

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

CICERO LUIZ FRANCO JUNIOR

**TECNOLOGIAS ADOTADAS PARA A MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO
E PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 EM CINCO CORTES**

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURO WAGNER DE OLIVEIRA

UNIDADE ACADÊMICA: CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RIO LARGO
ALAGOAS- BRASIL

2018

CICERO LUIZ FRANCO JUNIOR

**TECNOLOGIAS ADOTADAS PARA A MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO
E PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 EM CINCO CORTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias/UFAL, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

RIO LARGO

ALAGOAS – BRASIL

2018

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

F825t Franco Junior, Cicero Luiz

Tecnologias adotadas para a melhoria da fertilidade do solo e produção de forragem pela RB867515 em cinco cortes / Cicero Luiz Franco Junior – 2018.

33 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. Gestão agrícola 2. Pecuária leiteira 3. Tecnologia da produção

I. Título

CDU: 631.452

Folha de Aprovação

CICERO LUIZ FRANCO JUNIOR

**TECNOLOGIAS ADOTADAS PARA A MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO
E PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 EM CINCO CORTES**

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 24 de maio de 2018.

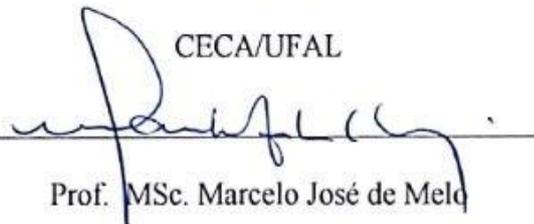
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Orientador

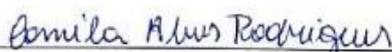
CECA/UFAL



Prof. MSc. Marcelo José de Melo

Membro Titular da Banca

CECA/UFAL



Zootecnista Camila Alves Rodrigues

CECA/UFAL



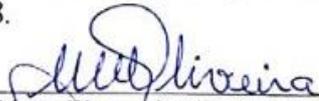
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



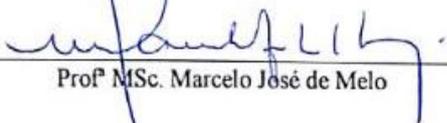
ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 24 (vinte e quatro) dias do mês de Maio do ano de 2018, às 10h00min (dez) 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 **“TECNOLOGIAS ADOTADAS PARA A MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 EM CINCO CORTES”** do aluno **Cicero Luiz Franco Junior**, sob matrícula **13210208**, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Prof. Dr. **Mauro Wagner de Oliveira**, CECA/UFAL (orientador); Prof. MSc. Marcelo José de Melo, CECA/UFAL e a Zootecnista Camila Alves Rodrigues, 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. MSc. Marcelo José de Melo, nota 9,0 (nove virgula zero) e Zootecnista Camila Alves Rodrigues, 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 está 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, 24 de Maio de 2018.

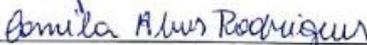
1º Examinador


Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira (Orientador)

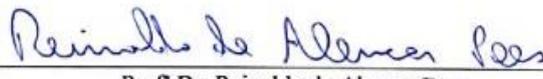
2º Examinador


Prof. MSc. Marcelo José de Melo

3º Examinador


Zootecnista Camila Alves Rodrigues

Coordenador do TCC


Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

Prof. Reinaldo de Alencar Paes
Coordenador do TCC
de Agronomia

Coordenador do Curso de Agronomia


Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento

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

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, me guia, socorro presente na hora da angústia, ao meu pai Cicero Luiz Franco, minha mãe Josenita Dos Santos Franco e minhas irmãs”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pelo dom da vida, por estar sempre comigo e à frente de cada passo que eu dou. Por ser meu guia e minha força para superar cada dificuldade.

Aos meus pais e familiares, os principais incentivadores do meu estudo, pelo amor, incentivo, apoio incondicional, por me aguentar em momentos de estresse e principalmente por compreender a minha ausência nos momentos de alegrias e momentos de tristeza, sem nenhum questionamento.

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

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

Aos componentes da banca examinadora, Professor Marcelo José de Melo e a Zootecnista Camila Alves Rodrigues pelos elogios, críticas e sugestões que contribuíram para a melhoria do meu trabalho.

E a todos que diretamente fizeram parte da minha formação.

O meu muito obrigado.

RESUMO

A cana-de-açúcar tem sido um volumoso muito utilizado para alimentação animal em diversas regiões do Brasil. Com a finalidade de elevar o rendimento da cultura da cana-de-açúcar e torná-la ainda mais produtiva, a pesquisa canavieira do Brasil têm recomendado diversas práticas agrícolas. No presente trabalho foram avaliadas as tecnologias adotadas para a produção de cana-de-açúcar em uma fazenda produtora de leite localizada no município de Mercês, zona da Mata Mineira. São descritas as principais técnicas empregadas para a implantação e condução do canavial, incluindo os critérios adotados para a calagem, a gessagem, adubação química de plantio e das rebrotas. A variedade de cana utilizada foi a RB867515, atualmente a mais cultivada na região e no Brasil, devido ao seu alto potencial produtivo. Foram avaliadas a produção de forragem, a produção de colmos industrializáveis e a produção de açúcar em cinco cortes: da cana-planta à quarta rebrota. Com base na análise de solo e em pesquisas conduzidas na região foram aplicadas 5,0 t de calcário dolomítico e 1,5 t de gesso por hectare. A adubação de plantio foi constituída de 100 kg de fósforo (229 kg de equivalente em P_2O_5) tendo-se usado o superfosfato triplo com fonte de P. Para o plantio da cana, variedade RB867515, utilizaram-se mudas de oito meses de idade, com excelente vigor e sanidade. Trinta dias após o plantio da cana, realizou-se a adubação potássica na cana-planta, na dose de 150 kg de K por hectare. Não houve adubação nitrogenada na cana-planta. No final de agosto do ano subsequente ao plantio, avaliou-se a produtividade da cana-planta. Em outubro desse mesmo ano, foi realizada a adubação da cana de primeira rebrota, na dose de 150 kg de N e 150 kg de K. A colheita da primeira, segunda, terceira e quarta rebrota também foram realizadas no final do mês de agosto, avaliando-se, à semelhança da cana-planta, a produção de forragem, o acúmulo de matéria seca, a produção de colmos industrializáveis e de açúcares. Na adubação da segunda, terceira e quarta rebrota foram novamente aplicados 150 kg de N e 150 kg de K por hectare por ano. A produtividade média dos cinco cortes (cana-planta à quarta rebrota) foi de 117 t de matéria natural por hectare, 36 t de matéria seca por hectare. A produção média de açúcar nos cinco cortes foi de 12,94 t ha⁻¹. A produtividade da cana de quarta rebrota foi 62% da produtividade da cana-planta e, para todas as variáveis analisadas o coeficiente de variação foi inferior a 10%, indicando homogeneidade do canavial. Pode-se concluir que os critérios adotados para a correção do solo, a adubação da cana-planta e das rebrotas e, manejo do canavial permitiram obter alta produtividade no ciclo de cana-planta, com pequenos decréscimos nos cortes subsequentes.

Palavras-chave: Gestão agrícola; pecuária leiteira; tecnologia de produção.

ABSTRACT

Sugarcane crop has been used as animal feed in several regions of Brazil. In order to increase the sugarcane yield and productive, Brazilian research has recommended several agricultural practices. The present work evaluated the technologies adopted for the production of sugarcane in a dairy farm located in Mercês county, Mata Mineira. The main techniques used for the implantation and conduction of cane fields are described, including the criteria adopted for liming, plastering, chemical fertilization and regrowth. The sugarcane variety used was RB867515, currently the most cultivated in the region and in Brazil, due to its high productive potential. The forage production, the production of industrializable stalks and the production of sugar in five cuts were evaluated: from cane-plant to the fourth regrowth. Based on the soil analysis and research conducted in the region, 5,0t of dolomitic limestone and 1,5t of gypsum per hectare were applied. The planting fertilization consisted of 100kg of phosphorus (229kg of P₂O₅) using triple superphosphate with source of P. For the planting of sugarcane variety RB867515, eight month old seedlings were used, with excelente vigor and sanity. Thirty days after cane planting, potassic fertilization was carried out in the plant cane, at a dose of 150kg K per hectare. There was no nitrogen fertilization in the cane-plant. At the end of August of the year after planting, the productivity of sugarcane was evaluated. In October of that same year, the first regrowth was fertilized with 150kg of N and 150kg of K. The first, second, third and fourth regrowth were also harvested at the end of August, in the same way as cane-plants, the production of fodder, the accumulation of dry matter, the production of industrializable stalks and sugars were evaluated. In fertilization of the second, third and fourth regrowth 150kg of N and 150kg of K per hectare per year were applied again. The average productivity of the five cuts (cane-plant to the fourth regrowth) was 117t of natural matter per hectare, 35t of dry matter per hectare. The average yield of sugar in the five cuts was 12,94t ha⁻¹. Fourth regrowth productivity was 62% of cane-plant productivity and, for all variables analyzed, the coeficiente of variation was less than 10%, indicating homogeneity. It can be concluded that the criteria adopted for the correction of soil, fertilization of cane-plant and regrowth and management of sugarcane plantations allowed to obtain high productivity in the cane-plant cycle, with small decreases in subsequent cuts.

Key words: Cane-plant, nutritional status, productive potential, production system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização geográfica do município de Mercês – MG, local de condução do estudo.....	18
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados 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 2. Resultados de amostras de solo da área do estudo, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, coletadas um ano após a implantação do estudo.....	21
Tabela 3. Produção de forragem pela RB867515 nos cinco cortes (cana-planta a quarta rebrota), com valores expresso em matéria natural e matéria seca.....	26
Tabela 4. Produção de colmos industrializáveis e de açúcar pela RB867515 nos cinco cortes (cana-planta a quarta rebrota).....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A CANA-DE-AÇUCAR.....	14
2.2 IMPLANTAÇÃO DO CANAVIAL.....	15
2.3 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO.....	15
2.4 CALAGEM, GESSAGEM E ADUBAÇÃO.....	16
3. METODOLOGIA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO.....	21
4.2 EFEITOS INTERATIVOS DA CALAGEM, GESSAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A ABSORÇÃO DO NITROGÊNIO.....	22
4.3 PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 NOS CINCO CORTES.....	25
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma atividade de grande importância socioeconômica para diversos municípios da zona da Mata Mineira e, nessas fazendas são adotadas diferentes tecnologias para a produção de forragem. Isoladamente, a alimentação das vacas leiteiras é o item de maior despesa na produção leiteira e para diminuir esse custo os produtores tem plantado diversas lavouras incluindo o milho, a cana-de-açúcar, o sorgo e capineiras, dentre outros.

As principais vantagens do uso da cana-de-açúcar como volumoso incluem: 1) A grande produção de forragem por unidade de área e a facilidade de cultivo - quando está madura, mantém sua qualidade como forragem, além do baixo custo por unidade de matéria seca produzida; 2) Apresenta maior flexibilidade quanto às épocas de plantio e de corte, em comparação com as culturas anuais, o que facilita o gerenciamento da atividade; e 3) Pode ser uma das fontes de energia de menor custo, tanto para rebanhos de pequena quanto de média e alta produtividade, tornando essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores. Contudo, o baixo teor protéico associado às outras limitações nutricionais da cana, como alto teor de fibra de difícil degradação ruminal, baixos teores de amido, fósforo e enxofre, resultam em consumo e rendimento limitados, havendo, portanto, necessidade de complementação com proteína, minerais e amido para que a produtividade animal seja satisfatória (OLIVEIRA et al., 2007, VALADARES FILHO et al., 2008, BEZERRA et al., 2017).

As técnicas agrícolas mais empregadas por pequenos, médios e grandes produtores rurais, que usam a cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, são a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, pela calagem, gessagem, adubação química, adubação verde e uso de composto orgânico a base de dejetos bovinos (DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al., 2007). A escolha de variedades de cana-de-açúcar de maior potencial produtivo é outra tecnologia muito utilizada pelos produtores, havendo variedades de cana que se adaptam a diversos ambientes edafo-climáticos e sob diferentes manejos culturais (BARBOSA et al., 2007; MENDES, 2006; OLIVEIRA et al., 2018c).

As produtividades médias de cana-de-açúcar, incluindo folhas secas e ponteiros, têm oscilado em torno de 90 toneladas de matéria natural por hectare, mas plantando-se variedades melhoradas e, corrigindo-se e mantendo-se a fertilidade do solo, através de calagem, gessagem e adubação, pode-se alcançar produtividades superiores a 150 toneladas de matéria natural por hectare (OLIVEIRA et al., 2007; ROSSI & BERNARDES, 2012). A irrigação complementar, principalmente aquela realizada após o corte da cana, tem repercutido em altas produtividades e maior longevidade do canavial (OLIVEIRA et al., 2017; CAMPOS et al., 2013).

Desta forma, na implantação e condução do canavial destinado à alimentação de vacas leiteiras podem-se utilizar diversas tecnologias, mas as escolhidas devem estar entre as que preservem o meio ambiente e otimizem o uso de insumos, da terra e da mão-de-obra, maximizando, portanto, a produtividade e reduzindo os custos, resultando em maior sustentabilidade do sistema (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2018c).

No presente trabalho foram avaliadas as tecnologias adotadas para a produção de cana-de-açúcar em uma fazenda produtora de leite localizada no município de Mercês, zona da Mata Mineira. São descritas as principais técnicas empregadas para a implantação e condução do canavial, incluindo os critérios adotados para a calagem, a gessagem, adubação química de plantio e das rebrotas, tendo-se quantificado a produção de forragem, a produção de colmos industrializáveis e a produção de açúcar da RB867515 em cinco cortes, da cana-planta à quarta rebrota.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar é bastante utilizada na alimentação em diversas fazendas produtoras de leite no município de Mercês, sendo na quase totalidade delas realizado o corte diário e manual. Para diminuir os custos de produção, dentre eles o corte manual da cana, há necessidade que o canavial tenha alta produtividade no ciclo de cana-planta e pequenos decréscimos nos ciclos posteriores, pois o rendimento do corte do trabalhador está diretamente associado à produtividade da lavoura, desta forma, em canaviais de alta produtividade o custo do corte manual por tonelada de forragem é menor (OLIVEIRA et al., 2007; GAMA, 2016; OLIVEIRA et al., 2018c).

A grande maioria dos solos da região de Mercês apresentam baixa saturação por bases, associada a elevados teores de alumínio (MENDES, 2006). Esses fatores constituem impedimento químico ao aprofundamento do sistema radicular das plantas, diminuindo a disponibilidade de água e de nutrientes, resultando em baixa produtividade da lavoura, uma vez que todos os processos fisiológicos da planta são diretos ou indiretamente afetados pelo fornecimento de água. Então há necessidade da calagem e da gessagem serem realizadas em doses suficientes para neutralizar o alumínio trocável e elevar a saturação por bases a valores próximos ou superiores a 60% (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018b).

2.1 A CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*saccharum ssp.*) é uma monocotiledônea originária do sudoeste da Ásia, pertencente à família Poaceae, até a alguns anos atrás era designada como Gramínea. A cana-de-açúcar pertence a um grupo de plantas que apresenta compartimentalização espacial das enzimas de carboxilação, e esta compartimentalização resulta em maior eficiência fotossintética uma vez que a fixação inicial do CO₂ atmosférico ocorre nas células do mesófilo, sob a ação da fosfoenolpirúvico carboxilase, que tem alta afinidade pelo gás carbônico. O primeiro composto estável formado é o ácido oxaloacético (AOA), um composto de quatro carbonos (C₄) e, por este motivo, a cana-de-açúcar e algumas outras gramíneas, são designadas plantas C₄ (MAJEROWICZ, 2004)

A assimilação do CO₂ na cana-de-açúcar é realizada, segundo Majerowicz (2004), em quatro etapas: 1) Carboxilação do ácido fosfoenolpirúvico (PEP) catalisada pela fosfoenolpirúvico carboxilase (PEP Carboxilase), formando um ácido orgânico de quatro carbonos nas células do mesófilo; 2) Transporte do composto de quatro carbonos para as células

da bainha perivascular; 3) Descarboxilação do composto de quatro carbonos gerado do CO₂ e uma molécula orgânica de três carbonos; 4) Transporte do ácido orgânico de três carbonos de volta as células do mesófilo e regeneração do ácido fosfoenolpirúvico (PEP). Essas características anatômicas e fisiológicas da cana-de-açúcar conferem à planta muito boa adaptação as condições tropicais e subtropicais e resultam em grande quantidade de matéria seca produzida por área, devido tanto a sua elevada taxa fotossintética com permanência no campo por longo período de cultivo (OLIVEIRA *et al.*, 2007; CALHEIROS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2017).

2.2 IMPLANTAÇÃO DO CANAVIAL

Na implantação e condução do canavial destinado à alimentação de vacas leiteiras podem-se utilizar diversas tecnologias, mas as escolhidas devem estar entre as que preservem o meio ambiente e otimizem o uso de insumos, da terra e da mão-de-obra, maximizando, portanto, a produtividade e reduzindo os custos, resultando em maior sustentabilidade do sistema (OLIVEIRA *et al.*, 2007; CALHEIROS *et al.*, 2011; GAMA, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2018b).

Com a finalidade de elevar o rendimento da cultura da cana-de-açúcar e torná-la ainda mais competitiva para a alimentação animal, a pesquisa canavieira têm recomendado diversas de tecnologias e práticas culturais. Entre estas tecnologias e práticas estão incluídas a análise do solo, a calagem, a gessagem, adubação química, adubação verde e uso de composto orgânico ou dos dejetos dos bovinos. O uso dos dejetos de bovinos, incluindo a urina, é uma forma de reciclar os nutrientes, melhorar as propriedades físicas do terreno, aumentar a atividade biológica do solo e diminuir os custos de produção (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2007; RAIJ, 2011; SILVA *et al.*, 2017). Outra tecnologia de grande importância para o sucesso da lavoura canavieira é a escolha de variedades de cana-de-açúcar de alto potencial produtivo e, bem adaptada às condições edafoclimáticas da região (BARBOSA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007; BONOMO *et al.*, 2009; BEZERRA *et al.*, 2017).

2.3 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

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 (COLETI et al., 2006; MENDES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2018b).

Para a cana-de-açúcar tem sido recomendado coletar amostras de solo das camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011). 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. Antecedendo a coleta das amostras de solo, é necessário dividir a área em unidades homogêneas, levando-se em consideração, dentre outros, o histórico da área, os tipos de solo (cor, textura, profundidade), a localização e topografia (várzea, encosta, platô), a cobertura vegetal e as adubações anteriores (OLIVEIRA et al., 2007). No passado era recomendado amostragens aleatórias na área, caminhando em ziguezague, mas a amostragem sistemática de pontos previamente definidos permitir avaliar com mais precisão as variações da fertilidade do solo em função das práticas agrícolas adotadas (OLIVEIRA et al., 2007).

Em relação aos resultados da análise química do solo, 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 (DEMATTE, 2005, OLIVEIRA et al., 2018b).

2.4 CALAGEM, GESSAGEM E ADUBAÇÃO

Os solos brasileiros são, em sua grande maioria, naturalmente ácidos, apresentando baixa saturação por cátions básicos, como cálcio, magnésio e potássio. A deficiência de cátions básicos, associada aos altos teores de alumínio, ferro e manganês, é prejudicial ao crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, de toda a cana-de-açúcar (DEMATTE, 2005, OLIVEIRA et al., 2007).

O $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ e o Al^{3+} são as formas fitotóxicas do alumínio, que afetam a divisão celular; inibem o crescimento das raízes; causam a precipitação do fósforo, tanto no solo como no interior das raízes; diminuem a absorção de água e de nutrientes; afetam a fotossíntese e, por consequência, a produtividade das culturas. Após a aplicação do calcário, há elevação do pH do solo e essa neutralização da acidez do solo precipita o alumínio e disponibiliza o fósforo (DEMATTE, 2005, OLIVEIRA et al., 2018b).

A necessidade de calagem pode ser mensurada por diversos métodos: método SMP, método do $\text{Al}^{3+} + (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, método da saturação por bases e método da incubação (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011).

A mobilidade do calcário no solo é geralmente baixa, assim o corretivo de acidez eleva o pH do solo e neutraliza o alumínio trocável somente na camada em que foi incorporado. Visando a melhoria da subsuperfície tem sido recomendado associar o calcário ao gesso (OLIVEIRA et al., 2007; RAIJ, 2011).

Há uma conceituação generalizada que a melhor relação $\text{Ca}^{+2} : \text{Mg}^{+2}$ no solo é de 4:1, assim o tipo de calcário, calcítico, magnésiano ou dolomítico, a ser usado deve-se basear nesta relação. Por outro lado, alguns autores preconizam saturação de cátions trocáveis, em relação à capacidade de troca catiônica efetiva do solo (t), de 80% de cálcio, 13% de magnésio e 6% de potássio, proporcionando relações Ca:Mg, Ca:K e Mg:K, respectivamente de 6,15:1 ; 13,3:1 e 2,2:1. Contudo, vários trabalhos têm evidenciado que as concentrações de Ca e Mg na solução são mais importantes que a relação entre esses cátions (OLIVEIRA et al., 2018b). No caso do milho, trabalhos conduzidos por Oliveira (1993) têm indicado que as variações na relação Ca:Mg do solo de 01:01 a 12:01 em solos com teores de Ca e Mg trocáveis acima de 2,32 e 0,40 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente, não afetaram o rendimento e produção de matéria seca do milho.

A adubação mineral da cana baseia-se nos resultados da análise de solo, na camada de 0 a 20 cm, e na produtividade que se deseja obter. Oliveira et al. (2007) recomenda para solos de baixa fertilidade, a serem cultivados com cana destinada a alimentação animal, a aplicação de 100 a 150 kg de fósforo por hectare (Equivalente a 229 a 343 kg de P_2O_5), aplicados no fundo do sulco de plantio. Para a adubação potássica a recomendação do autor é de 100 a 150 kg de potássio por hectare. O autor não recomenda a adubação nitrogenada na cana-planta. Para a adubação das rebrotas é recomendada a adubação baseada na expectativa de produtividade, aplicando 1,2 kg de N e 1,5 kg de K por tonelada de matéria natural de forragem.

3. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em um solo de textura média, em uma fazenda produtora de leite, no município de Mercês, zona da Mata Mineira (Figura 1). O estudo foi conduzido por cinco anos: da cana-planta de ano à quarta rebrota. A altitude média da fazenda é de 525 m, clima do tipo tropical de altitude com chuvas durante o verão e temperatura média anual em torno de 18 °C, com variações entre 24 °C (média das máximas) e 13,8 °C (média das mínimas). A precipitação média nos últimos 30 anos foi de cerca de 1.200 mm. Há um excedente hídrico de novembro a abril; a precipitação fica abaixo da evapotranspiração potencial de abril até setembro, causando um déficit hídrico nesse período; e, nos meses de setembro a novembro, a precipitação volta a ser maior que a evapotranspiração, na qual se define uma estação seca e outra chuvosa. Os solos predominantes na região são: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Latossólico. Embora de baixa fertilidade, sua constituição física permite a atividade agrícola desde que se use manejo adequado, calagem, gessagem e fertilizações (MENDES, 2006).

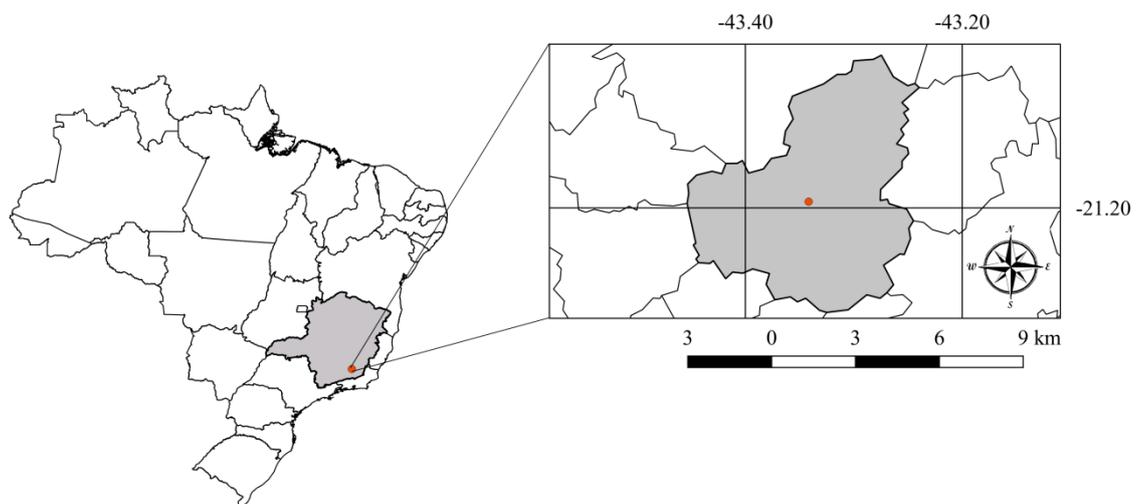


Figura 1- Localização geográfica do município de Mercês -MG, local de condução do estudo.

Um mês antes da implantação do estudo coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, para avaliar da fertilidade do solo (Tabela 1). Foram realizadas seis amostragens sistemáticas do terreno. Para estas amostragens demarcou-se um ponto inicial no terreno e deslocou-se na diagonal do terreno, amostrando-se a cada 25 metros. As seis amostras simples de cada camada foram misturadas obtendo-se a amostra composta, analisada seguindo De Felippo e Ribeiro (1997). Com base na análise do solo, em meados de setembro aplicou-se 5,0 t de calcário dolomítico e 1,5 t de gesso agrícola por hectare, conforme preconizado por

Oliveira et al. (2007) e, Raij (2011), arando-se e gradeando o solo. Trinta dias após, realizou-se nova gradagem do terreno e sulcou-se o solo no espaçamento de 1,2 m.

Tabela 1. Resultados 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 mg/dm ³	Ca mg/dm ³	Mg mg/dm ³	Al ³⁺ mg/dm ³	H + Al mg/dm ³	SB mg/dm ³	CTC (t) mg/dm ³	CTC (T) mg/dm ³	V %	m
0 a 20 cm	4,9	11,4	52	1,3	0,3	0,8	4,96	1,73	2,53	6,69	25,89	31,58
20 a 40 cm	4,7	2,4	28	0,4	0,2	1,3	3,47	0,67	1,97	4,14	16,22	65,94

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

A adubação de plantio foi constituída de 100 kg de fósforo (229 kg de equivalente em P₂O₅) tendo-se usado o superfosfato triplo granulado com fonte de P. Na sequência, realizou-se o plantio da cana, variedade RB867515, devido a estudos anteriores terem comprovado seu grande potencial forrageiro na região (MENDES, 2006; BARBOSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2018c). Foram usadas mudas de oito meses de idade, com excelente vigor e sanidade. As mudas foram distribuídas no sulco e picadas em toletes de duas a três gemas, sendo posteriormente cobertas com terra, numa espessura de cinco a seis cm. Duas semanas após o plantio da cana, aplicou-se o herbicida Sencor (Metribuzin) na dose de 4,0 L do produto comercial por hectare (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998; PROCÓPIO et al., 2003). Trinta dias após o plantio da cana, realizou-se a adubação potássica, na dose de 150 kg de K por hectare. Não houve adubação nitrogenada na cana-planta. Todas as adubações realizadas na cana-planta foram baseadas nas recomendações de Oliveira et al. (2007).

No final do mês de agosto do ano posterior ao plantio, quando a cana-planta estava madura, colheu-se a cana-planta, tendo-se avaliado o acúmulo de matéria seca, a produção de colmos industrializáveis e de açúcares e, o acúmulo de nutrientes na biomassa aérea da planta, seguindo-se procedimentos descritos por Oliveira et al. (2014). Foram realizadas seis amostragens sistemáticas do canavial, sendo a área de cada amostragem de 12 m² (10 m de sulco, espaçados de 1,2m). Para estas amostragens demarcou-se um ponto inicial no canavial e deslocou-se 25 m transversalmente ao terreno, amostrando-se a 10 sulcos. Desta forma foi definida o local onde realizaram-se todas as amostragens, em todos os cortes. A cana foi cortada rente ao solo e pesada. Para a determinação da matéria seca, uma subamostra de toda a parte aérea foi passada em picadeira de forragem e seca a 65 °C em estufa de ventilação forçada até

massa constante (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA e QUEIROZ, 2006; OLIVEIRA et al., 2014).

Para avaliação da produção de colmos industrializáveis e de açúcares coletaram-se de cada amostragem, uma subamostra de 10 plantas. Essas plantas foram pesadas, despalhadas e despontadas, obtendo-se desta forma o índice de colheita. Multiplicando-se o índice de colheita pela produção de biomassa (matéria natural) obteve-se a produtividade de colmos industrializáveis (CALHEIROS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014).

Para determinar a produção de açúcar, a amostras de colmos industrializáveis foram passados em picadeira de forragem e prensados a 250 kgf. cm⁻², por sessenta segundos (FERNANDES, 2000). O caldo obtido foi analisado quanto aos teores de sólidos solúveis, sacarose aparente, seguindo-se métodos descritos por Fernandes (2000). Multiplicando-se o teor de açúcar nos colmos industrializáveis pela massa de colmos industrializáveis obteve-se a produção de açúcares.

Após a colheita da cana-planta realizou-se nova coleta de amostra de solo para se avaliar a neutralização do alumínio e a elevação da saturação por bases. Foram coletaram-se amostras de solo na entrelinha da cana, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm. As amostras simples foram coletadas no centro da área utilizada para a coleta de forragem na cana-planta. As seis amostras simples de cada camada foram misturadas obtendo-se a amostra composta, analisada seguindo De Felippo e Ribeiro (1997).

Em outubro de cada ano, foi realizada a adubação das rebrotas, na dose de 150 kg de N e 150 kg de K, tendo com fonte de nutrientes ureia e cloreto de potássio. A mistura de adubo foi aplicada na entrelinha da cana utilizando-se de carrinho distribuidor de adubo, muito comum em pequenas propriedades da região de Mercês. Imediatamente após a aplicação dos fertilizantes, a mistura ureia e cloreto de potássio foi coberta com uma camada de solo, usando um arado de tração animal.

A colheita da primeira, segunda, terceira e quarta rebrota também foram realizadas no final do mês de agosto, avaliando-se a produção de forragem, o acúmulo de matéria seca, a produção de colmos industrializáveis e de açúcares, seguindo-se os mesmos procedimentos descritos para a cana-planta (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA e QUEIROZ, 2006; OLIVEIRA et al., 2014).

Para quantificar a amplitude da variação da produção de forragem, do acúmulo de matéria seca, da produção de colmos industrializáveis e de açúcares em cada corte foi utilizada a estatística descritiva, citando os valores médios, máximos, mínimos e calculando-se o coeficiente de variação (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão descritos inicialmente os resultados obtidos na análise do solo, coletado na entrelinha da cana, cerca de um ano após a calagem e gessagem. Na sequência serão apresentados os resultados de produção de forragem, produção de colmos industrializáveis e a produção de açúcar nos cinco cortes: da cana-planta à quarta rebrota.

4.1 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Os resultados da análise química do solo nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm estão apresentados na tabela 2. Pela análise desta tabela verifica-se que a quantidade de calcário aplicado foi suficiente para neutralizar o alumínio e elevar a saturação por bases para 60%. No preparo do solo para o plantio da RB867515 o produtor utilizou o dobro da dose de calcário predita analiticamente (Tabela 1) pois estudos conduzidos nesse solo por Oliveira et al. (2007), mostraram a necessidade de utilizar o dobro da quantidade de corretivo predita analiticamente, para neutralizar o alumínio trocável e elevar a saturação por bases a 60%. Resultados semelhantes foram obtidos por Ernani e Almeida (1986), ao compararem métodos analíticos para avaliação da necessidade de calcário dos solos dos estados de Santa Catarina. Esses autores também verificaram que o método de saturação por bases subestimou, demasiadamente, a necessidade de calcário dos solos estudados, sobretudo dos mais tamponados. Valores de saturação por bases inferiores aos preditos analiticamente também foram encontrados por Morelli et al. (1992), em Latossolo de textura média, álico, cultivado com cana-de-açúcar.

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

Camada	pH em H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca cmol _c /dm ³	Mg cmol _c /dm ³	Al ³⁺ cmol _c /dm ³	H + Al cmol _c /dm ³	SB cmol _c /dm ³	CTC (t) cmol _c /dm ³	CTC (T) cmol _c /dm ³	V %	m %
0 a 20 cm	5,7	9,2	46	2,7	0,8	0,0	2,12	3,62	3,62	5,74	63,05	0,00
20 a 40 cm	5,0	2,9	21	0,9	0,5	0,5	2,97	1,45	1,95	4,42	32,86	25,59

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

Comparando as doses de calcário e gesso recomendadas e aquelas associadas com a produção máxima da cana-de-açúcar em 11 estudos em campo, Raij (2011) verificou que as quantidades de calcário e gesso para a obtenção da produtividade máxima foram cerca de duas vezes maiores que as recomendadas. A estimativa da necessidade de calcário pelo critério da saturação por bases pode ter como limitação a determinação da acidez potencial a pH 7,0, usada no cálculo da CTC (KAMINSKI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2018b). Raij (2011) cita que o

melhor indicador do efeito do calcário e gesso no solo, é a saturação por alumínio. Ainda segundo esse autor, avaliando-se os resultados dessa maneira, ressalta-se o grande efeito da interação entre esses insumos. No presente estudo a associação de calcário e gesso diminuiu a saturação por alumínio de 65,94% para 25,59%, na camada de 20 a 40 cm, e também elevou a saturação por bases nessa camada de 16,22% para 32,86% (Tabelas 1 e 2).

Seguindo a recomendação de Oliveira et al. (2007) foram aplicados 1,5 t de gesso por hectare, tanto para a melhoria da saturação por bases na subsuperfície, quanto da qualidade nutricional da forragem, haja visto que o enxofre constitui uma das limitações nutricionais da cana (VALADARES FILHO et al., 2008, BONOMO et al., 2009). Essa dose de gesso é maior que a recomendada pela pesquisa oficial para a região (RIBEIRO et al., 1999), mas em avaliações realizadas anteriormente nessa fazenda constatou-se que a elevação da dose de gesso resultou em aumento do teor de enxofre na cana (Informação pessoal do produtor). Para a cana-de-açúcar, o enxofre tem grande importância, pela participação no metabolismo do nitrogênio, incluindo a síntese das proteínas. Contudo, para que ocorra respostas de cana-de-açúcar à adubação com enxofre é necessário que o suprimento de nitrogênio e fósforo sejam adequados. A deficiência de enxofre reduz a quantidade de nitrogênio convertida à forma orgânica, resultando em restrição ao crescimento da planta, em virtude da do enxofre constituir parte dos aminoácidos sulfurados (CUSTÓDIO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007).

O produtor optou pelo uso do calcário dolomítico baseando nos trabalhos conduzidos por Oliveira (1993), Oliveira et al. (2007) e Raij (2011) que estabeleceram o teor de $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com valor crítico. Nos estudos conduzidos por Oliveira (1993) constatou-se que variações na relação Ca:Mg do solo de 1:1 a 12:1 em solos com teores de Ca e Mg trocáveis acima de 2,32 e $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, não afetaram o rendimento nem a produção de matéria seca do milho. O uso do calcário dolomítico associado ao gesso elevou os teores de Mg trocáveis de 0,30 para $0,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e de 0,20 para $0,50 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

4.2 EFEITOS INTERATIVOS DA CALAGEM, GESSAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A ABSORÇÃO DO NITROGÊNIO.

O produtor rural não realizou a adubação nitrogenada na cana-planta devido a estudos conduzidos na região, nos quais constatou-se ausência de resposta da cana-planta à adubação nitrogenada, em solo que receberam calagem, gessagem e adubação fosfatada (OLIVEIRA et al., 2007). Efeitos interativos da calagem, gessagem e adubação fosfatada sobre a mineralização da matéria orgânica do solo e a posterior absorção do nitrogênio pelas plantas também foram

relatados por outros autores (RUFTY et al., 1990; RAIJ, 2011; OLIVEIRA et al., 2018b). Raij (2011) cita estudos com sorgo nos quais foram observados efeitos interativos entre a calagem e a gessagem, com a absorção de nitrogênio. Esses efeitos são devidos ao maior desenvolvimento do sistema radicular, à mineralização da matéria orgânica do solo e a alteração na cinética de absorção do nitrato do solo e no metabolismo do nitrogênio.

Em estudo de adubação nitrogenada em três variedades de cana-de-açúcar, em viveiro de mudas, conduzido na região de Mercês - MG, por Oliveira et al. (2018), não foi constatado efeito de variedade ou da adubação nitrogenada sobre o estado nutricional das plantas. As plantas estavam com suprimento adequado para todos os nutrientes, tomando-se como referência as concentrações foliares dos elementos citadas por Malavolta et al. (1997); Oliveira et al. (2007) e Raij (2011). A produtividade média do viveiro foi 65 t de mudas por hectare.

Os coeficientes de variação para os teores foliares de nutrientes e, também, para a produção de mudas foram inferiores a 10,0%, assim, ausência de efeito varietal ou da adubação nitrogenada não se deveu à variabilidade experimental. Oliveira et al. (2018a) atribuíram a ausência de resposta à adubação nitrogenada para o estado nutricional das plantas e para a produção de mudas, à mineralização da matéria orgânica do solo e à maior eficiência nutricional do sistema radicular da cana-planta. Provavelmente, isso ocorreu em consequência da aplicação do calcário e do gesso em quantidade suficiente para neutralizar o alumínio trocável, bem como da dose de superfosfato simples (1.250 kg por hectare) aplicada no fundo do sulco de plantio.

Em relação à mineralização da matéria orgânica do solo, um dos fatores anteriormente citados como responsável pela ausência de resposta à adubação nitrogenada, pode-se recorrer aos estudos conduzidos nos tabuleiros costeiros de Pernambuco por Salcedo et al. (1985) para reforçar essa afirmação. Esses autores mediram a mineralização do carbono e do nitrogênio em um Podzólico vermelho-amarelo, latossólico arenoso, ao longo do ciclo da cana-planta, amostrando o solo antes do plantio e aos 3, 6, 11 e 16 meses após, nas profundidades de 0 a 20; 20 a 40 e de 40 a 60 cm. Os teores de carbono total foram de 6,7; 4,1 e 3,4 g kg⁻¹, enquanto que, para o N total, obtiveram-se valores de 0,7; 0,4 e 0,3 g kg⁻¹, para as profundidades de 0 a 20; 20 a 40 e de 40 a 60 cm. Salcedo et al. (1985) verificaram que as quantidades estimadas do N potencialmente mineralizável foram de 139 e 132 kg por hectare, respectivamente para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 60 cm com uma constante de mineralização de 0,074 por semana. Os autores citam ainda que, apesar do solo estudado ser considerado de baixa fertilidade, pelos resultados obtidos pode-se afirmar que as quantidades de N orgânico mineralizado seriam suficientes para satisfazer as necessidades da cana-planta.

Outro fator que tem contribuído para a ausência de resposta da cana à adubação nitrogenada é a maior eficiência do sistema radicular de plantas para absorver nitrato, quando elas estão bem supridas em fósforo. A absorção e o metabolismo do nitrogênio são muito influenciados pela disponibilidade de fósforo (RUFTY et al., 1990; MALAVOLTA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2018a). Em plantas com suprimento adequado de P há aumento na absorção do nitrato da solução do solo e na translocação do nitrato das raízes para a parte aérea, aumentando a síntese de aminoácidos nas folhas (MAGALHÃES, 1996; OLIVEIRA et al., 2007). Rufty et al. (1990) observaram redução muito acentuada na absorção e assimilação do nitrato em plantas de fumo quando transferidas para solução nutritiva sem fósforo.

Nos estudos conduzidos por Magalhães (1996) também constatou enorme influência da disponibilidade de P, tanto da solução nutritiva quanto da endógena, na absorção e metabolismo do N pelo milho. Plantas bem supridas de fósforo antes e durante o estudo de cinética apresentaram absorção de nitrato praticamente constante durante o experimento. No entanto, plantas que foram privadas, desse elemento, antes e durante a fase experimental não conseguiram absorver o nitrato da solução. Acredita-se que a cana-planta, por ter maior suprimento de P, apresente comportamento semelhante ao verificado nas plantas de fumo e de milho quando bem supridas de fósforo.

Em pesquisas conduzidas na região de Passos, Sul de Minas Gerais, verificou-se que o aumento da dose de P, aplicada no sulco de plantio, repercutiu em maiores acúmulos de N na biomassa da parte aérea da cana-planta, uma vez que para cada quilograma de P aplicado houve aumento de cerca de um quilograma de N nessa biomassa (OLIVEIRA et al., 2007). Esses resultados provavelmente são os efeitos das alterações causadas na absorção e metabolismo do N, conforme observado por Rufty et al. (1990) e Magalhães (1996).

Estudos recentes conduzidos por Bastos et al. (2017) também mostraram que a cana-planta não responde a adubação nitrogenada. Esses autores avaliaram a produtividade de colmos e a recuperação de N-ureia pela cana-planta submetida a diferentes níveis de reposição de água no solo, associadas às doses de adubação nitrogenada. Para maior refinamento das informações os autores utilizaram a técnica de diluição isotópica de ^{15}N . O experimento foi conduzido na região sudoeste do estado de Goiás, utilizando vasos plásticos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos, em parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos consistiram de três níveis de reposição de água (75, 50 e 25%) e três doses de N (60, 120 e 180 kg ha⁻¹) na forma de ureia enriquecida ^{15}N . As doses de N não afetaram o rendimento dos colmos e 91,14% de todo o N acumulado nos colmos veio do solo e de outras fontes. A precipitação (1.194,2 mm) foi suficiente para atender às necessidades de

água da cultura. A recuperação de N-ureia não foi influenciada pelas doses de N e representou, em média, 20,5% do total aplicado. O solo e outras fontes foram os principais fornecedores de N para as plantas de cana-de-açúcar, independentemente da dose de N mineral aplicada.

4.3 PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA RB867515 NOS CINCO CORTES

A produção média de forragem pela RB867515, nos cinco cortes é mostrada na tabela 3. Verifica-se pela análise da tabela 3 que houve elevada produtividade no ciclo de cana-planta e também que o canavial estava bem uniforme, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 8,0%.

A produtividade média do canavial nos cinco cortes foi de 117 t de matéria natural por hectare, cerca de 36 t de matéria seca por hectare. Esses valores são resultados da elevada produtividade no ciclo de cana-planta e de pequenos decréscimos nos ciclos subsequentes. O decréscimo médio entre ciclos foi de cerca de 20%. Contribuíram para essa elevada produtividade e estabilidade do canavial, a correção da acidez do solo, a adubação realizada na cana-planta e nas rebrotas, o potencial produtivo da RB867515 e a colheita no final de agosto, havendo rebrotas vigorosas e uniformes do canavial.

Em estudo de avaliação técnica e econômica de sistemas de produção da cana-de-açúcar na região oeste do Estado de São Paulo conduzido por Rapassi et al. (2009), observaram produtividade média de 109 t de matéria natural por hectare, em cinco cortes: cana-planta a quarta rebrota. Pode-se inferir, portanto, que as medidas adotadas para melhorar a fertilidade do solo e nutrir bem a cana-de-açúcar resultaram em produtividade semelhante à verificada para região de alta produtividade. Rajj (2011) comenta que a completa neutralização do alumínio trocável na camada de 0 a 20 cm e a elevação da saturação por bases na camada de 20 a 40 cm permitem a formação de um sistema radicular vigoroso, que terá grande influência no vigor da rebrotas e conseqüentemente na longevidade do canavial.

Tabela 3. Produção de forragem pela RB867515 nos cinco cortes (cana-planta a quarta rebrota), com valores expresso em matéria natural e matéria seca.

	Cana-planta	1ª Rebrota	2ª Rebrota	3ª Rebrota	4ª Rebrota
Amostragem	----- Produtividade de forragem (t MN ha ⁻¹) -----				
1	155	135	121	109	95
2	156	131	110	104	97
3	135	112	100	96	86
4	154	133	102	97	99
5	137	114	101	93	85
6	161	136	123	110	101
Média	150	127	110	102	94
Mínimo	135	112	100	93	85
Máximo	161	136	123	110	101
C.V.(%)	7,27	8,57	9,39	7,03	7,04
	Cana-planta	1ª Rebrota	2ª Rebrota	3ª Rebrota	4ª Rebrota
Amostragem	----- Produtividade de forragem (t MS ha ⁻¹) -----				
1	49	44	35	35	30
2	48	40	37	31	29
3	44	37	31	30	26
4	49	40	30	30	32
5	41	34	32	27	27
6	48	41	36	35	33
Média	47	39	34	31	30
Mínimo	41	34	30	27	26
Máximo	49	44	37	35	33
C.V.(%)	7,35	8,30	7,98	9,89	8,78

Outro fator que também contribuiu para os excelentes resultados obtidos foi a colheita da cana-de-açúcar em agosto, após vários meses de estiagem. Colhendo-se a cana-de-açúcar com solo seco, o trânsito de veículos no canavial causa menor compactação do solo comparativamente àquelas colheitas realizadas com o solo úmido. Barbosa et al. (2007) descrevendo o manejo varietal da cana-de-açúcar para Minas Gerais recomendam o corte da RB867515 em meados de safra, porque esta variedade suporta longo período de estiagem após o corte, contudo, com o corte realizado em agosto o vigor da rebrota é ainda maior.

A adubação das rebrotas foi de 150 kg de nitrogênio e 150 kg de potássio, dosagem um pouco maior que a usualmente utilizada na região (RIBEIRO et al., 1999), que é de 100 kg de N e 120 kg de K, mais insuficiente para repor os nutrientes removidos pela colheita da cana-de-açúcar para a alimentação animal. Mendes (2006) e Oliveira et al. (2007), em estudos realizados com a RB867515, em Mercês - MG, relatam remoção média de 1,2 kg de N; 0,15 kg

de P e 1,5 kg de K por tonelada matéria natural da cana destinada à alimentação animal. Assim, embora a adubação empregada nesse sistema de produção constitua um pequeno avanço em relação a adubação rotineiramente realizada na região (RIBEIRO et al., 1999), o balanço de nutrientes nesse sistema de produção foi negativo se consideramos as adubações como entradas e, saídas como a colheita da cana-de-açúcar.

A produção de colmos industrializáveis e de açúcares, da cana-planta a quarta rebrota, é mostrada na tabela 4. Verificou-se nos cinco cortes que a massa de colmos industrializáveis variou de 77 a 86% da massa de forragem. Esses valores são próximos aos citados por Mendes (2006) e OLIVEIRA et al. (2018b). Cruz et al. (2014), em estudos conduzidos em Montes Claros, norte de Minas Gerais, com as RB72454, RB739735, RB835486, RB855536, RB857515, SP801842, SP813250, IAC862480, verificaram que o percentual de colmos na biomassa aérea da cana-de-açúcar variou de 84,12 a 89,36%, com valores médios de 86,51%, não havendo diferença significativa entre as variedades. Nesse estudo o percentual médio de colmos industrializáveis na biomassa aérea da RB867515 foi de 88,14%. Cruz et al. (2014) concluíram que as variedades RB867515 e SP81-3250 destacaram-se das demais na produção de forragem, sendo as variedades mais indicada para a alimentação animal.

Tabela 4. Produção de colmos industrializáveis e de açúcar pela RB867515 nos cinco cortes (cana-planta a quarta rebrota).

Amostragem	Cana-planta	1ª Rebrota	2ª Rebrota	3ª Rebrota	4ª Rebrota
	.----- Produtividade de colmos industrializáveis (t MN ha ⁻¹) -----.				
1	132	107	100	93	74
2	122	113	88	81	77
3	109	92	84	74	74
4	120	106	82	81	80
5	112	93	79	75	68
6	129	116	95	87	79
Média	121	104	88	82	75
Mínimo	109	92	79	74	68
Máximo	132	116	100	93	80
C.V.(%)	7,30	9,38	9,33	8,62	5,64

Amostragem	Cana-planta	1ª Rebrota	2ª Rebrota	3ª Rebrota	4ª Rebrota
	.----- Produtividade de açúcar (t ha ⁻¹) -----.				
1	18,84	15,36	13,26	12,32	10,60
2	16,67	15,66	12,41	11,19	10,65
3	15,09	12,21	12,50	10,57	10,70
4	15,62	14,68	10,85	11,43	10,78
5	15,95	12,71	10,36	9,96	9,18
6	18,42	15,14	12,50	11,99	10,71
Média	16,76	14,30	11,98	11,25	10,44
Mínimo	15,09	12,21	10,36	9,96	9,18
Máximo	18,84	15,66	13,26	12,32	10,78
C.V.(%)	9,18	10,23	9,34	7,81	5,93

5. CONCLUSÃO

Os critérios adotados para a correção do solo e, a adubação da cana-planta e das rebrotas e, associados ao manejo do canavial permitiram obter alta produtividade de forragem no ciclo de cana-planta, com pequenos decréscimos nos cortes subsequentes.

A produtividade média da RB867515 nos cinco cortes (cana-planta à quarta rebrota) foi de 117 t de matéria natural por hectare, 36 t de matéria seca por hectare. A produção média de açúcar nos cinco cortes foi de 12,94 t ha⁻¹.

A produtividade da cana de quarta rebrota foi 62% da produtividade da cana-planta e, para todas as variáveis analisadas o coeficiente de variação foi inferior a 10%, indicando homogeneidade do canavial ao longo dos cinco cortes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I.; MACEDO, G. A. R.; PAES, J. M. V. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n.239, p. 20-24, 2007.

BASTOS, A. V. S.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SOARES, F. A. L.; MURAOKA, T. Stalk yield and nitrogen (¹⁵N) recovery of irrigated sugarcane during the plant-cane cycle using urea. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.8, p.1051-1057, 2017

BEZERRA, J. D. C.; FERREIRA, G. D.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, M.W.; ANDRADE, A.P; NASCIMENTO JÚNIOR, J.R.S. Biometric and chemical characteristics of sugarcane varieties for use as forage in limiting soil water conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.5, p.384-392, 2017.

BONOMO, P.; CARDOSO, C. M. M.; PEDREIRA, M. S.; SANTOS, C. C.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para a alimentação de ruminantes. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, 2009; 31 (1): 53-59.

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.

CALHEIROS, A. S.; OLIVEIRA, M.W.; FERREIRA, V. M.; BARBOSA, G. V. S.; COSTA, J. P. V; LIMA, G. S. A Acúmulo de nutrientes e produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar, na primeira rebrota, em função de doses de fósforo. **STAB Açúcar e Álcool**, v. 29, n. 3, p. 26-29, 2011.

CAMPOS, F.C; RIBEIRO, P.H.P; PEDROZO, M.A.; SOARES, R.A.B.; ALVES JÚNIOR, J.; EVANGELISTA, A.W.P. Efeito de diferentes lâminas de reposição hídrica e cobertura do solo com palha na produtividade da cana-de-açúcar. *Global Science and Technology*, v. 06, p. 55-65, 2013.

COLETI, J. T.; CASAGRANDE, J. C.; STUPIELLO, J. J.; RIBEIRO, L. D.; OLIVEIRA, G. R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em Argissolos, variedades RB83486 e SP81-3250. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, 24:32-36, 2006.

CRUZ, L.R.; GERASEEV, L. C.; CARMO, T.D.; SANTOS, L. D. T.; BARBOSA, E.A.; COSTA, G.A.; SANTOS JÚNIOR, A. Características agronômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. **Biosci. J.**, v. 30, n. 6, p. 1779-1786, 2014.

CUSTÓDIO, D. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K.A.P.; SANTOS, R.S.; FARIA, C.D. Avaliação do gesso no desenvolvimento e produção do capim Tanzânia. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.1., p.27-34, 2005.

De FILIPPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo**. Metodologia. 2.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 26 p.

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

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.143- 150, 1986.

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

FERREIRA D. F.; SISVAR: A computer statistical analysis system. **Cienc Agrotec**. 35 (6):1039-1042, 2011.

GAMA, K. F. V. **Produção e composição química da variedade de cana-de-açúcar RB867515, no ciclo de primeira rebrota, em função de adubação nitrogenada e potássica**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Alagoas: Maceió - AL, 2016.

MAGALHÃES, J. V. **Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (Zea mays, L.) submetidas a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva**.

Viçosa, MG. 76 p. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

KAMINSKI, J; GATIBONI L. C.; RHEINHEIMER, D. S.; MARTINS, J. R.; SANTOS, E. J. S.; TISSOT, C. A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:1107- 1113, 2002.

MAJEROWICZ, N. **Fotossíntese**. In: Fisiologia Vegetal. Guanabara Koogan. 2004.

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.; 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.

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**, v.28, n.239, p.30-43, 2007.

OLIVEIRA, M.W.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, T.B.A.; RODRIGUES, C.A.; FRANCO JÚNIOR, C.L.; PAULA, A.C.B. **Produção da cana-de-açúcar com apenas uma irrigação após o plantio**. In: XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Maceió- AL. CD Rom. 2017.

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. **Ciência Agrícola**, v.12, n.1, p.9-16, 2014.

OLIVEIRA, M.W.; NASCIF, C.; SILVA, V.S.G.; OLIVEIRA, T.B.A.; RODRIGUES, C.A.; NOGUEIRA, C.H.C. Nitrogen fertilization on nutritional status and seedling yield of three sugarcane varieties. **Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary**, v.5, n.4., p.11-116, 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.

OLIVEIRA, M.W.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, T. B. A; NOGUEIRA, C. H .C.; FRANCO JÚNIOR, C. L.; BRITO, F.S. SANTOS, G. C. S. Humic substances, amino acids, and marine alga extract increase sugarcane productivity. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.408-414, 2018d.

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 da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região oeste do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v.39, n.10, out. 2009.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

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

ROSSI, A.R.; BERNARDES, M.S. Estudo sobre o manejo e o decaimento de produtividades de cortes sucessivos em canavial na região de Ribeirão Preto – SP. In: **VI Workshop Agroenergia** – Ribeirão Preto – SP. CD Rom. 2012.

RUFTY, T.W.; MACKOWN, C.T.; ISRAEL, D.W. Phosphorus stress effects on assimilation of nitrate. **Plant Physiology**, v.94, p.328-333, 1990.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E.V.S.; ALVES, G. D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9., n.1, p.33-38, 1985.

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

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.; GALVAO, E. R.; SILVA, A. F.; MACHADO, P. A. S. Nutritional requirement of sugarcane cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n. 4., p.361 -369, 2018.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZOTTI, M. L.; BENEDETTI, P. B.; SILVA, L. F. C. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 6. **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.121-182.