos conduzidos em solo Argissolo Vermelho –Amarelo eutrófico no município de Vitória Brasil, SP.

Na figura 6 é mostrado os valores médios de macro e micronutrientes no terço médio da RB867515 e da RB92579, comparativamente aos valores da literatura nacional, considerados como mínimo e máximo (ORLANDO FILHO,1983; MALAVOLTA et al.,1997; OLIVEIRA et al.,2007; RAIJ, 2011).

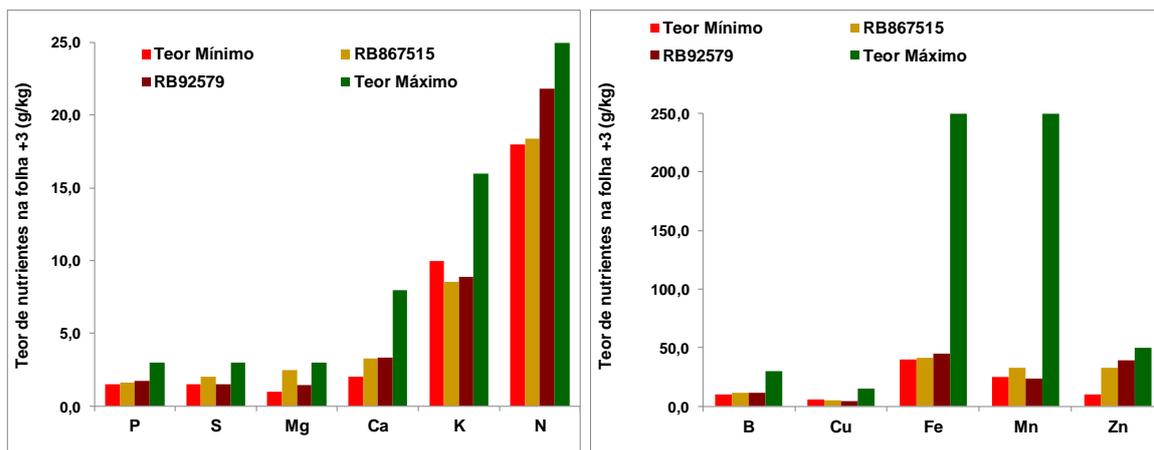


Figura 6 - Valores médios de macro e micronutrientes no terço médio da RB867515 e da RB92579, comparativamente aos valores da literatura nacional, considerados como mínimo e máximo.

Pela análise da figura 6 pode-se observar que tanto para a RB867515 quanto para a RB92579 os teores de fósforo no limbo da folha +3 foram muito próximos ao mínimo, que é de $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca de limbo foliar (ORLANDO FILHO,1983; MALAVOLTA et

al.,1997; OLIVEIRA et al.,2007; RAIJ, 2011). Em estudo conduzido na Usina Triunfo, com a RB867515 no ciclo de primeira rebrota, em solo com alto teor de P (valores médios de a 30 mg dm⁻³ de fósforo, extraído com Melhich), Oliveira et al. (2011) constataram teores foliares de P inferiores a 1,6 g kg⁻¹, caracterizando segundo Malavolta et al. (1997) e Orlando Filho (1983) suprimento inadequado desse elemento. Entretanto, a produtividade da RB867515 foi de 166 t de colmos por hectare. Ante a esse fato e a outras observações de canaviais de altas produtividades e com teores P na folha de inferiores a 2,0 g kg⁻¹, Oliveira et al. (2011) indagaram se os valores de referência de Malavolta et al. (1997) e Orlando Filho (1983) estariam adequados para a avaliação do estado nutricional dos canaviais de Alagoas.

Para o nitrogênio, a RB867515 também teve valores muito próximos ao limite de suficiência: 18,0 g kg⁻¹ de matéria seca de limbo foliar. Contudo, a maior deficiência para os macronutrientes foi observado para o potássio, uma vez que tanto a RB867515 quanto a RB92579 tiveram teores foliares inferiores a 10 g kg⁻¹ de matéria seca de limbo foliar. Em estudos conduzidos no nordeste de Minas Gerais -Sul da Bahia, Oliveira et al. (2014) compararam os teores de nutrientes das folhas +3 de três variedades e constataram que a RB867515 e a RB92579 quase atingiram o nível de suficiência para o N, enquanto para o potássio a RB867515 apresentou pequena deficiência. Por outro lado, a SP791011 tinha teores foliares adequados para N, P, K, Ca e Mg.

Em relação aos micronutrientes as concentrações foliares de B e Cu situaram-se muito próximos ou abaixo do mínimo, que são, respectivamente, 10 e 6 mg kg⁻¹, segundo autores brasileiros (ORLANDO FILHO,1983; RAIJ et al.,1996; MALAVOLTA et al., 1997 e, OLIVEIRA et al., 2007). Para o boro não houve efeito varietal e o valor médio foi, respectivamente, de 11,0 mg kg⁻¹. O efeito varietal para a concentração foliar de Mn foi significativo a 1,0%, tendo a RB92579 apresentado concentração média de 23,8 mg kg⁻¹, enquanto para a RB867515 esse teor foi de 33,1 mg kg⁻¹. Assim, nesse ambiente edafoclimático a RB92579 teve cerca de 70% da concentração foliar de Mn da RB867515. Contudo, o cobre constituiu a maior limitação nutricional, uma vez que o valor médio dos teores foliares desse nutriente, nas duas variedades de cana, 4,50 mg kg⁻¹, foi 75% do valor mínimo. A constatação de grande deficiência de cobre reforça os resultados obtidos em outros estudos conduzidos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA- UFAL) e no nordeste de Minas Gerais, sul da Bahia, por Oliveira et al. (2014), nos quais observou-se que os teores foliares de cobre e manganês estavam em concentração inferior ao valor mínimo citados por Malavolta et al. (1997) e Oliveira et al. (2007).

4.2 Qualidade do caldo e produção de açúcar

A adubação com óxido de magnésio não influenciou em nenhuma das seis variáveis relacionadas à qualidade do caldo e à produção de açúcar. À semelhança do citado para os teores foliares, os resultados obtidos reforçam as afirmações de Demattê (2005) e Rajj (2011), para os quais que o nível crítico de magnésio no solo oscila entre 0,40 a 0,50 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Weber et al. (1997) conduziram estudos em duas destilarias no Norte do Estado do Espírito Santo, em solos com teores de magnésio de 0,40 e 0,70 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Os autores realizaram adubação magnesiana na dose de 25 kg por hectare, usando o sulfato de magnésio. Não foi observado efeito da adubação magnesiana sobre o estado nutricional, qualidade do caldo ou sobre a produção da RB7254.

O teor de magnésio trocável de 0,50 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ também foi suficiente para nutrir adequadamente o milho, conforme relatam Oliveira et al. (2017). Esses autores, avaliaram a produção de forragem pelo híbrido de milho BM 3066 em função de doses de magnésio. Os tratamentos foram quatro doses de Mg: 30; 60; 90 e 120 kg por hectare, mais um tratamento testemunha. Nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm os teores de magnésio foram respectivamente de 0,50 e 0,22 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. A produção de forragem e os teores de proteína bruta, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nessa biomassa também não foram influenciados pela adubação com óxido de magnésio. A produtividade de biomassa aérea do BM 3066 PRO2 foi de 59,5 t de matéria natural por hectare, com teor médio de matéria seca de 33,2%. A lavoura estava muito uniforme e o coeficiente de variação para a produtividade de biomassa aérea foi de 8,61%.

Houve efeito significativo de variedade para todas as seis variáveis relacionadas à qualidade do caldo e à produção de açúcar (Tabela 4). O coeficiente de variação para as variáveis relacionadas à qualidade do caldo: fibra, pureza do caldo, sacarose aparente no caldo, produção de açúcares por tonelada de colmos industrializáveis foi inferior a 5,0%, indicando baixa dispersão dos valores, resultando em diferença significativa para variáveis como a pureza do caldo, mesmo sendo a diferença percentual entre as variedades de apenas 1,87%.

As concentrações de sólidos solúveis, sacarose aparente no caldo e pureza situaram-se próximas às citadas por Fernandes (2000); Barbosa et al. (2002), Oliveira et al (2011). Nos estudos conduzidos por Oliveira et al. (2011) em Boca da Mata, a fibra dos colmos da RB867515 foi em média de 12,2% e, com teores sacarose aparente no caldo e pureza,

respectivamente de 16,5 e 82,5%. Assim, pode-se inferir que as variedades estavam maduras e o caldo tinha bons teores de açúcares.

Tabela 4 - Quadrados médios da análise de variância para produção de colmos industrializáveis (TCH), fibra dos colmos (Fibra), pureza do caldo (Pureza), sacarose aparente no caldo (sacarose aparente), produção de açúcares por tonelada de colmos industrializáveis (ATR) e produção de açúcares por hectare, da RB867515 e RB92579, no ciclo de cana-planta, em função da adubação com óxido de magnésio.

Fonte de variação	TCH	Fibra	Pureza	Sacarose Aparente	ATR	Produção de Açúcar
----- Quadrado médio -----						
Variedade (V)	663,16**	4,97***	24,96**	6,37 **	524,17***	32.098***
Dose de MgO (D)	95,24 ns	0,418 ns	0,920 ns	0,461 ns	39,30 ns	3.107 ns
D x V	18,02 ns	0,466 ns	1,09 ns	0,710 ns	62,90 ns	624 ns
Unidade	t ha⁻¹	%	%	%	kg t⁻¹	kg t⁻¹
RB867515	87,9 a	14,27 a	84,48 a	13,81 a	136,1 a	11.970 a
RB92579	96,0 b	13,56 b	86,06 b	14,61 b	143,4 b	13.761 b
Média Geral	91,97	13,92	85,27	14,21	139,7	12.865
C. V.(%)	10,74	4,08	1,67	4,9	4,49	11,25

ns, ***, ** e *: não significativo e, significativo a 0,1; 1,0 e 5,0%, respectivamente, pelo teste F.

Para as condições climáticas de Alagoas, onde disponibilidade de água no solo não coincide com a radiação solar máxima, a produção de colmos industrializáveis pode ser considerada de média a alta, uma vez que o valor obtido foi de cerca de 90 t por hectare. Oliveira et al. (2012), em estudos conduzidos em Iturama - Triângulo Mineiro e, Rapassi et al. (2009) e Kanecho et al. (2009), no oeste de São Paulo, citam valores oscilando de 90 a 100 t por hectare. Em trabalhos conduzidos em Viçosa-MG, em solos com baixo teor de P e média saturação por bases, Silveira et al. (2002) avaliaram o crescimento e a produção de sacarose por seis variedades de cana e verificaram que a RB867515 se destacou pela produção de açúcar, alcançando produtividade de 16,6 toneladas por hectare.

5. CONCLUSÃO

Não houve efeito da adubação com magnésio no estado nutricional das plantas e constatou-se deficiência nutricional apenas de potássio, cobre e manganês. Houve efeito varietal para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco. A RB867515 teve maior teor foliar para os nutrientes Mg, S, Mn e Zn, para os demais citados anteriormente os teores foliares da RB92579 foram maiores que os da RB867515.

A adubação com óxido de magnésio também não influenciou na produtividade da lavoura. Houve diferença entre as variedades quanto à produção de colmos industrializáveis e de açúcares: a RB92579 superou a RB867515 em cerca de 10%.

Os teores de Mg da ordem de $0,50 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ foram suficientes para uma adequada nutrição da cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A. B. Cultura da cana-de-açúcar. *In: CARDOSO, M. G. (Ed.). Produção de aguardente de cana*. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, p. 25 – 67, 2006.

BENEDINI, M. S. Controle biológico de pragas na cana-de-açúcar. *In: Tópicos em tecnologia sucroalcooleira*. 1. ed. São Paulo: Marques et al., cap. VII, p. 101-119. 2006.

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C; RESENDE, A.V.; POLIDORO, J. C.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio. *In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.) Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes: nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2010. p. 137-191.

CALHEIROS, A. S.; OLIVEIRA, M. W.; FERREIRA, V. M.; BARBOSA, G. V. S.; SANTIAGO, A. D.; ARISTIDES, E. V. S. Produção de biomassa, de açúcar e de proteína em função de variedades de cana e de adubação fosfatada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 2, p. 809-818, abr. 2012.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade especial de atributos de um solo sob videira em Vitoria Brasil (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.695-703, 2003.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC) – **Manual de controle químico da fabricação do açúcar** – Piracicaba – SP. 2005. CD Room.

DEMATTÊ, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. *Informações Agronômicas*, n 111, set., 2005.

DEMATTÊ, J. L. L.; DEMATTÊ, J. A. M. Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar. *Informações Agronômicas*, v. 127, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 4. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. E-book

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. STAB - Sociedade das Técnicos Açúcareiro e Alcooleiros do Brasil. 2000. 193p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2007.

MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.591-599, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas** – Princípios e Aplicações (2ª Edição). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006, 46p. Dissertação (Mestrado.) – UFV/Viçosa, 2006.

MORELLI, J. L.; DABEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos álicos e na produção da cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.6, 1987.

MORELLI, J. L.; DALBEN, A. E.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTÊ, J. L. I. 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.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e plantas em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999. 399 p.

OLIVEIRA, E.L. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação cálcio/magnésio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.383- 388, 1993.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J.. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

Oliveira, M. W.; OLIVEIRA, T. B. A.; PAULA, A. C. B.; SILVA, V. S. G.; BRITO, F. S.; FRANCO JUNIOR, C. L.; ALLAGBE, K. A. Production of forage by corn hybrid BM 3066 in function of magnesium doses In: V International Symposium on Forage Quality and Conservation, 2017, Piracicaba. **Anais do V International Symposium on Forage Quality and Conservation**. Piracicaba: Departamento de Zootecnia, 2017

OLIVEIRA, M.W.; MAGRINI, J. L. ; LYRA, F. E. V. ; VALDUGA, G. R. ; PEREIRA, M. G.; TENORIO, C. J. M. ; ARISTIDES, E. V. S. Produção da RB867515 influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 30, p. 30-33, 2011.

OLIVEIRA, M.W.; SILVA, V.S.G.; REIS, L.S.; OLIVEIRA, D.C.; SILVA, J.C.T. Produção e qualidade de três variedades de cana-de-açúcar cultivadas no nordeste de Minas Gerais. **Revista Ciência Agrícola**, v. 12, n. 1, p. 17-20. 2014.

OLIVEIRA, MAURO W. DE; VINICIUS, SANTOS GOMES DA SILVA; SILVA, A.F.; OLIVEIRA, Y.M. Variabilidade da fertilidade do solo, do estado nutricional e da produtividade em canavial manejado homogeneamente e visualmente uniforme. In: **Agronomia: elo da cadeia produtiva**, v.2. Ponta Grossa: ATENA, 2018, v.1. p.293-307.

OLIVEIRA, M.W.; NASCIF, C.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, T. B. A.; RODRIGUES, C. A.; NOGUEIRA, C. H. C.; SOUSA, J. B. Nitrogen fertilization on nutritional status and seedlings yield of three sugarcane varieties. **Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary**, v.5., n.4., p.111-116, 2018a.

OLIVEIRA, M. W.; MACÊDO, G. A. R.; MARTINS, J. A.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, A. B. **Mineral Nutrition and Fertilization of Sugarcane**. In: Alexandre Bosco de Oliveira. (Org.). Sugarcane - Technology and Research. 1ed. Londres: INTECH - Open Science, v. 1, p. 169-191, 2018b.

OLIVEIRA, M. W.; NASCIF, C.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, T. B. A.; RODRIGUES, T. C.; GAMA, K. F. V.; OLIVEIRA, G. C. B. Biomass yield, nutritional status and industrial quality of sugarcane as a function of nitrogen and potassium fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n. 5, p.834- 840, 2018c.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Instituto do Açúcar e do Alcool. Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar. Planalsucar. 1983. 368 p.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Suprema, 2003. 150 p.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAPASSI, R.M.A.; TARSITANO, M.A.A.; BOLONHEZI, A.C. Avaliação técnica e econômica de sistemas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região oeste do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.39, n.10, 2009.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 1998. 648 p.

SALVIANO, A. A. C.; VIEIRA, S.R.; SPAROVEK, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.115-122, 1998.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV. 2006. p.235.

SILVA, V. S. G. **Estado nutricional, qualidade industrial e produtividade de variedades de cana-de-açúcar nos ciclos de cana-planta, primeira e segunda rebrotas**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2013.

SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, M. W.; SILVA, A. C.; A. F. SILVA; GALVÃO, E. R.; SANTANA, M.B. Agro-industrial quality of plant cane, first and second ratoon in sugarcane varieties. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, p.1216 - 1220, 2017.

SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, M. W.; FERREIRA, V. M.; OLIVEIRA, T. B. A; SANTANA, M. B.; GALVAO, E. R. Stalk yield and nutrients accumulation of sugarcane varieties in three crop cycles. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.129-137, 2018.

SILVEIRA, L. C. I.; BARBOSA, M. H. P.; CHAVES, J. M. P. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. In: **Informe Agropecuário**, v. 28, n.239, 2007. Belo Horizonte. p. 25-29.

WEBER, H.; MANHÃES, M.S.; AZEREDO, D.F. Influência de doses de cobre e magnésio aplicadas em solo Podzólico amarelo, na nutrição e nos rendimentos da cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, p. 22-25, 1997.

ZANÃO JÚNIOR, L. A., LANA, R. M. Q., GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidade de amostragem num Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciência Rural**, v.37, p.1000-1007, 2007.