

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

CARLOS HENRIQUE DE CASTRO NOGUEIRA

**Estado nutricional da variedade RB92579 nos ciclos de cana-planta, primeira, segunda e
terceira rebrotas**

Rio Largo - AL

2019

CARLOS HENRIQUE DE CASTRO NOGUEIRA

Estado nutricional da variedade RB92579 nos ciclos de cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrotas

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 - AL

2019

Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

N778e Nogueira, Carlos Henrique de Castro

Estado nutricional da variedade RB92579 nos ciclos de cana-
planta, primeira, segunda e terceira rebrotas. Rio Largo-AL – 2019.

40 f.; il; 33 cm

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC em Agronomia)
- Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio
Largo, 2019.

Orientador(a): Prof. Dr. Mauro Wagner de
Oliveira.

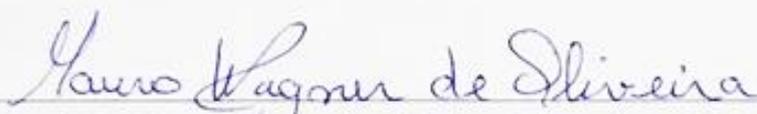
Folha de Aprovação

CARLOS HENRIQUE DE CASTRO NOGUEIRA

Estado nutricional da variedade RB92579 nos ciclos de cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrotas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias/UFAL, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovação em 18 de fevereiro de 2019.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira - Orientador - CECA/UFAL



Prof. Dra. Terezinha Bezerra Albino Oliveira – CECA/UFAL



Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – CECA/UFAL

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os pesquisadores que conheci em minha jornada até o dia de hoje, tanto os que tive a honra de cumprimentar pessoalmente, quanto aqueles que conheci apenas em literatura. Agradeço-vos pelo conhecimento que adquiri na leitura de suas obras e o tanto que elas foram fundamentais para alicerçar o conhecimento que tenho hoje, ainda limitado, porém mais amplo do que quando iniciei minha jornada.

Dedico também aos amigos de graduação Janyne Joyce, Karollyne Priscila, Erica Teixeira, Danielle Ruffino, Mariângela Pereira, Jecilene Tomé, André Lucas, Douglas Ferreira, Adinaldo Ferreira, Jhonatan Araujo, Luiz Carlos, Aristides Constantino, Aurel Alagbe, Edilane Eulalia, Márcio Lisboa, Meliny Carvalho e Wellington Tavares; não poderia eu ter estudado com uma turma melhor do que essa! Vocês fazem parte da minha história de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar comigo em todos os momentos ao longo de minha vida;

Aos meus pais: Jeilson Silva Nogueira e Cícera Marinho de Castro pelo incentivo aos estudos;

As minhas avós Rosa Madalena Marinho de Castro e Ignês Mendes Nogueira e as minhas tias Janice Marinho de Castro, Maria do Socorro Marinho de Castro e Janilza Marinho de Castro pelo cuidado e acolhimento;

Aos meus professores pela sua sabedoria e dedicação ao ensino;

Ao professor, amigo e orientador Dr. Mauro Wagner de Oliveira, por todo o apoio e companheirismo desde o início de minha graduação e por ter cuidado de mim como um filho seu, não tenho palavras para expressar o quão grato sou por ter acreditado tanto em mim;

Ao amigo José Antônio de Melo Moreira por me aconselhar nas horas em que pensei que não seria capaz de ir mais longe;

Aos amigos: Ramires Rangel Brito, Sthefanny Farias de Castro Jambeiro, Pedro Henrique da Silva Wanderlay, Danielle Sores, Natália Soares e Higor Coelho pelos conselhos e momentos de descontração em meio às responsabilidades por mim assumidas.

Aos amigos do intercâmbio que fiz em Portugal: Pedro Garcia, Marcello Nakaishi, Najla Kfour, Beatriz Bambineti, Felipe Aguiar, Jéssica Kaiser, Leonor Ferreira, Luciana Martins, Kamilla Monteiro, Juliana Wady, Diogo Fernandes, Lizandra Nunnes, Marina Gomes, Jannaylton Santos, Ionara Rios, Carla Mascarenhas, Jesús Garcia, Pedro Bayona, Pedro Luiz, Leonardo Andrade, Letícia Maia, Anna Marotti, Guilherme Cabral, Sarah Kirsch, João Monteiro, Vissolela Silva, Raquel Gonçalves, Rodrigo Duarte e Manoel Ramos, a minha vida não seria a mesma se não tivesse os conhecido, sou uma pessoa melhor graças a vocês!

Aos irmãos de sangue: Mariana Nogueira, Enmily Nogueira, Jean Nogueira e Naara de Castro, eu os amo em imenso!

Aos irmãos que tenho em meu coração e que ganhei ao longo dos meus dias até hoje: Gilvanete Meira, Everaldo Santos, Tayane Damasceno e Tayzer Damasceno;

Aos companheiros de estágio do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas pelo aprendizado;

Aos demais amigos pelas orações e palavras de apoio;

A minha tia Ineide Nogueira (*in memoriam*) pela sua humildade e competência como educadora e por permitir que eu estudasse em uma escola de referência. Seus esforços serão eternamente lembrados por todos que partilharam um pouco das suas vidas contigo! Serás sempre lembrada com carinho por todos que tiveram o privilégio de te conhecer.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes cultivadas em território brasileiro, com uma das maiores áreas de plantio em território nacional, ficando atrás apenas do milho e da soja. Dela é possível obter produtos como açúcar, etanol, bioenergia, ceras, tinturas, bem como o seu uso na alimentação animal. O crescimento e expansão da produção canavieira é consequência do implemento de tecnologias que visam o aumento da produtividade e lucratividade da cultura da cana-de-açúcar. Dentre as principais tecnologias adotadas, podem-se destacar a análise de solo, calagem e gessagem, adubações verde e orgânica, uso eficiente de fertilizantes químicos, controle de pragas e plantas daninhas, irrigação e escolha correta de variedades de cana-de-açúcar. Os programas de melhoramento genético têm disponibilizado cada vez mais variedades bem adaptadas às condições edafoclimáticas e de alto potencial produtivo. Para as variedades disponíveis é importante conhecer a extração de nutrientes, visando futuras recomendações de adubação, especialmente a adubação de restituição e a mineralização da palhada da cana colhida sem queima. A variedade RB92579 tem sido a mais plantada no estado de Alagoas, a sua área colhida aumentou 37% entre os anos de 2000 a 2015 para a região Nordeste do Brasil. Ela tem sido bem aceita tanto por produtores fornecedores de cana, quanto em áreas plantadas nas próprias usinas, graças ao seu alto perfilhamento, boa produtividade agrícola, elevado teor de Açúcar Total Recuperável (ATR) e alta recuperação em condições de estresse hídrico. Dada a sua importância para a produção agrícola e para a economia do estado, o presente estudo teve por objetivo avaliar o estado nutricional da variedade de cana RB92579 em cada um dos ciclos: cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrotas; e analisar o estado nutricional ao longo dos quatro cortes realizados. O estudo foi conduzido em área experimental da Usina Triunfo, no município de Anadia – AL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Na fase que antecede o estudo, coletaram-se amostras do solo para avaliação da fertilidade nas camadas de 0 a 20cm e de 20 a 40 cm de profundidade. Aplicou-se o corretivo de acidez do solo com o objetivo de elevar a saturação por bases para 60%. O solo foi arado e gradeado, sulcando-se a seguir. As parcelas foram constituídas de sete sulcos de 8,0 metros de comprimento, espaçadas de 1,00 metro. No ciclo de cana-planta a adubação química, aplicada no fundo do sulco de plantio, foi a usualmente empregada pela usina: 500 kg por hectare de 09-14-22. As rebrotas foram adubadas com 500 kg ha⁻¹ do adubo 20-05-25, com distribuição manual do fertilizante. Na fase de crescimento máximo da cana, foram coletadas folhas +3, para avaliação do estado nutricional das plantas. De posse dos resultados obtidos, os dados foram submetidos à análise de variância e a teste de médias. Houve diferença quanto ao estado nutricional entre os ciclos da variedade RB92579 para nitrogênio, fósforo, magnésio, ferro, enxofre e boro. Foi observada deficiência de cobre e manganês durante todos os ciclos avaliados e que esta deficiência tem sido recorrente em outros estudos realizados por este grupo de pesquisa. Constatou-se, no ciclo de cana-planta, a deficiência de fósforo que permaneceu no ciclo de primeira rebrota. Para o ciclo de segunda rebrota, houve deficiência apenas para cobre e manganês. A terceira rebrota apresentou teores insuficientes para fósforo, enxofre, nitrogênio, cobre e manganês. Para os demais nutrientes, os teores apresentados situaram-se na faixa ideal para a cultura.

Palavras-chave: eficiência nutricional, sistema de produção, nutrição mineral, *Saccharum* spp.

ABSTRACT

The sugar cane crop is one of the most important cultivated in Brazilian territory, with one of the largest planting areas in Brazil, behind only corn and soybeans. It is possible to obtain products such as sugar, ethanol, bioenergy, waxes, tinctures as well as their use in animal feed. The growth and expansion of sugarcane production is a consequence of the implementation of technologies that aim to increase the productivity and profitability of the sugar cane crop. Among the main technologies adopted, we can highlight soil analysis, liming and plastering, green and organic fertilization, efficient use of chemical fertilizers, pest and weed control, irrigation and correct choice of sugarcane varieties. Genetic breeding programs have increasingly made available varieties that are well adapted to the edaphoclimatic and high productive potential conditions. For the available varieties, it is important to know the nutrient extraction, aiming at future fertilization recommendations, especially the fertilization of the refund and the mineralization of the cane straw harvested without burning. The variety RB92579 has been the most planted in the state of Alagoas, its harvested area increased 37% between the years 2000 to 2015 for the Northeast region of Brazil. It has been well accepted by sugarcane producers as well as in planted areas in the mills, thanks to its high tillering, good agricultural productivity, high Total Recoverable Sugar (ATR) content and high recovery under conditions of water stress. Given its importance for agricultural production and for the state economy, the present study had the objective of evaluating the nutritional status of the sugarcane variety RB92579 in each cycle: sugarcane, first, second and third regrowth; and analyze the nutritional status throughout the four cuts made. The study was conducted in Triunfo Usina experimental area, in the city of Anadia - AL. The experimental design was a randomized block design, with five replications. In the phase prior to the study, soil samples were collected for fertility evaluation in the 0-20cm and 20-40cm depth layers. The soil acidity correction was applied with the objective of increasing the saturation by bases to 60%. The soil was plowed and barred, then furrowed. The plots were constituted of seven grooves of 8.0 meters in length, spaced of 1,00 meters. In the cane-plant cycle the chemical fertilization, applied at the bottom of the planting groove, was the one usually used by the plant: 500 kg per hectare from 09-14-22. The regrowths were fertilized with 500 kg ha⁻¹ of fertilizer 20-05-25, with manual fertilizer distribution. In the maximum growth stage of the cane, leaves +3 were collected to evaluate the nutritional status of the plants. With the results obtained, the data were submitted to analysis of variance and the means test. There was a difference in the nutritional status between the cycles of the variety RB92579 for nitrogen, phosphorus, magnesium, iron, sulfur and boron. Copper and manganese deficiency were observed during all evaluated cycles and that this deficiency has been recurrent in other studies carried out by this research group. It was verified, in the cane-plant cycle, the phosphorus deficiency that remained in the first regrowth cycle. For the second regrowth cycle, there was deficiency only for copper and manganese. The third regrowth presented insufficient levels for phosphorus, sulfur, nitrogen, copper and manganese. For the other nutrients, the presented contents were in the ideal range for the culture.

Keyword: nutritional efficiency, production system, mineral nutrition, *Saccharum* spp.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização geográfica do município de Anadia - AL, local de condução do estudo.....	20
Figura 2 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de cana-planta	23
Figura 3 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de primeira rebrota	25
Figura 4 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de segunda rebrota	26
Figura 5 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de terceira rebrota	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de concentração de nutrientes na folha de cana-de-açúcar.....	19
Tabela 2 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de cana-planta	22
Tabela 3 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de primeira rebrota	24
Tabela 4 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de segunda rebrota	26
Tabela 5 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de terceira rebrota	27
Tabela 6 - Quadrados médios da análise de variância e médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana RB92579 em função dos quatro cortes realizados	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Panorama atual da cultura	14
2.2	Características Botânicas	15
2.2.1	A variedade RB92579	15
2.3	Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral	16
2.3.1	Avaliação da Fertilidade do Solo	17
2.3.2	Calagem	18
2.3.3	Gessagem	19
2.3.4	Adubação Mineral	20
2.3.5	Avaliação do Estado Nutricional	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Estado Nutricional das Plantas no ciclo de cana-planta	23
4.2	Estado Nutricional das Plantas no ciclo de primeira rebrota	25
4.3	Estado Nutricional das Plantas no ciclo de segunda rebrota	26
4.4	Estado Nutricional das Plantas no ciclo de terceira rebrota	28
4.5	Considerações quanto ao Estado Nutricional da RB92579 ao longo do estudo	29
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas de importância econômica no Brasil. Dela é possível obter produtos como açúcar, etanol, etanol anidro, etanol hidratado, fabricação de doces, bioenergia, bem como produzir forragem para alimentação animal. A área de plantio ocupada pela cana é uma das maiores em território: segundo dados do IBGE (2018), para a safra de 2017/2018, correspondeu a 11,026 milhões de hectares, sendo inferior apenas em relação a soja e milho; em Alagoas este valor foi de 28,1 mil hectares (CONAB, 2018), consolidando-se como a principal cultura do estado. A indústria sucroalcooleira ocupa uma posição de destaque no agronegócio brasileiro, pois é responsável pela geração de renda, trabalho e expansão do potencial agrícola do país.

O crescimento deste setor está relacionado a implementação de diversas tecnologias nacionais que têm permitido aumentar a eficiência dos insumos, diminuir os custos de produção e elevar a produtividade da terra e dos recursos humanos, com vistas a tornar o sistema produtivo mais lucrativo e sustentável (ALMEIDA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011b). Dentre as principais tecnologias adotadas, podem-se destacar a análise de solo, calagem e gessagem, adubações verde e orgânica, uso eficiente de fertilizantes químicos, controle de pragas e plantas daninhas, irrigação e escolha correta de variedades de cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007; SILVA, 2007; SILVA, 2013). A maior parte do conhecimento científico que permite estes avanços é responsabilidade das universidades, centro de pesquisas e empresas particulares que desenvolvem estudos acerca do melhoramento genético de plantas e disponibilizam variedades cada vez mais produtivas e bem adaptadas às condições edafoclimáticas. Entretanto, faz-se necessário estudo quanto à nutrição mineral de plantas para avaliar a extração de nutrientes por cada variedade. Isto permite estabelecer práticas que contribuam para manter e/ou elevar a fertilidade do solo, garantindo altas produtividades nos ciclos de cana-planta e, para posteriores rebrotas, decréscimos reduzidos de produtividade (OLIVEIRA et al., 2012).

É recomendável que, nos estudos de avaliação do potencial produtivo das variedades de cana-de-açúcar, se quantifique, além da extração de nutrientes, o estado nutricional que apresentam (OLIVEIRA et al., 2011b). A análise conjunta desses resultados auxilia na compreensão dos fatores responsáveis pela capacidade de adaptação e produtividade de determinada cultivar, servindo também para orientar no manejo da cultivar (OLIVEIRA et al., 2007; CALHEIROS et al., 2012).

A variedade RB92579 tem sido a mais plantada no estado de Alagoas e, segundo dados da RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético), a sua área colhida aumentou 37% entre os anos de 2000 a 2015 para a região Nordeste do Brasil. Ela tem sido bem aceita tanto por produtores fornecedores de cana, quanto em áreas plantadas nas próprias usinas, graças ao seu alto perfilamento, boa produtividade agrícola, elevado teor de Açúcar Total Recuperável (ATR) e alta recuperação em condições de estresse hídrico (DAROS et. al., 2015). De toda área cultivada com cana no Nordeste, a RB92579 correspondeu a 35,9% na safra 2016/2017 e em Alagoas a sua área plantada correspondeu a 34,6% do total de hectares cultivados na safra 2016/2017 (BRAGA et al., 2018). Dada a sua importância para a produção agrícola e para a economia do estado, o presente estudo teve por objetivo avaliar o estado nutricional da variedade de cana RB92579 em cada um dos ciclos (cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrota) e analisar o estado nutricional ao longo dos quatro cortes realizados durante todo o estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA ATUAL DA CULTURA

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma das mais promissoras culturas para produção de açúcar e bioenergia mundial, ocupando cerca de 27 milhões de hectares (SANTOS, et al, 2016). O interesse no seu cultivo tem sido potencializado graças as perspectivas de uso na produção de energias renováveis e de biocombustíveis (SMEETS et al., 2009; LOSORDO et al., 2016; CLEMENTE et al., 2017). Os maiores produtores de cana são: Brasil, Índia, Cuba, México, China, Filipinas, Austrália, África do sul, Estados Unidos da América e República Dominicana (ROS, 2004).

A produção brasileira de cana na safra 2017/2018, segundo a Conab (2018), foi de 633,26 milhões de toneladas, com uma área colhida de 8,73 milhões de hectares que, apesar de ser 3,5% menor que a da safra 2016/2017, ainda representa uma das principais culturas colhidas no país, sendo a terceira maior e com área inferior apenas à soja e milho. A região Sudeste é a principal produtora, com 417,47 milhões de toneladas processadas, a área colhida correspondeu a 5.448,4 mil ha, com os estados de São Paulo e Minas Gerais como maiores produtores. A região Centro-oeste obteve produção de 133,66 milhões de toneladas, com destaque para os estados de Goiás e Mato Grosso. A região Nordeste produziu 41,14 milhões de toneladas e, mesmo com uma área menor em relação à safra 2016/2017, conseguiu recuperar a produtividade, em especial as safras dos anos anteriores afetadas pelos déficits hídricos, fator que influencia diretamente na produção (ABREU et al., 2013). Alagoas teve uma área colhida de 303,8 milhões de hectares, sendo a maior em relação aos demais estados da região, com produção de 13.646,9 mil toneladas no ciclo 2017/2018 e consolidando-se como a principal cultura do estado, sendo superada apenas por São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e Mato Grosso com produções de 349.200,5; 70.622,0; 65.017,4; 46.940,2; 37.477,4; 16.101,9 mil toneladas, respectivamente (CONAB, 2018).

Dada a sua múltipla aptidão, é possível produzir, a partir da cana, produtos como açúcar, etanol e biocombustíveis. A produção de açúcar na safra 2017/2018 atingiu 37,87 milhões de toneladas, uma diminuição de 2,5% em relação à safra anterior justificada pelo interesse das indústrias no preço do etanol hidratado que aumentou 10,7% de 2017 para 2018, com produção de 60,85 milhões de litros (CONAB, 2018). Além destas aptidões, a cana-de-açúcar ainda é matéria-prima para produção de cera, doces caseiros, produção de forragem, álcoois, celulose e energia (ARAUDA, 2002).

A respeito da sua importância econômica, a cana-de-açúcar é responsável por 80% de todo o açúcar produzido mundialmente, superando a beterraba e milho e o Brasil é um dos maiores exportadores deste alimento. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), a previsão é de que o país corresponda a 48% de todo açúcar exportado nos próximos anos. Além do crescente interesse na produção do etanol, que prevê um aumento de 40% nos próximos 10 anos. Em Alagoas, é a fonte de geração de emprego em grande parte das cidades do estado, desde os produtores que fornecem cana às usinas, aos que trabalham direta ou indiretamente na produção de açúcar, etanol e energia de biomassa. Dados de 2018 apresentam a cultura como principal atividade em Alagoas, com 16 usinas operando na safra 2017/2018 (SINDAÇÚCAR, 2019) e representando 75% da produção industrial e 15% do PIB do estado. Estima-se que mais de 80% dos empregos gerados estão vinculados à atividade sucroenergética (SIQUEIRA, 2017), de maneira que a cultura da cana também abrange os aspectos sociais, gerando renda e movimentando a economia da região.

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma planta que pertence à família das Poaceae, gênero *Saccharum*, monocotiledônea. O cultivo de forma comercial faz uso de variedades híbridas interespecíficas, obtidas pelo cruzamento entre espécies. Tem caules robustos, fibrosos e articulados que são ricos em sacarose, sendo essa a principal razão que a faz uma planta de interesse econômico, visto que, em função desse acúmulo, é possível obter os produtos gerados a partir da sua colheita. A planta tem entre dois e seis metros de altura. Para o território brasileiro, ela é considerada uma planta exótica, cujo centro de origem tem sido indicado por diversos autores como sendo as Ilhas do Arquipélago da Polinésia ou a Nova Guiné ou a Índia, embora o local exato ainda permaneça incerto (FIGUEIREDO, 2008).

A planta se reproduz de forma sexuada, porém o seu cultivo comercial é feito através do plantio de pedaços do colmo, por propagação vegetativa. Sua inflorescência é do tipo panícula, com flores hermafroditas, folhas alternadas, opostas, presas aos nós do colmo (SILVA et al., 2010).

2.2.1 A variedade RB92579

Os cultivos comerciais de cana-de-açúcar têm sido feitos a partir da liberação de variedades cada vez mais melhoradas e adaptadas às condições edafoclimáticas da região, sendo uma das principais tecnologias responsáveis pelo incremento de produtividade aos canaviais

brasileiros. As pesquisas em relação ao melhoramento genético da cultura datam de 1969, a princípio com a instalação do PLANALSUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, designado para atuar como área de pesquisas do antigo IAA – Instituto do Açúcar e do Álcool, seguido da implantação da RIDESA (DAROS et al., 2015). Variedades de importância econômica foram desenvolvidas ao longo dos anos de pesquisa, com destaque para a RB867515, com cerca de 25% de toda a área de cana do Brasil e RB92579, com cerca de 10%, sendo esta última a mais plantada em Alagoas, com 34,6% de toda a área cultivada de cana no estado (BRAGA et al., 2018).

A RB92579, tem sido plantada nas regiões do litoral, zona da mata e parte do agreste alagoano. Devido a ocorrência das chuvas nesta região ser frequentemente nos períodos de março a agosto, os cultivos em épocas mais secas são dependentes da irrigação (ABREU et al., 2013). A liberação desta variedade ocorreu em 2003 e foi de grande aceitabilidade por parte dos produtores. A sua genealogia é resultado do cruzamento entre as variedades RB75126 fecundada com pólen da variedade RB72199. A RB92579 tem característica de crescimento ereto, arquitetura foliar com pontas curvas, copa de volume regular e tonalidade intermediária, folhas de limbo largo e fraco serrilhamento do bordo, difícil despalha, palmito curto de seção circular de cor verde-roxa e fraca presença de cera, colmos com entrenós cilíndricos de comprimento e diâmetro médios de aspecto manchado com pouca cera, de cor roxa ao sol e amarelo-verde sob a palha e gema do tipo triangular. Um dos fatores que a levam a ter grande aceitabilidade está relacionado às suas características agroindustriais, pois é altamente responsiva à irrigação e muito eficiente no uso da água, além de apresentar boa recuperação após períodos de seca. O seu alto teor de açúcares totais recuperáveis (ATR) também contribui para que a área de plantio da RB92579 no estado crescesse 37% entre os anos de 2000 (ainda em fase de testes) até 2015, superando a RB867515 no estado de Alagoas (DAROS et al., 2015).

2.3 FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL

O cultivo comercial da cana-de-açúcar visa obter ganhos significativos de produtividade com baixos decréscimos nos ciclos posteriores e com maior eficiência no uso da terra, do capital e dos recursos humanos disponíveis, fatores de produção que, em especial por parte dos proprietários e administradores do plantio, devem ser sustentáveis do ponto de vista econômico, ambiental e social. Para alcançar esse objetivo, os produtores devem implementar tecnologias que visem diminuir os custos de produção e elevar a produtividade, utilizando de forma eficiente os recursos humanos, com vistas a tornar o sistema produtivo mais lucrativo e

sustentável (ALMEIDA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011a). Baixos rendimentos podem estar associados, dentre outros fatores, à adubação inadequada em relação às necessidades da cultura (SOUSA JUNIOR et al., 2017).

Devido ao seu maior acúmulo de biomassa, a cana-de-açúcar, conseqüentemente, extrai e acumula grandes quantidades de nutrientes do solo. Uma produção média de 120 toneladas de Matéria Natural (MN) por hectare equivale a um acúmulo na parte aérea da planta da ordem de 150, 40, 180, 90, 50 e 40 kg de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), respectivamente. No caso dos micronutrientes Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu) e Boro (B), 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 (OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011b; CALHEIROS et al., 2012).

Ao considerarmos que a extração de nutrientes do solo pela cana é alta, o manejo adequado de fertilizantes é essencial para a colheita atingir altos rendimentos. Visto que o custo com nutrição mineral representa uma parte significativa dos custos de produção, seguir critérios para a recomendação de adubações é fundamental para otimizar o sistema de plantio e obter canaviais cada vez mais lucrativos (SILVA et al., 2017), onde o solo é o principal meio para o crescimento e nutrição das plantas (LOPES e GUILHERME, 2007) e, portanto, de elevada importância para o alcance de altas produtividades.

2.3.1 Avaliação da Fertilidade do Solo

Em função do que foi discutido a respeito da alta capacidade de remoção de nutrientes pela cultura, torna-se necessário realizar avaliações que visem determinar a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo às plantas e, se necessário, complementá-la com adubações químicas, orgânicas e/ou resíduos agroindustriais (OLIVEIRA et al., 2007). Para dar-se início, a primeira etapa é a realização da análise do solo. Ela é feita com base nas amostragens do terreno do canavial e, conforme citado por Anghinoni e Salet (1998), a recomendação final só refletirá as reais necessidades se essa etapa for criteriosamente realizada, visando diminuir os erros em decorrência da coleta e sistematização da amostragem. Para a cultura da cana-de-açúcar tem-se recomendado a coleta de amostras nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; VITTI e MAZZA, 2002). A primeira servirá para as recomendações de calagem e adubações e a segunda para a recomendação da gessagem (SOUZA, 2006). As etapas posteriores à amostragem são: a análise química, interpretação dos resultados e, por fim, as recomendações (ORLANDO FILHO et al., 1994).

Antes de ser realizada a coleta das amostras de solo, é importante dividir a área em unidades homogêneas, para isso deve-se considerar, dentre outros fatores, 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, para que a amostragem seja feita da forma mais imparcial possível e que se evite posteriores erros de recomendação (OLIVEIRA et al., 2007).

2.3.2 Calagem

Os solos brasileiros, de modo geral, apresentam baixo pH, o que os caracterizam como solos ácidos e que são prejudiciais para o bom desempenho dos canaviais. Eles podem ainda estar associados à presença de elementos classificados como tóxicos às plantas, são eles: o Alumínio (Al) e Manganês (Mn) trocáveis no solo, bem como teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em baixas concentrações (SOUSA, 2007). O uso de determinados fertilizantes, associados com recomendações equivocadas de adubação e cultivos excessivos pode ainda intensificar o processo de acidificação e promover a liberação de substâncias tóxicas (RAIJ, 2011).

Um dos implementos tecnológicos aplicados aos canaviais tem sido a calagem. Esta é uma etapa do preparo do solo para cultivo que tem por objetivo corrigir a acidez do solo, neutralizar o alumínio tóxico, fornecer cálcio e magnésio, bem como promover melhorias à estrutura e à atividade microbiana (BRADY, 1989). A capacidade de troca catiônica do solo (CTC) também é influenciada graças a essa atividade, aumentando a disponibilidade de N e P (PADILHA, 2014). Outro benefício é o efeito significativo que a calagem promove à macroporosidade da camada de 0 a 20 cm, que reflete em maior produção de matéria seca das plantas (CASTRO et al., 2011).

Para que os benefícios citados se façam presentes no plantio de cana, a dosagem do corretivo precisa ser a adequada (ALCARDE, 1992). O mercado de insumos oferece diferentes tipos de calcário, sendo os calcínicos, magnesianos, dolomíticos e os silicatos de cálcio e magnésio os mais comumente utilizados como fontes de correção da acidez do solo. Para a determinação da dosagem correta, faz-se uso de métodos de correção do solo: O Método da incubação, método do $Al^{3+} + (Ca^{2+} + Mg^{2+})$, Método da Saturação por bases e Método SMP (A sigla que identifica o método faz referência aos seus criadores: Shoemaker, Mac Lean e Pratt), esses têm sido os recomendados pela literatura. Conforme citado por Raij (2011), recomenda-se elevar a saturação por bases para 60% a fim de corrigir o solo sem que o nível de Ca seja comprometedor para a cultura. Para realização do cálculo, dispõe-se da seguinte expressão matemática:

$$QC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = [(60 - V) \times T] \div PRNT \text{ (Eq. 1)}$$

Onde V = saturação por bases atual do solo; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; e PRNT = poder relativo de neutralização total do corretivo utilizado.

QC = quantidade de calcário.

Dentre os elementos tóxicos à cana, o alumínio em suas formas $Al(OH)^{2+}$ e Al^{3+} são responsáveis por grandes prejuízos às plantas, afetando a divisão celular e inibindo o crescimento das raízes, visto que ele pode se ligar fortemente ao fósforo presente nas membranas dos tilacóides e à membrana celular, que torna-se rígida e isso dificulta a passagem de nutrientes para o interior das células, além desses compostos também se ligarem ao fósforo presente no solo que, naturalmente já é pouco disponível para as plantas, mas que torna-se ainda mais acentuado na presença do alumínio em suas formas fitotóxicas. Os processos fotossintéticos, a respiração celular, passagem de nutrientes e água são afetados pela presença deste elemento, provocando, conseqüentemente menores rendimentos da cultura da cana (TAIZ e ZEIGER, 2016; OLIVEIRA et al., 2018). A aplicação das doses recomendadas de calcário servirá para, além de neutralizar a acidez do solo, precipitar o alumínio e disponibilizar o fósforo para as plantas (DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al., 2018).

2.3.3 Gessagem

O gesso agrícola tem sido uma opção de manejo da acidez em profundidade e repercute na melhoria do ambiente radicular (SOUZA et al., 2007). Seu uso é comumente associado ao calcário e tem a função de diminuir a toxicidade do Al e mobilizar nutrientes verticalmente no solo, devido a maior solubilidade desse produto em comparação com o calcário, a inalteração das cargas elétricas e a permanência do ânion sulfato quase que totalmente na solução do solo (SILVA, 2012).

Segundo Oliveira et al. (2007), a recomendação de gessagem é de 1/4 a 1/3 da dose da calagem ou de 25 a 30%, podendo ser baseada também em função da textura do solo. A aplicação da gessagem é realizada quando a camada subsuperficial do solo apresentar teores de cálcio menores que $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e/ou Al maior que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e/ou saturação por alumínio maior que 30% (RIBEIRO et al., 1999; SOUZA, 2006).

2.3.4 Adubação Mineral

As recomendações de adubo químico em cana-de-açúcar têm sido baseadas nos estudos a respeito do comportamento e resposta da cultura à adubação e em função da fertilidade do solo (MALAVOLTA, 1980; ORLANDO FILHO, 1983) bem como em relação a expectativa de produtividade e fertilidade do solo (LOPES e GUILHERME, 2007; RAIJ, 2011). Oliveira et al. (2007) também recomendam a denominada “adubação de restituição” que se baseia em função da reposição de nutrientes extraídos pela colheita.

2.3.5 Avaliação do Estado Nutricional

Uma das formas de avaliar o estado nutricional das lavouras de cana é através de coleta das folhas da planta. Elas representam a parte da planta que melhor reflete a variação no suprimento dos nutrientes, seja pelo que já está presente no solo ou o que a ele é adicionado por adubações. Após a análise foliar, compara-se os resultados obtidos com os recomendados pela literatura. Na Tabela 1 estão dispostos os valores médios para os referidos nutrientes quanto a cultura da cana-de-açúcar citados pelos principais pesquisadores.

Tabela 1 - Faixas de concentração de nutrientes na folha de cana-de-açúcar

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. (2011)	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. (2011)	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.

Para a análise foliar são colhidas 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. O uso de uma tesoura de aço inoxidável para coletar das folhas +3, ao invés de um canivete ou faca inoxidáveis, evita cortes acidentais em quem realiza a coleta, além de aumentar o rendimento do trabalho (MALAVOLTA et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi instalado em área experimental da Usina Triunfo, situada no município de Anadia (9°48'24 " S, 36°6'55 " W), localizado na Zona da Mata de Alagoas, Brasil (Figura 1). O clima é tropical chuvoso com verões secos, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1.200 mm e a média a temperatura é de 29°C (SILVA et al., 2017).

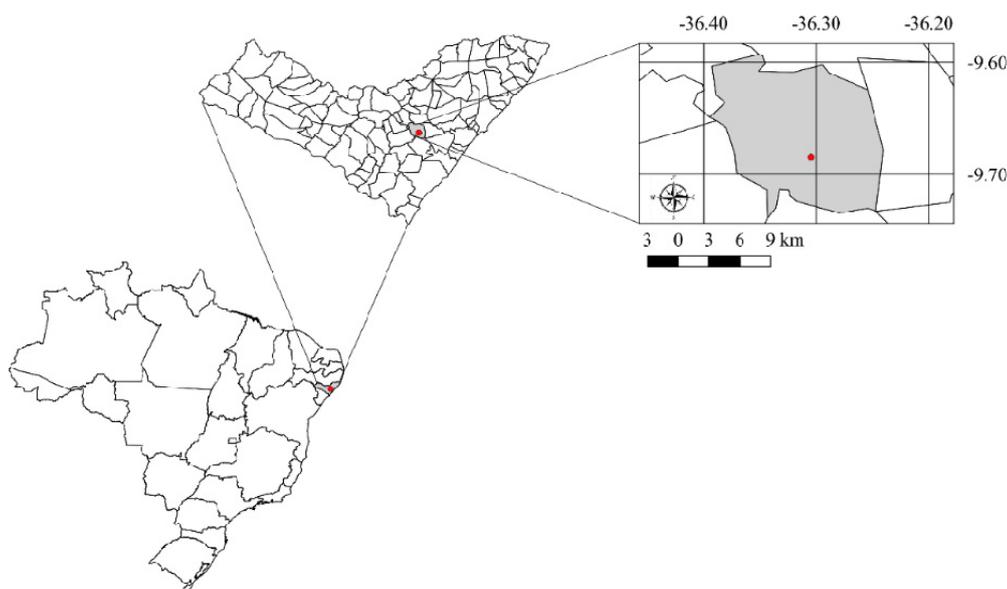


Figura 1 - Localização geográfica do município de Anadia - AL, local de condução do estudo

O estudo foi conduzido entre os anos de 2012 a 2016, sendo colhidos e analisados os ciclos de cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrotas. Antecedendo a sua implantação, foram coletadas amostras de solos nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade. De posse dos resultados, calculou-se a quantidade de calcário dolomítico necessária para elevar a saturação por bases do solo para 60%, tendo-se, também, realizado gessagem na proporção de 1/4 da calagem, seguindo-se recomendação de Oliveira et al. (2007). Após a aplicação do calcário e do gesso, a área experimental foi arada e gradeada, sulcando-se a seguir, no espaçamento de 1,0 metro.

Plantou-se a variedade de cana RB92579, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco repetições. A adubação química, aplicada no fundo do sulco de plantio, foi a usualmente empregada pela usina: 500 kg, por hectare, de 09-14-22. As parcelas foram constituídas de sete sulcos de 8,0 metros de comprimento, espaçadas de 1,00 m. A

densidade de plantio foi de 18 gemas por metro de sulco, usando-se mudas de cana-planta com oito meses de idade. Após o plantio aplicou-se herbicida pré-emergente para o controle de plantas daninhas. Em dezembro de 2012, realizou-se a colheita final da cana-planta e, no início de janeiro de 2014, 2015 e de 2016 a da cana de primeira, segunda e terceira rebrotas, respectivamente. As rebrotas foram adubadas com 500 kg ha⁻¹ do adubo 20-05-25, com distribuição manual do fertilizante.

Na fase de crescimento máximo da cana, coletaram-se folhas + 3 para avaliação do estado nutricional das plantas. Retirou-se a nervura central e o limbo foliar obtido foi levado para secagem a 65°C em estufa de ventilação forçada até massa constante. As subamostras do material vegetal seco foram passadas em moinho de aço inoxidável. O material foi submetido às digestões sulfúricas e nítrico-perclóricas, determinando, a seguir, os teores de macro e micronutrientes.

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 e, o 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). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados e discutidos os resultados para cada um dos ciclos estudados: cana-planta, primeira, segunda e terceira rebrotas. A seguir, será apresentada a análise de variância e as discussões do estudo completo em relação aos quatro cortes realizados.

4.1 ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS NO CICLO DE CANA-PLANTA

Na Tabela 2 estão apresentados os valores máximos, médios e mínimos para os macros e micronutrientes da folha +3 da RB92579. Pela análise da tabela, verifica-se que os coeficientes de variação foram próximos ou inferiores a 10%, com exceção apenas para os elementos cálcio, cobre e manganês, portanto, os valores situaram-se próximos à média, com baixa amplitude entre os valores máximos e mínimos, e contribuindo para confirmar que a variabilidade experimental não influenciou no estudo.

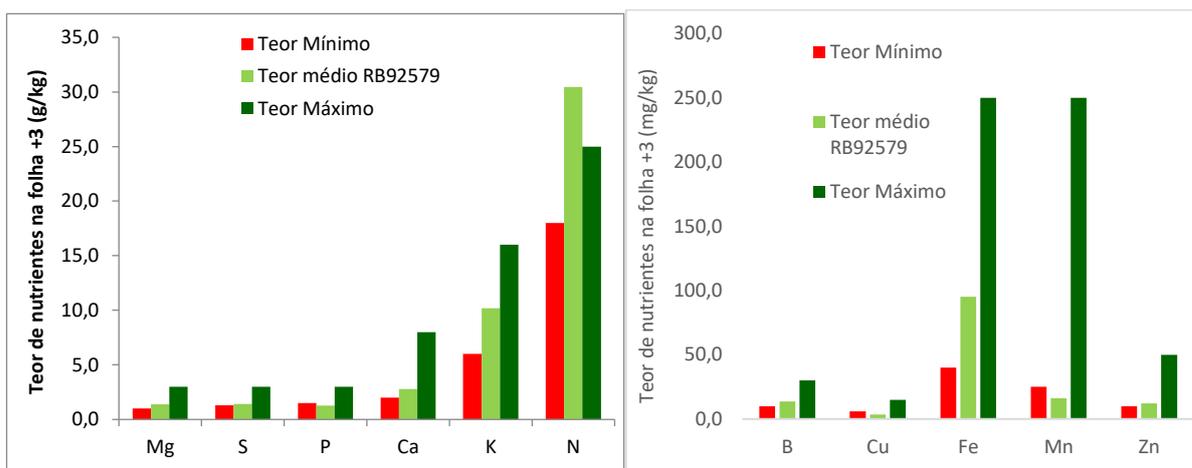
Tabela 2 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de cana-planta.

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Média	30,45	1,28	10,18	2,80	1,38	1,42
Máximo	32,62	1,50	11,30	3,20	1,60	1,50
Mínimo	28,37	1,20	8,80	2,40	1,20	1,20
CV (%)	5,49	10,19	10,50	11,29	10,75	9,18
Nutriente	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg kg ⁻¹					
Média	13,76	3,40	95,20	16,20	12,20	
Máximo	15,60	4,00	103,00	20,00	14,00	
Mínimo	12,20	3,00	85,00	12,00	11,00	
CV (%)	10,75	16,11	8,64	19,71	10,69	

Para facilitar a visualização dos valores médios obtidos no estudo com a RB925879, comparativamente com os teores mínimo e máximo, são apresentados na figura 2 os teores foliares da RB92579 para o ciclo de cana-planta baseando-se nos autores Malavolta et al. (1997) e Raij (2011). Pela análise destas figuras, verifica-se que as plantas estavam bem supridas, tanto

para os macronutrientes, quanto para os micronutrientes para a maioria dos elementos. Verificou-se deficiência para os elementos P, Cu e Mn. Quanto ao N, o teor obtido na cana-planta foi maior que o teor máximo citado na literatura.

Figura 2 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de cana-planta.



Teores de nutrientes na matéria seca do limbo foliar, considerados adequados: N: 16 a 26 g kg⁻¹; P: 1,5 a 3,5 g kg⁻¹; K: 6 a 16 g kg⁻¹; Ca: 2,0 a 8,0 g kg⁻¹; Mg: 1,0 a 3,6 g kg⁻¹; S: 1,3 a 3,0 g kg⁻¹; Boro: 6,0 a 50,0 mg kg⁻¹; Cobre: 6,0 a 15,0 mg kg⁻¹; Ferro: 40,0 a 500,0 mg kg⁻¹; Manganês 25,0 a 250,0 mg kg⁻¹; Zinco: 10,0 a 50,0 mg kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar.

Segundo Oliveira et al. (2007), o acúmulo de N pela cultura da cana varia de acordo com a variedade, idade da cultura, disponibilidade dos nutrientes e fatores edafoclimáticos. Trabalhos conduzidos por Oliveira et al. (2002) indicaram que a extração de N em cana-planta oscila em torno de 1,2 kg t⁻¹ de matéria natural da parte aérea e em sistemas de alta produção, em torno de 120 t ha⁻¹, a quantidade absorvida de N pela planta ultrapassa os 180 kg ha⁻¹. O metabolismo e absorção deste elemento são muito influenciados pela presença de P. Plantas com maior suprimento de fósforo absorvem mais nitrato em comparação com àquelas que não dispõem deste nutriente (MAGALHÃES, 1996). Acredita-se que a cana-planta, por ter maior suprimento de P, seja capaz de absorver maiores quantidades de N quando comparadas com as rebrotas. Conforme demonstra o estudo conduzido na região de Passos, sul de Minas Gerais, verificou-se que o aumento na dose de P no sulco de plantio repercutiu em acúmulos de N maiores na parte aérea das plantas (OLIVEIRA et al., 2007).

4.2 ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS NO CICLO DE PRIMEIRA REBROTA

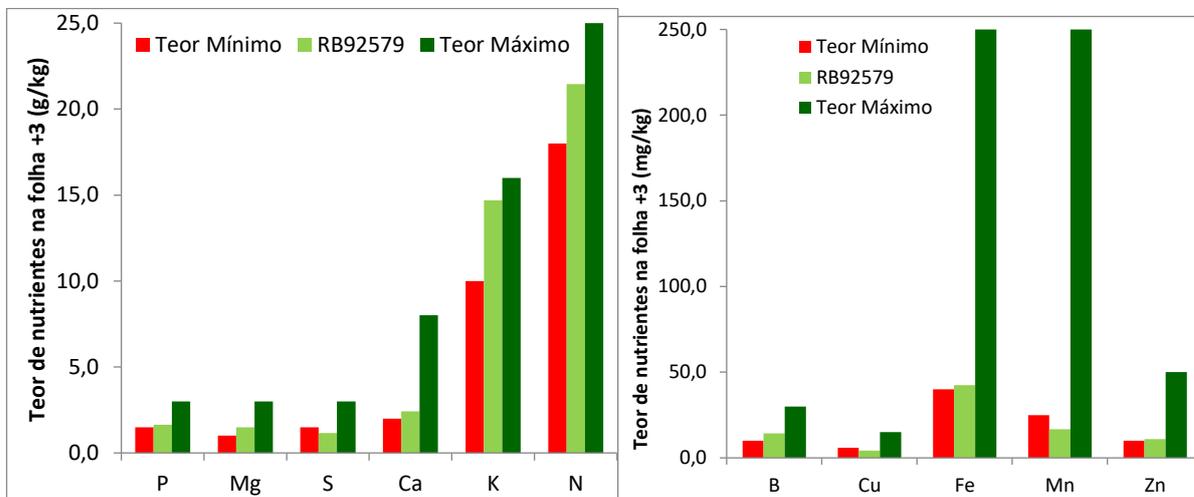
Na Tabela 3 estão apresentados os valores máximos, médios e mínimos para os macros e micronutrientes da folha +3 da RB92579 para o ciclo de primeira rebrota. Verifica-se, pela análise da tabela, que os coeficientes de variação forem próximos ou inferiores a 10%, a exceção permaneceu para os elementos cálcio, cobre e manganês, portanto, os valores situaram-se próximos a média, com baixa amplitude entre os valores máximos e mínimos, e contribuindo para confirmar de que a variabilidade experimental não influenciou no estudo.

Tabela 3 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de primeira rebrota.

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Média	21,44	1,64	14,70	2,42	1,50	1,2
Máximo	22,94	1,90	16,70	2,80	1,60	1,30
Mínimo	18,85	1,50	13,60	2,10	1,30	1,00
CV (%)	9,16	10,20	8,36	11,83	8,16	9,8
Nutriente	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg kg ⁻¹					
Média	14,24	4,20	42,40	16,80	11,00	
Máximo	15,80	5,00	49,00	20,00	13,00	
Mínimo	12,00	3,00	39,00	11,00	10,00	
CV (%)	10,38	19,92	9,07	22,82	11,13	

Na Figura 3 está apresentado os dados dos teores foliares da RB92579 obtidos durante o estudo e a comparação deles para com os citados pela literatura, baseando-se nos autores: Malavolta et al. (1997) e Raij (2011). Pela análise destas figuras verifica-se que as plantas estavam bem supridas para os macronutrientes e para os micronutrientes na maioria dos elementos. Verificou-se que a deficiência para os elementos S, Cu e Mn, os dois últimos permanecendo desde o ciclo de primeira rebrota. Quanto ao N, o teor obtido na primeira rebrota foi maior que o teor máximo citado na literatura.

Figura 3 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de primeira rebrota.



Teores de nutrientes na matéria seca do limbo foliar, considerados adequados: N: 16 a 26 g kg⁻¹; P: 1,5 a 3,5 g kg⁻¹; K: 6 a 16 g kg⁻¹; Ca: 2,0 a 8,0 g kg⁻¹; Mg: 1,0 a 3,6 g kg⁻¹; S: 1,3 a 3,0 g kg⁻¹; Boro: 6,0 a 50,0 mg kg⁻¹; Cobre: 6,0 a 15,0 mg kg⁻¹; Ferro: 40,0 a 500,0 mg kg⁻¹; Manganês 25,0 a 250,0 mg kg⁻¹; Zinco: 10,0 a 50,0 mg kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar.

Conforme citado por Oliveira et al. (2007), a análise foliar e o histórico da variedade são informações que auxiliam nas medidas preventivas em relação a deficiência de micronutrientes, que, apesar dos solos brasileiros disponibilizarem concentrações ideais desses elementos, para o cultivo da cana-de-açúcar, tem sido recorrente a necessidade de adubações químicas para suprir as deficiências desses micronutrientes, especialmente Cu e Mn que permaneceram apresentando teores abaixo do mínimo no presente estudo para o ciclo de primeira rebrota.

4.3 ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS NO CICLO SEGUNDA REBROTA

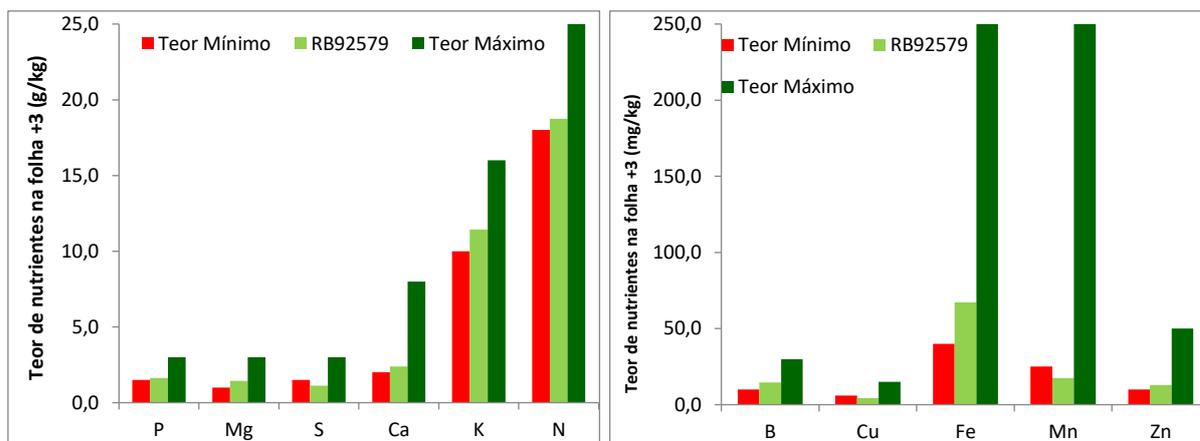
Na Tabela 4 estão apresentados os valores máximos, médios e mínimos para os macros e micronutrientes da folha +3 da RB92579 para o ciclo de segunda rebrota. Os coeficientes de variação situaram-se entre 6,00 a 20,30%, sendo próximos ou inferiores a 10% para os elementos N, P, K, Ca, Mg, B, Fe e Mn e superiores para os elementos S, Cu e Zn. Coeficientes de variação próximos a 10% indicam que os valores obtidos situaram-se próximos da média, com amplitude menor em relação aos que foram superiores a este valor e contribuem para confirmar que a variabilidade experimental não influenciou no estudo.

Tabela 4 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de segunda rebrota.

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Média	18,75	1,62	11,44	2,38	1,44	1,12
Máximo	20,50	1,80	12,00	2,60	1,60	1,30
Mínimo	17,00	1,50	10,40	2,10	1,30	1,00
CV (%)	6,64	8,05	5,85	9,58	7,92	11,60
Nutriente	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg kg ⁻¹					
Média	14,62	4,40	67,20	17,60	13,00	
Máximo	16,00	5,00	77,00	20,00	15,00	
Mínimo	14,00	3,00	58,00	16,00	10,00	
CV (%)	6,0	20,30	10,20	8,60	14,40	

Na Figura 4 estão apresentados de forma gráfica os teores para os elementos em comparação com o máximo e mínimo citados por Malavolta et al. (1997) e Raji (2011) para o ciclo de segunda rebrota.

Figura 4 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raji (2011) para o ciclo de segunda rebrota.



Teores de nutrientes na matéria seca do limbo foliar, considerados adequados: N: 16 a 26 g kg⁻¹; P: 1,5 a 3,5 g kg⁻¹; K: 6 a 16 g kg⁻¹; Ca: 2,0 a 8,0 g kg⁻¹; Mg: 1,0 a 3,6 g kg⁻¹; S: 1,3 a 3,0 g kg⁻¹; Boro: 6,0 a 50,0 mg kg⁻¹; Cobre: 6,0 a 15,0 mg kg⁻¹; Ferro: 40,0 a 500,0 mg kg⁻¹; Manganês 25,0 a 250,0 mg kg⁻¹; Zinco: 10,0 a 50,0 mg kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar.

Pela análise das imagens, verifica-se que as plantas estavam bem nutridas para todos os elementos, com exceção para S, Cu e Mn. Os teores de N, que se apresentaram acima do teor máximo nos ciclos de cana-planta e primeira rebrota, situaram-se abaixo do máximo e acima do mínimo para o ciclo de segunda rebrota.

Em áreas de cultivo de cana com suprimentos ideais de fósforo e potássio, os teores foliares para estes elementos têm oscilado de 2,0 a 3,0 mg de P kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar e, para o potássio, essas concentrações encontram-se entre 13,0 e 16,0 mg de K kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar (OLIVEIRA et al., 2007).

4.4 ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS NO CICLO DE TERCEIRA REBROTA

Na Tabela 5 estão apresentados os valores máximos, médios e mínimos para os macros e micronutrientes da folha +3 da RB92579 para o ciclo de terceira rebrota. Os coeficientes de variação situaram-se entre 4,72 e 26,31%, sendo próximos ou inferiores a 10% para os elementos N, P, K, Mg, Fe e Zn.

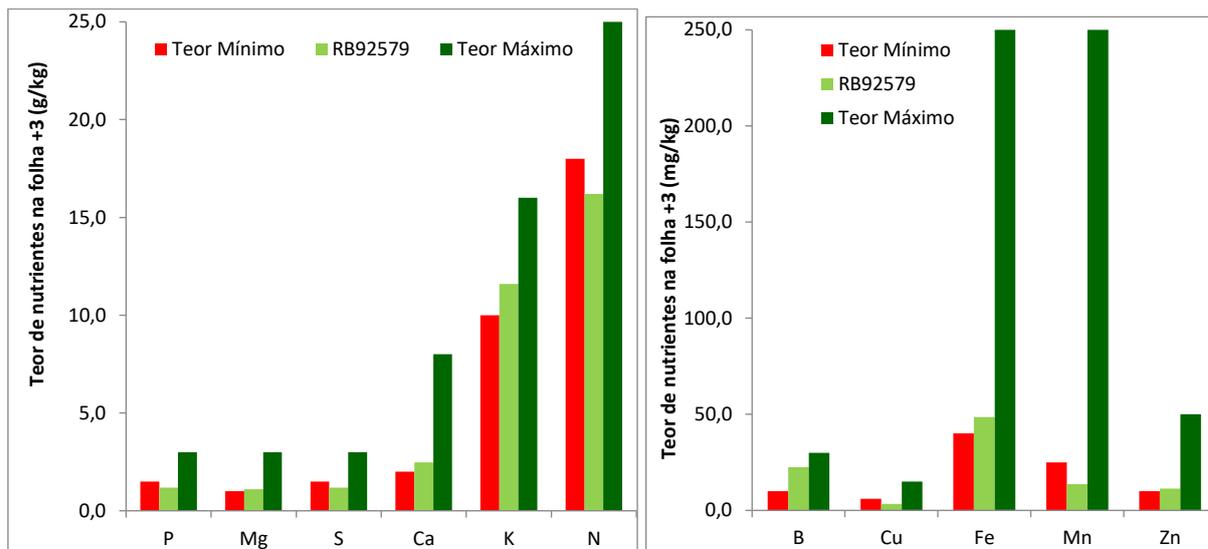
Tabela 5 – Quadrado dos valores máximos, médios e mínimos para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana-de-açúcar, variedade RB92579 no ciclo de terceira rebrota.

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Média	16,20	1,18	11,60	2,48	1,10	1,20
Máximo	17,00	1,30	12,00	2,90	1,20	1,30
Mínimo	15,00	1,10	11,00	2,10	1,00	1,00
CV (%)	5,16	7,09	4,72	11,89	9,09	11,00
Nutriente	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- mg kg ⁻¹ -----					
Média	22,40	3,40	48,60	13,60	11,40	
Máximo	29,00	4,00	53,00	16,00	12,00	
Mínimo	15,00	2,00	40,00	12,00	11,00	
CV (%)	23,11	26,31	10,35	11,15	4,80	

A representação gráfica dos valores obtidos no estudo da terceira rebrota da RB92579 em comparação com os máximos e mínimos citados na literatura pelos pesquisadores Malavolta

et al. (1997) e Raij (2011) estão dispostos na Figura 5. Pela análise dos gráficos, as plantas apresentaram teores insuficientes para P, S, N, Cu e Mn.

Figura 5 - Valores médios dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579, comparativamente aos valores mínimos e máximos citados por Malavolta et al. (1997) e Raij (2011) para o ciclo de terceira rebrota.



Teores de nutrientes na matéria seca do limbo foliar, considerados adequados: N: 16 a 26 g kg⁻¹; P: 1,5 a 3,5 g kg⁻¹; K: 6 a 16 g kg⁻¹; Ca: 2,0 a 8,0 g kg⁻¹; Mg: 1,0 a 3,6 g kg⁻¹; S: 1,3 a 3,0 g kg⁻¹; Boro: 6,0 a 50,0 mg kg⁻¹; Cobre: 6,0 a 15,0 mg kg⁻¹; Ferro: 40,0 a 500,0 mg kg⁻¹; Manganês 25,0 a 250,0 mg kg⁻¹; Zinco: 10,0 a 50,0 mg kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar.

A cana-de-açúcar é uma cultura que remove grandes quantidades de fósforo e de potássio (COLETI et al., 2006; MENDES, 2006; FRANCO et al., 2007), com valores oscilando em torno de 0,2 kg para P e, 1,5 kg de K por tonelada de forragem (OLIVEIRA et al., 2007, RAIJ, 2011). Conforme citado por Morelli et al. (1987); Morelli et al. (1992); Demattê (2005) faz-se necessário a adoção de práticas culturais que permitam maior aprofundamento do sistema radicular com o objetivo de explorar maior volume de solo e elevar a disponibilidade desses nutrientes.

4.5 CONSIDERAÇÕES QUANTO AO ESTADO NUTRICIONAL DA RB92579 AO LONGO DO ESTUDO

Na Tabela 6 são apresentados o quadrado médio das análises de variância e coeficiente de variação dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar variedade RB92579 em função dos quatro cortes realizados durante a condução do estudo. Pela análise

desta tabela, verifica-se que houve efeito significativo a 5% de probabilidade entre os ciclos para os elementos S, e B; que houve efeito significativo a 1% de probabilidade entre os ciclos para os elementos N, P, K, Mg e Fe; e que não houve efeito significativo entre os ciclos para os elementos Ca, Cu, Mn e Zn.

Tabela 6 - Quadrados médios da análise de variância e médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no terço médio da folha +3 da cana RB92579 em função dos quatro cortes realizados.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
----- (g kg ⁻¹) -----							
Ciclo	3	192,61**	0,27**	18,45**	0,018 ^{ns}	0,156**	0,092*
Bloco	4	3,64	0,051	0,56	0,069	0,004	0,013
Resíduo	12	1,74	0,005	0,94	0,08	0,018	0,017
Média Geral		21,71	1,43	11,98	2,52	1,35	1,22
C.V. (%)		6,09	5,30	8,11	11,50	10,06	10,69

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- (mg kg ⁻¹) -----						
Ciclo	2	13,36*	0,093 ^{ns}	2809,5**	14,98 ^{ns}	3,93 ^{ns}
Bloco	4	2,56	0,625	30,45	5,92	3,32
Resíduo	8	2,62	0,558	41,35	7,85	1,22
Média Geral		15,00	4,00	63,35	16,05	11,90
C.V. (%)		10,80	18,68	10,15	17,47	9,30

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ^{ns}, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Quanto ao estado nutricional durante todo o cultivo, verifica-se que, para a maioria dos elementos, existe diferença entre um ciclo e outro. Para alguns elementos, no entanto, a deficiência permaneceu ao longo de todo o estudo, especialmente para Cu e Mn. A deficiência de cobre e de manganês tem sido frequente nos trabalhos conduzidos por este grupo de pesquisa, em lavouras do nordeste de Minas Gerais – sul da Bahia, até o Rio Grande do Norte (ARISTIDES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011a; OLIVEIRA et al., 2014). Os solos dessas regiões têm baixos teores de cobre e de manganês, assim o suprimento é inadequado e as plantas geralmente estão deficientes nesse microelemento. No estudo conduzido por Oliveira et al. (2014) em Serra dos Aimorés, nordeste de Minas Gerais, observou-se efeito varietal para a concentração foliar de Mn tendo a RB92579 apresentado concentração média de 11 mg kg⁻¹,

enquanto para a RB867515 e SP791011 esse teor foi de 19 mg kg⁻¹. Assim, nesse ambiente edafoclimático a RB92579 teve cerca de metade da concentração foliar de Mn da RB867515 e SP791011. Contudo, os autores verificaram que o cobre constituiu a maior limitação nutricional, uma vez que o valor médio dos teores foliares desse nutriente, nas três variedades de cana (RB867515, RB92579 e SP791011) foi de apenas 1,50 mg kg⁻¹, quatro vezes menor que o mínimo, conforme citação de Orlando Filho (1983); Malavolta et al. (1997); Oliveira et al. (2007) e Rajj (2011).

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que houve diferença quanto ao estado nutricional entre os ciclos da variedade RB92579 para N, P, K, Mg, Fe, S e B. Houve destaque apenas para os teores de N nos ciclos de cana-planta e primeira rebrota, no entanto, para o ciclo de terceira rebrota, o teor deste elemento foi abaixo do mínimo indicado pela literatura. Foi observada deficiência de Cu e Mn durante todo o estudo, essa deficiência tem sido frequente em outros trabalhos conduzidos por este grupo de pesquisa. Constatou-se, no ciclo de cana-planta, a deficiência de P, Cu e Mn. Para o ciclo de segunda rebrota, houve deficiência apenas para S, Cu e Mn. A terceira rebrota apresentou teores insuficientes para P, S, N, Cu e Mn. As plantas estiveram bem nutridas para os demais nutrientes durante todo o estudo. Apesar de não se destacar quanto aos teores foliares para todos os elementos, a variedade RB92579 apresenta boa produtividade, contudo, faz-se necessário o bom planejamento das adubações com vista a suprir os nutrientes em deficiência.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L.; SILVA, M.A.; TENORIO, I.; HOLANDA, L.A.; SAMPAIO, G.D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p.262-270, 2013.

ALCARDE, J.C. **Corretivo de acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992, p. 26. (Boletim Técnico, 6).

ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p 1441-1448, 2008.

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Amostragem de solo e as recomendações de adubação e calagem para o sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N.J., ed. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, Núcleo Regional Sul/SBCS, 1998. p.27-52.

ARAUDA, R. S. P. **Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras**. (2002) Dissertação apresentada à escola de agricultura “Luiz de Queiróz, São Paulo para obtenção do título de mestre em agronomia.

ARISTIDES, E. V. S.; FERRO, J. H. A.; OLIVEIRA, M. W.; OLIVEIRA, T. B. A.; PAULINO, A. S. Qualidade do caldo de duas variedades de cana adubadas com doses de cobre e manganês. **IN: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica-Belém - PA, 2009. CD ROOM.**

BRADY. N.C. **Natureza e Propriedade dos solos**. 7ed. New York: John Willey, 1989. 898p.

BRAGA, R. L. C.; LANDELL, M. G. A.; SILVA, D. N.; BIDOIA, M. A. P.; SILVA, T. N.; TOMAZINHO, G. R.; SILVA V. H. P. Censo Varietal Iac No Brasil - Safra 2016/17 e na Região Centro-Sul – Safra 2017/18. **A/C Revista Canavieiros**. Sertãozinho – SP, fev. 2018, n. 140, 120 p.

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.

CASTRO, G.S.A.; CALONEGO, J.C. CRUSCIOL, C.A.C. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1690–1698, 2011.

CLEMENTE, P. R.; BEZERRA, B. K. L.; SILVA, V. S. G.; SANTOS, J. C. M.; ENDRES, L. Root growth and yield of sugarcane as a function of increasing gypsum doses. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. p. 110-117, 2017.

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.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Quarto Levantamento, abr. 2018, 77p.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R.A.; BARBOSA, G.V.S. **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa**. Curitiba: Graciosa, 2015. 156 p.

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

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Perspectivas Agrícolas OCDE-FAO. Disponível em: < <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/992186/>> Acesso em 09 fev. 2019.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e o papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A.. (Org.). **Cana-de-Açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas 2008, v. 1. p.31-44.

FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. **Bragantia**. São Paulo, v. 66, p. 669-674, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201105_4.shtm> Acesso em 09 fev. 2019.

LOPES, A. S.; GUILHERME L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

LOSORDO, Z.; MCBRIDE, J.; ROOYEN, J. V.; WENGER, K.; WILLIES, D.; FROEHLICH, A.; LYND, L. Cost competitive second-generation ethanol production from hemicellulose in a Brazilian sugarcane biorefinery. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**. p. 589-602, 2016.

MAGALHÃES, J.V. **Absorção e translocação de nitrogênio por plantios de milho (*Zea mays* L.) submetidos a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva.** 1996, 76p. Dissertação de mestrado (Mestrado em solos e nutrição mineral de plantas) – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

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 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.

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, p.9- 16, 2014.

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.; 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, 2018

OLIVEIRA, M. W.; MAGRINI, J. L.; LYRA, F.E.V.; VALDUGA, G. R., PEREIRA, M.G.; TENÓRIO, 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, n.22, p.30-33, 2011a.

OLIVEIRA, M. W.; SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, D. C.; SILVA, J. C. T., REIS, R. M. S. Produção e qualidade da forragem de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas pela adubação com cobre e manganês. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.14, n.2, p.165-168, 2012.

OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P.; MENDES, L.C.; DAMASCENO, C.M. Nutrientes na palhada de dez cultivares de cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.21, n.3 p.6-7, 2002.

OLIVEIRA, T.B.A; SELIG P. M.; BARBOSA, V. M.; CAMPOS, L.M.S.; OLIVEIRA, M. W. Sustentabilidade da produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma propriedade agrícola. **XII Congresso Internacional de Custos**. Punta del Este. Uruguay. 2011b. CD Room.

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.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o Doutor do seu Canavial. Arquivo do Agrônomo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 67, setembro, 1994,12 p.

PADILHA, F. A. **Desempenho de híbridos de milho em dois níveis de investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em 2014) Universidade Federal de São João del Rey. São João del Rey. 2014.

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

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

ROS, P.B. 2004. **Avaliação da resistência de variedades de cana-de-açúcar ao raquitismo da soqueira com base na taxa de colonização dos colmos por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli***. 2004. 58f. Dissertação (mestrado), Piracicaba/SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2004.

SANTOS, L. A.; SOUZA, J. E. A.; BARBOZA, A. S. R.; SILVA, V. S. G.; CLEMENTE, P. R. A. Potencial energético da biomassa de cana-de-açúcar em uma usina sucroenergética. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. p. 1101-1108, 2016.

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

SILVA, E.T. **Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) influenciadas por doses de fósforo**. Rio Largo –AL, 2007, 56p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; ARANTES, M.T.; PINCELLI, R.P. Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; ROSSETTO, R.; SORATTO, R.P. (org.). **Fenologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: FEPAP – Fundação de Estudos Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2010. p. 8-21.

SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, M. W.; OLIVEIRA, D. C.; OLIVEIRA, T. B. A.; PEREIRA, M. G.; NOGUEIRA, C. H. C. Nutritional diagnosis of sugarcane varieties in a Yellow Oxisol during three agricultural seasons. **Afr. J. Agric. Res.**, 2017. p. 50-57.

SILVA, V.G. **Estado Nutricional, Acúmulo de Nutrientes, Qualidade do Caldo e Produção de Açúcares por Quatro Variedades de Cana**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas.

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. **Sindaçúcar - AL**. Disponível em: <<http://www.sindacucar-al.com.br/dados-estatisticos/>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

Sindaçúcar - AL. **Dados da Safra de cana 2017/2018**. Disponível em: <<http://www.sindacucar-al.com.br/dados-estatisticos/>>. Acesso em: 9 fev. 2019.

SIQUEIRA, V. **Crise no setor sucroalcooleiro força mudanças na economia de AL**. Disponível em: <<http://www.cadaminuto.com.br/noticia/247454/2014/05/18/crise-no-setor-sucroalcooleiro-forcamudancas-na-economia-de-al>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

SMEETS, E. M. W.; BOUWMANW, L. F.; STEHFEST, E. V.; VUUREN, D. P.; POSTHUMA, A. Contribution of N₂O to the greenhouse gas balance of first generation biofuels. **Global Change Biology**, p. 1-23, 2009.

SOUSA JUNIOR, P. R.; BRUNHARO, C. A.; FURLANI, C. E.; PRADO, R.; JÚNIOR, W. M.; ZERBATO, C. Phosphorus fertilization in sugarcane cultivation under different soil managements. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 2017. p.665-669

SOUSA, D.M.G. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205 - 274.

SOUZA, J.A. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 27, n. 233 p. 26-40, jul./ago.2006

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Editora Artmed. 2016.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agrônomicas**, v. 97, p. 1-16. 2002 (Encarte Técnico).