



Diagnose nutricional de variedades de cana-de-açúcar em argissolos

Gilson Moura Filho¹, Abel W. de Albuquerque², Adriano B. Moura³,
Alda C. I. dos Santos⁴, Manoel dos S. Oliveira Filho⁵ & Leila C. da Silva⁶

¹ CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: gmf.ufal@yahoo.com

² CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: awa.albuquerque@hotmail.com

³ CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: adriano_bmoura@outlook.com (Autor correspondente)

⁴ CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: aldajg@hotmail.com

⁵ CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: manoeloliveira.engeagro@gmail.com

⁶ CECA/UFAL, Rio Largo, AL. E-mail: leila.ufal@yahoo.com

Palavras-chave:

nutrientes
análise foliar
estado nutricional

RESUMO

A diagnose foliar é um dos métodos mais utilizados para se avaliar a demanda de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar, contribuindo para um manejo melhor de fertilizantes. Objetivou-se avaliar o estado nutricional de variedades de cana-de-açúcar através da análise foliar e a mensuração dos teores foliares de macro e micronutrientes. Foram avaliadas as seguintes variedades: RB92579, RB867515, SP81-3250, VAT90-212, VAT90-61, SP83-2847, RB863129, RB931011, RB931566 e RB855113, em dois tipos de solo: Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico (PADx1) e Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico (PADx2) na Usina Cansação de Sinimbu, Jequia da Praia-AL. O delineamento foi o de blocos casualizados arranjado em um fatorial de 2 x 10 consistindo de 10 variedades e quatro repetições para cada solo em estudo, quando foram avaliados os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu e B. O PADx2 foi o solo que disponibilizou, às plantas, maior quantidade de nutrientes em relação aos nutrientes P, Ca, Mg, Zn e Fe. A variedade SP81-3250 apresentou o melhor desempenho quanto ao teor foliar de nutrientes (K, S, Fe, Mn e Cu) seguida pela RB931011, VAT90-61 e RB867515.

Key words:

nutrients
leaf analysis
nutritional status

Nutritional diagnosis and yield of sugarcane varieties in Urtisols

ABSTRACT

Leaf diagnosis is one of the methods used to evaluate the demand of fertilizers in sugarcane, thus contributing for a better fertilizer management. The objective of this study was to evaluate the nutritional status of sugarcane varieties through the leaf analysis and mensuration of macro and micronutrients. The following sugarcane varieties were studied: RB92579, RB867515, SP81-3250, VAT90-212, VAT90-61, SP83-2847, RB863129, RB931011, RB931566 and RB855113, on two types of Urtisols: Dystrocohesive Yellow Argisol (PADx1) and Dystrocohesive Abruptic Yellow Argisol (PADx2) at Cansação de Sinimbu Plant, Alagoas, Brazil. The experimental design was a randomized block design, arranged in a 2 x 10 factorial, consisting of ten varieties and four repetitions for each soil, where the following nutrients were evaluated: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu and B. The PADx2 was the soil that provided the highest amount of nutrients for plants (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu and B). The SP8132-50 variety showed the best performance regarding the concentration of nutrient in leaf (K, S, Fe, Mn and Cu), followed by RB931011, VAT90-61 and RB867515.

INTRODUÇÃO

A expansão de canaviais no Brasil se intensifica cada vez mais em virtude da crescente demanda por biocombustíveis, principalmente do etanol e da produção de açúcar, seu produto principal (Farias et al., 2009, Ferreira Júnior et al., 2012). A produtividade média da cana-de-açúcar ainda é, no Brasil, baixa, de 73,6 t ha⁻¹, ocasionada, dentre outros fatores, por adubações inadequadas em relação às necessidades da cultura (CONAB, 2014).

Devido à alta produção de biomassa, a cana-de-açúcar remove uma quantidade considerável de nutrientes do solo para seu crescimento normal e desenvolvimento (Bokhtiar & Sakurai, 2005). Tasso Júnior et al. (2007) encontraram, ao trabalhar com

extração de macronutrientes em cinco variedades de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, valores para o N, P e K de, respectivamente, 1,85; 0,4 e 3,3 kg t⁻¹ para a palhada e 0,72; 0,17 e 1,56 kg t⁻¹ para o colmo; assim, o uso adequado de fertilizantes se torna importante para evitar perdas. O conhecimento de valores de taxas de crescimento e a alocação de nutrientes durante o crescimento da cana-de-açúcar, contribuem sobremaneira para uma melhora no uso de novas variedades de cana-de-açúcar em diferentes ambientes de produção (Oliveira et al., 2011) e para a avaliação do potencial do rendimento agrícola.

De vez que existe uma correlação direta entre a disponibilidade de nutrientes na solução do solo e o teor desses nutrientes na folha das plantas cultivadas, a diagnose nutricional pode ser

considerada uma maneira indireta de se avaliar a fertilidade do solo (Harger et al., 2003).

O uso correto da interpretação de resultados de análises foliares levará ao uso racional de insumos evitando perdas e melhorando o equilíbrio nutricional das plantas, proporcionando maior produtividade e também maior segurança no uso de adubos e corretivos (Partelli et al., 2005; Souza et al., 2011). O método do levantamento possibilita conhecer a faixa de variação dos teores de nutrientes nas folhas e prever, através dos resultados das análises, as prováveis áreas de deficiência nutricional na cultura da cana. O estado nutricional da cana influencia as taxas fotossintéticas e o metabolismo da sacarose com efeitos diretos sobre a produtividade, longevidade e lucratividade do canavial (Malavolta et al., 1997)

A padronização da amostragem e a identificação da parte da planta mais indicada para fazer a amostragem, são os principais fatores para o sucesso desta técnica. Malavolta et al. (1997) e Nascimento et al. (2012) consideram a folha +3 como a mais indicada para as condições do Brasil.

Moura Filho et al. (2010) constataram valores ótimos para a cana-de-açúcar entre 12,5-20,8; 1,0-2,1; 8,9-14,7; 1,7-4,0; 0,1-1,4; 0,7-1,8 g kg⁻¹; para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, na região de Alagoas. Esses valores estão dentro das faixas adequadas definidas por vários pesquisadores (Espironelo et al. 1986; Korndorfer & Alcarde, 1992; Malavolta et al., 1997; Prado et al., 2002; Reis Júnior & Monnerat, 2003) que encontravam teores foliares de N, P, K, Ca e Mg entre 13,4 e 22,0; 1,2 e 3,0; 10,8 e 15,0; 2,9 e 10,0 e 2,0 e 3,0 g kg⁻¹, respectivamente, teores esses adequados para uma cana-de-açúcar bem nutrida.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o estado nutricional por meio da análise foliar e produtividade de variedades de cana-de-açúcar, em diferentes condições de solo no estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Usina Sinimbu (9° 40' 22" S, 35° 43' 18" O) Fazendas Novo e Ilha, localizada no município de Jequiá da Praia, estado de Alagoas, durante o período de 2006/2007 em área sob cultivo de cana-de-açúcar. Durante o período experimental a precipitação pluvial anual alcançou em torno de 2.150 e 1.963 mm na Fazenda Novo e Ilha com temperatura média de 26,1 °C, com valor mínimo e máximo de 19,9 e 32,6 °C, respectivamente, como descrito na Figura 1.

O experimento foi instalado em dois tipos de solo: Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico, de textura arenosa/média/argilosa, A moderado - PADx1 (Fazenda Novo) e Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico, de textura média/argilosa, A moderado - PADx2 (Fazenda Ilha). A análise química dos solos se encontra nas Tabelas 1 e 2.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados arranjado em um fatorial de 2 x 10, consistindo



Figura 1. Precipitação pluvial mensal nos locais do estudo para o período de novembro de 2006 a dezembro de 2007, Usina Cansação de Sinimbu, Jequiá da Praia, Alagoas

Tabela 1. Análise química dos solos Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico (PADx1) e Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico (PADx2) antes da instalação do experimento (camada de 0-20 cm de profundidade)

pH	M.O.	Na	P	K	Ca	Mg	Al	H+A	Fe	Cu	Zn	Mn	SB	CTC	V	m
H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³		%	
Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico – Fazenda Novo																
6,0	9,9	20	30	3,4	19	13	0,5	37	96,2	2,94	0,56	2,02	36,3	73,3	50	1
Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico – Fazenda Ilha																
5,3	10,1	17	15	1,0	12	12	4,1	27	100,5	0,65	0,69	2,16	25,7	52,7	49	14

Tabela 2. Análise química do perfil do Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico, textura arenosa/média/argilosa (PADx1) e Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico, textura média/argilosa (PADx2)

Horizonte	Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
				mmol _c dm ⁻³								%	
Argissolo Amarelo Distrocoeso Fragipânico – Fazenda Novo													
Ap	0-20	5,3	6,7	44,0	1,0	13,0	11,0	2,6	35,0	25,8	60,8	42	9
AB	20-48	5,1	6,5	8,0	0,9	9,0	6,0	5,7	34,0	17,1	51,1	34	25
Bt	48-80	4,9	7,3	3,0	1,0	9,0	7,0	8,6	45,0	18,2	63,2	29	32
Btx ₁	80-128	5,0	1,2	1,0	1,1	10,0	6,0	5,0	38,0	18,1	56,1	32	22
Btx ₂	128-160+	4,9	4,7	1,0	1,3	8,0	8,0	6,1	27,0	18,2	45,2	40	25
Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Fragipânico – Fazenda Ilha													
Ap	0-18	5,7	7,9	10,0	0,6	20,0	17,0	0,2	28,0	38,3	66,3	58	1
BA	18-43	5,1	4,3	3,0	0,4	10,0	9,0	4,3	40,0	20,1	60,1	33	18
Bt ₁	43-77	5,0	3,9	2,0	0,3	10,0	8,0	7,1	34,0	18,7	52,7	36	28
Bt ₂	77-126	5,4	5,5	5,0	0,2	15,0	14,0	3,0	33,0	30,0	63,0	48	9
Btx	126-150+	5,4	1,8	5,0	0,2	18,0	15,0	2,0	26,0	34,0	60,0	57	6

de dez variedades (RB92579, RB867515, SP81-3250, VAT90-212, VAT90-61, SP83-2847, RB863129, RB931011, RB931566 e RB855113) e de dois tipos de solo (PADx1 e PADx2) com quatro repetições cada um totalizando 80 parcelas experimentais. Cada parcela experimental constou de sete linhas de 15 m de comprimento, espaçadas 1,0 m, totalizando 105 m² de área total. Considerou-se área útil de cada parcela aquela constituída das cinco linhas centrais com cinco m de comprimento, perfazendo 25 m². A densidade de plantio foi de 16 gemas por metro de sulco e, após a distribuição dos colmos dentro do sulco, esses foram picados em toletes de 3 a 5 gemas. As variedades foram plantadas na época de plantio de verão cuja cana foi colhida com cerca de 13 meses.

Com o objetivo de corrigir a acidez do solo utilizou-se calcário dolomítico de 1,5 t ha⁻¹, para a Fazenda Novo e Ilha respectivamente, conforme o método de saturação por base, para elevar a saturação a 70%. A adubação, alicerçada na análise de solo e na necessidade da cultura, foi aplicada no fundo do sulco de plantio, 550 kg ha⁻¹ da fórmula 10-17-00, a qual forneceu 55 kg ha⁻¹ de N e 93,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na Fazenda Nova. Nesta área também foi feita aplicação de vinhaça em que a composição química se encontra na Tabela 3, com lâmina de 60 mm no dia 15 de novembro e outra de 40 mm no dia 2 de dezembro de 2006. Na Fazenda Ilha foram aplicadas 30 t ha⁻¹ de torta de filtro; nesta área foi realizada irrigação com três lâminas de água de 40 mm nos dias 13/11, 06/12 de 2006 e 26/01 de 2007 cuja composição química se encontra na Tabela 3.

A diagnose foliar foi efetuada aos cinco meses do início do experimento, através de amostragens da folha +3 (Malavolta, 1992); cada amostra foi constituída de 20 folhas coletadas aleatoriamente na área útil demarcada (25 m²). Das folhas amostradas foram utilizados, para análise química, os 20 cm medianos descartando-se a nervura central. Essas amostras foram submetidas à secagem em estufa a 65 °C com circulação forçada de ar e moídas em moinho tipo Wiley, sendo seu teor de nutrientes (macro e micronutrientes) quantificado posteriormente, de acordo com o método descrito por Malavolta et al. (1997). O N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método do Kjeldahl, o P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos por digestão nítrico-perclórica, sendo o P determinado colorimetricamente do azul de molibdênio, o K, Ca, Mg, Mn e Zn pelo método espectrofotometria de absorção atômica, o S pelo método da turbidimetria de sulfato de bário,

Tabela 3. Composição química da torta de filtro e da vinhaça utilizada nos experimentos

Elemento	Torta de filtro g kg ⁻¹	Vinhaça kg m ⁻³
N	10,2	0,126
P ₂ O ₅	13,4	0,011
K ₂ O	1,0	0,253
Ca	9,5	-
Mg	3,0	-
	mg kg⁻¹	
Fe	95	-
Mn	17	-
Cu	9	-
Zn	16	-

O Fe e Cu pelo método da colorimetria da orto-fenantrolina o B foi extraído por digestão via seca e determinado pelo método da mufla.

Os procedimentos estatísticos foram determinados com auxílio do programa SAEG 5.0 e os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F ($p < 0,05$). Quando a relação entre os quadrados médios do resíduo maior pelo menor em função dos dois solos for igual ou menor que quatro, optar-se-á pelo modelo de análise conjunta, conforme Cruz & Regazzi (1994); por outro lado e caso esta relação seja maior que quatro, optar-se-á pelo modelo linear para avaliar as variedades em cada solo. Para comparação das médias utilizou-se do teste de Scott-Knott a nível de 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função dos tipos de solo, as médias dos teores foliares de N, P e K se encontram na Tabela 4. De acordo com o teste F, pode-se observar diferença significativa a 1% de probabilidade para os tipos de solo, variedades e interação solo e variedades apenas para o P e K na folha +3. Não ocorreu diferença significativa entre os dois tipos de solo nem nas variedades para o teor de nitrogênio na folha +3.

As faixas de variação do teor de N nas folhas foram de 15,5 a 19,1 g kg⁻¹ e 17,0 a 19,4 g kg⁻¹ no PADx₁ e PADx₂ respectivamente. Esses resultados foram superiores àqueles encontrados por Prado et al. (2002), Reis Júnior & Monnerat (2003), Mendes (2006) cujos teores foliares de N variaram de 16,4, 16,4 e 13,8 g kg⁻¹, respectivamente. O nitrogênio é importante para a cana-de-açúcar em razão de ser um constituinte dos aminoácidos, proteínas, enzimas e ácidos nucléicos, além de ser um dos nutrientes mais exigidos pela planta (Malavolta et al., 1997; Rosetto et al., 2008).

Apesar de não haver diferença de solo e variedade quanto ao teor foliar de N, observa-se que, de forma geral, as variedades desenvolvidas no PADx₂ apresentaram maior teor de N na folha em virtude, possivelmente, do uso de torta de filtro nesta área, haja vista tratar-se de um resíduo rico em matéria orgânica, cálcio, fósforo e nitrogênio. (Roseto et al., 2008).

A média geral dos teores foliares de N (17,8 g kg⁻¹) na cana-planta em relação às variedades e aos solos, está abaixo do nível adequado encontrado por Malavolta et al. (1997) que recomendaram valores de 20 a 22 g kg⁻¹. Entretanto, para Espironelo et al. (1986), Reis Júnior & Monnerat (2002) e Moura Filho et al. (2010) que obtiveram valores de 15,3 a 22,2; 13,4 e 12,5 a 20,8, respectivamente, este teor foi classificado adequado; assim, o teor de N encontrado neste trabalho e de acordo com esses autores, é suficiente para proporcionar altas produções.

Em relação às variedades, o teor de P variou de 1,5 a 2,4 g kg⁻¹ e 1,7 a 2,8 g kg⁻¹, no PADx₁ e PADx₂ respectivamente sendo que a variedade VAT90-61 foi a que apresentou o maior teor foliar de P, em ambos os solos avaliados (Tabela 4). Apesar do PADx₁ ter apresentado uma concentração maior de P, não se constatou, porém, qualquer relação direta com os altos teores de P na maior parte das variedades avaliadas no referido solo. Este fato

Tabela 4. Teores médios de macronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar aos cinco meses de idade em função de variedades e solos

Variedades	N			P			K			
	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	
	g kg ⁻¹									
RB92579	19,1	19,4	19,3	1,7 Ca	1,7 Da	1,7	11,7 Ca	9,8 Bb	10,7	
RB867515	17,5	18,4	17,9	1,5 Cb	1,7 Da	1,6	10,3 Da	7,2 Db	8,8	
SP81-3250	18,0	18,5	18,2	2,1 Ba	2,0 Ca	2,0	12,4 Ba	11,6 Aa	12,0	
VAT90-212	17,2	19,1	18,1	1,7 Cb	2,1 Ba	1,9	12,1 Ba	10,3 Bb	11,2	
VAT90-61	15,5	17,7	16,6	2,4 Ab	2,8 Aa	2,6	13,4 Aa	10,9 Ab	12,1	
SP83-2847	17,8	17,7	17,7	1,6 Cb	1,7 Da	1,6	12,3 Ba	8,6 Cb	10,4	
RB863129	17,2	18,4	17,8	1,6 Cb	1,9 Ca	1,8	11,2 Ca	8,5 Cb	9,9	
RB931011	17,2	17,6	17,4	1,6 Cb	1,9 Ca	1,8	11,5 Ca	7,9 Db	9,7	
RB931566	17,7	17,5	17,6	1,7 Ca	1,8 Da	1,7	8,7 Ea	8,0 Da	8,3	
RB855113	17,9	17,0	17,4	2,0 Bb	2,2 Ba	2,1	11,3 Ca	9,2 Cb	10,3	
Média	17,5	18,1		1,8	2,0		11,5	9,2 Cb		
F.V.	GL	Quadrados médios								
Bloco/solo	6,0	0,7249 ^{ns}		0,0113 ^{ns}			1,2082 ^{**}			
Solo (S)	1,0	7,0804 ^{ns}		0,8820 ^{**}			104,4246 ^{**}			
Varied. (V)	9,0	3,7678 ^{ns}		0,6837 ^{**}			12,2334 ^{**}			
S x V	9,0	1,7658 ^{ns}		0,0448 ^{**}			2,1517 ^{**}			
Resíduo	54,0	1,1445		0,0149			0,3729			
CV (%)		6,0		6,5			5,9			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para variedade e minúscula nas linhas para solo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. Os valores nas colunas e nas linhas sem acompanhamento de letras significa que não houve efeitos significativos entre os mesmos. * e ** significativos a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. ns-não significativos até 0,05 de probabilidade, pelo teste F e nas linhas sem acompanhamento de letras significa que não houve efeitos significativos entre os mesmos

ocorreu devido, sem dúvida, porque o PAdx₁ tem um pH mais elevado (Tabela 1) e grandes proporções de óxidos de Fe e Al na fração argila, aumentando a adsorção de fosfatos e a formação de precipitados de Fe e Al contribuindo para a diminuição na disponibilidade do P com vista à cultura (Malavolta et al., 1997). Por vez, as variedades desenvolvidas no PAdx₂ apresentaram maiores teores foliares de P, o que se atribui, possivelmente, a uma quantidade maior de P proveniente da torta de filtro (Tabela 3). O fósforo é significativo em diversas funções da cana-de-açúcar, exercendo função de destaque na formação de proteínas e em vários processos, como a fotossíntese, divisão celular e armazenamento de energia, entre outros como a maior necessidade encontrada nos três primeiros meses do estado de vegetação, aliado ao fato de ser o nutriente mais limitante na produção de cana-de-açúcar (Bastos et al., 2008; Gebrim et al., 2010; Korndorfer & Mello, 2009; Simões Neto et al., 2009).

A média geral dos teores foliares de P do presente trabalho foi semelhante àquelas obtidas por Reis Júnior & Monnerat (2003) e Mendes (2006) e inferior à observada por Prado et al. (2002) que encontraram valores de 2,26, 1,8 e 2,0 g kg⁻¹, respectivamente. Os valores dos teores foliares de P obtidos neste trabalho se situam na faixa classificada como média e adequada para a cultura, de acordo com Espironelo et al. (1986) e Moura Filho et al. (2010) que obtiveram valores de 1,4 a 2,0 e 1,0 a 2,1, respectivamente. De modo geral, a maioria das variedades avaliadas no presente trabalho se encontra abaixo do valor considerado adequado, segundo Malavolta et al. (1997) e Reis Júnior & Monnerat (2002) de 1,8 a 2,0 e 1,9 g kg⁻¹, respectivamente, com exceção das variedades SP81-3250, VAT90-61 e RB855113, que obtiveram valores superiores (Tabela 4).

Os valores dos teores foliares de K para as variedades cultivadas nos solos PAdx₁ e PAdx₂, variaram de 8,7 a 13,4 g kg⁻¹ e 7,2 a 11,6 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 4). No

PAdx₁ a variedade VAT90-61 apresentou o maior teor foliar de K enquanto no PAdx₂ a mesma permaneceu no grupo de maior teor foliar de K juntamente com a variedade SP81-3250. Observou-se uma relação direta entre a alta concentração de K no PAdx₁ (Tabela 4) e os maiores teores foliares de K, em todas as variedades, sendo que este fato ocorreu devido, provavelmente, à lâmina de vinhaça aplicada (Tabela 3). O constituinte principal da vinhaça é a matéria orgânica na forma de ácidos orgânicos e cátions, como o K, Ca e Mg (Silva et al., 2007).

Os valores dos teores foliares de K obtidos neste experimento foram semelhantes aos verificados por Prado et al. (2002) que encontraram valor de 10,8 g kg⁻¹. Por outro lado, o teor médio encontrado no presente trabalho se encontra abaixo dos valores observados por Mendes (2006), ao encontrar um teor médio de K de 14,0 g kg⁻¹. Para Espironelo et al. (1986), Malavolta et al. (1997) e Reis Júnior & Monnerat (2002) que encontraram valores de 12,4 a 15,9; 13,0 a 15,0 e 12,2 g kg⁻¹, respectivamente, o teor médio deste trabalho está abaixo do preconizado como adequado. Por outro lado, o valor encontrado de K neste trabalho é adequado para Moura Filho et al. (2010). O potássio desempenha diversas funções na cana-de-açúcar, como a translocação de solutos, síntese de proteínas e fotossíntese, afetando todas as células da planta (Rosetto, 2008).

Em função dos tipos de solo, as médias dos teores foliares de Ca, Mg e S, se encontram na Tabela 5. De acordo com o teste F, pode-se observar diferença significativa para os tipos de solo, variedades e interação solo e variedades para Ca, Mg e S na folha +3, evidenciando, assim, que para os teores foliares desses nutrientes as variedades apresentaram diferença significativa nos dois tipos de solo.

Com relação ao Ca observou-se, nos teores foliares, uma variação entre 2,6 a 4,0 g kg⁻¹ e de 2,9 a 5,5 g kg⁻¹ no PAdx₁ e no PAdx₂ respectivamente (Tabela 5) sendo que o PAdx₂ forneceu

Tabela 5. Teores médios de macronutrientes na folha + 3 das cultivares de cana-de-açúcar aos cinco meses de idade em função de variedades e solos

Variedades	Ca			Mg			S		
	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média
	g kg ⁻¹								
RB92579	3,2 Ba	3,1 Da	3,2	1,7 Da	1,8 Da	1,7	0,8 Da	0,9 Ba	0,8
RB867515	3,9 Ab	4,8 Ba	4,4	2,8 Ab	3,4 Aa	3,1	1,2 Ba	1,1 Aa	1,2
SP81-3250	3,5 Ba	3,3 Da	3,4	1,9 Cb	2,6 Ca	2,3	0,9 Ca	1,0 Aa	1,0
VAT90-212	2,5 Cb	3,4 Ca	2,9	2,6 Ab	3,1 Ba	2,9	1,2 Ba	1,0 Aa	1,1
VAT90-61	2,6 Cb	3,2 Da	2,9	2,4 Bb	3,0 Ba	2,7	1,4 Aa	1,1 Ab	1,2
SP83-2847	3,1 Cb	3,8 Ca	3,4	2,1 Cb	3,1 Ba	2,6	1,1 Ba	1,0 Bb	1,1
RB863129	2,7 Cb	3,4 Ca	3,1	2,0 Cb	2,6 Ca	2,3	1,1 Ba	1,1 Aa	1,1
RB931011	3,5 Bb	5,4 Aa	4,5	2,3 Bb	3,0 Ba	2,6	1,0 Ca	0,9 Ba	1,0
RB931566	3,2 Bb	3,6 Ca	3,4	2,0 Ca	2,3 Ca	2,2	0,9 Ca	0,6 Cb	0,7
RB855113	2,8 Ca	2,8 Da	2,8	2,2 Ca	2,5 Ca	2,4	1,2 Ba	0,9 Bb	1,0
Média	3,1	3,7		2,2	2,7		1,1	1,0	
F.V.	GL	Quadrados médios							
Bloco/solo	6,0	0,3143**				0,0605 ^{ns}	0,0110 ^{ns}		
Solo (S)	1,0	7,0211*				5,6711**	0,2761*		
Varied. (V)	9,0	2,6758*				1,2103**	0,1785**		
S x V	9,0	0,7903**				0,1142*	0,0450**		
Resíduo	54,0	0,0671				0,0446	0,0082		
CV (%)		7,6				8,6	8,9		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para variedade e minúscula nas linhas para solo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. Os valores nas colunas e nas linhas sem acompanhamento de letras significa que não houve efeitos significativos entre os mesmos. * e **significativos a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. Ns - Não significativos até 0,05 de probabilidade, pelo teste F

mais Ca para as variedades em virtude do alto teor deste elemento no solo, durante o experimento (Tabela 2). Este resultado corresponde ao que foi observado no PAdx₂ (Tabela 5) que indicou maior teor de Ca do que o PAdx₁. Orlando Filho et al. (1980) também constataram influência do solo nos teores de cálcio na diagnose foliar em variedades de cana-de-açúcar. As variedades que apresentaram os maiores teores de Ca na folha foram as RB867515 e a RB931011 para o PAdx₁ e PAdx₂ respectivamente (Tabela 5). Os teores médios de Ca na folha apresentados pelas variedades foram, de forma geral, semelhantes aos obtidos por Reis Júnior & Monnerat (2003). Todavia, Prado et al. (2002) e Mendes (2006) obtiveram valores superiores aos obtidos neste estudo, com valores médios de 7,2 g kg⁻¹ de Ca. Quanto ao levantamento do estado nutricional, os valores médios dos teores foliares de Ca se situam na faixa classificada adequada, com valores na faixa de 1,7 a 4,0 (Moura Filho et al., 2010). Quanto a Espironelo et al. (1986) e Malavolta et al. (1997) que encontraram teores de Ca de 3,8 a 7,1 e 5,0 a 7,0, respectivamente, o teor médio se mantém abaixo do preconizado como adequado. Por outro lado, o valor encontrado neste experimento é, em geral, superior ao estabelecido como adequado por Reis Júnior & Monnerat (2002), ou seja, de 3,0 g kg⁻¹.

Os teores foliares de Mg, para as variedades em estudo nos solos variaram de 1,7 a 2,8 g kg⁻¹ e 1,8 a 3,4 g kg⁻¹ no PAdx₁ e PAdx₂ respectivamente (Tabela 5) com maiores valores para as variedades cultivadas no PAdx₂.

As variedades RB867515 e VAT90-212 no PAdx₁ apresentaram maior teor foliar de Mg enquanto no PAdx₂ a RB867515 apresentou maior teor de Mg na folha. Os teores médios de Mg na folha encontrados no presente trabalho, foram semelhantes àqueles obtidos por Reis Júnior & Monnerat (2003), Prado et al. (2002) e Mendes (2006), que encontraram teor adequado de Mg de 2,4 g kg⁻¹.

Em relação ao levantamento do estado nutricional notou-se que, em geral, os valores obtidos no atual trabalho se situam na faixa classificada adequada, segundo Malavolta (1992), com exceção apenas da variedade RB92579, que se encontra como nível médio. Quanto a Malavolta et al. (1997) e Reis Júnior & Monnerat (2002) o teor médio foliar de Mg entre as variedades avaliadas neste experimento, também foram consideradas adequadas. Segundo Espironelo et al. (1986) e Moura Filho et al. (2010) o teor médio de Mg está acima do preconizado como adequado mostrando excesso de Mg na folha.

Pode-se observar que a prévia aplicação de vinhaça no PAdx₁ favoreceu, sem dúvida, o desbalanceamento na relação de bases trocáveis (Ca:Mg:K) aumentando a disponibilidade de K em relação às outras bases prejudicando a absorção de Ca e Mg, o qual pode ser confirmado pelo maior teor foliar de K no PAdx₁ e menores teores de Ca e Mg, fato este também constatado por Costa et al. (2007) em estudo com as variedades RB835089 e RB835486 cultivadas em solos de Nitossolo Vermelho eutroférrico latossólico (NV) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico (LVA).

Os teores de S observados se encontram entre 0,7 e 1,5 g kg⁻¹ e de 0,5 e 1,2 g kg⁻¹ para os PAdx 1 e 2, respectivamente. No geral, o solo PAdx₁ forneceu mais S para as variedades em estudo. No PAdx₁ a variedade VAT90-61 apresentou maior teor de S. Em referência ao PAdx₂ as variedades RB867515, SP81-3250, VAT90-212, VAT90-61 e RB863129 apresentaram o maior teor foliar de S. Para o S, o teor médio encontrado corrobora com os verificados no trabalho de Santos et al. (2013) que obtiveram valores de 1,5 a 2,3 g kg⁻¹ porém as variações do teor de S no atual estudo, são inferiores às indicadas por Reis Júnior & Monnerat (2003) e Prado et al. (2002) ou seja, valores de 2,71, 1,5 g kg⁻¹, respectivamente.

O valor médio do teor foliar de S se encontra na faixa classificada baixa e média, de acordo com Malavolta (1992). Para Espironelo et al. (1986), Malavolta et al. (1997) e Reis Júnior & Monnerat (2002) o teor médio foliar de S encontrado está abaixo do preconizado como adequado, enquanto que foi considerado superior para Moura Filho et al. (2010) que encontraram valores de 0,7-1,8 g kg⁻¹.

As médias dos teores foliares de Zn, Fe e Mn se encontram, em função dos tipos de solo, na Tabela 6. De acordo com o teste F pode-se observar uma diferença significativa para os tipos de solo, variedades e interação solo e variedades para Zn, Fe e Mg na folha +3, sinalizando um comportamento diferenciado em ambos os tipos de solo.

Os teores foliares de Zn constatados nas variedades, variaram de 11,3 a 16,0 mg kg⁻¹ e 12,0 a 19,8 mg kg⁻¹ no PAdx₁ e PAdx₂ respectivamente (Tabela 6) cujos maiores valores foram encontrados nas variedades cultivadas no solo PAdx₂ (RB867515, SP81-3250, RB863129, RB931011 e RB855113). Este resultado está coerente com o valor obtido na análise do solo química do solo (Tabela 2) que apresenta maior teor de Zn.

As variedades RB863129, RB931011 e RB931566 no PAdx₁ apresentaram a maior concentração de Zn na folha. No PAdx₂ apenas a RB931011 apresentou maior teor foliar de Zn. Os teores médios de Zn na folha encontrados neste trabalho, foram semelhantes (15 mg kg⁻¹) àqueles obtidos por Reis Júnior & Monnerat (2003).

O teor de Zn observado neste trabalho se mantém abaixo do considerado adequado por Malavolta et al. (1997) que encontraram valores de 25 à 50 mg kg⁻¹. Todavia, o valor encontrado neste trabalho está preconizado como adequado por Reis Júnior & Monnerat (2002) e Moura Filho et al. (2010) para todas as variedades avaliadas, que constataram faixas ótimas de 11,7 e 12 à 29 mg kg⁻¹, respectivamente.

Em relação ao levantamento do estado nutricional das variedades, notou-se que os valores de Fe obtidos neste trabalho, oscilaram de 45,0 a 63,2 mg kg⁻¹ e 54,0 a 77,5 mg kg⁻¹ no PAdx₁ e PAdx₂ respectivamente (Tabela 6). As variedades no PAdx₂ que apresentaram maior teor de Fe na folha, foram: RB92579, RB867515, SP81-3250, VAT90-212, VAT90-61, RB863129, RB931011, RB931566 e RB855113, em que a SP81-3250 se mostrou superior nos dois tipos de solo estudados. O teor médio de Fe encontrado neste trabalho está classificado baixo, segundo Malavolta et al. (1997), que encontraram níveis adequados de 80-150 mg kg⁻¹. Por outro lado, o valor obtido neste trabalho está preconizado como adequado, por Moura Filho et al. (2010), que constataram valores de 38 a 166 mg kg⁻¹. O ferro é essencial para a síntese de clorofila, especialmente nos estágios iniciais da cana-de-açúcar.

Os teores foliares de Mn variaram de 4,8 a 11,5 mg kg⁻¹ e 1,3 a 9,8 mg kg⁻¹ no PAdx₁ e PAdx₂ respectivamente (Tabela 6) com os maiores valores encontrados nas variedades cultivadas no PAdx₁. Esta maior disponibilidade de Mn no PAdx₁ demonstrada pela maior parte das variedades avaliadas, ocorreu devido possivelmente ao pH apresentado neste solo, em relação ao PAdx₂ que, em geral, tem um pH mais alto (Tabela 1), comparado ao PAdx₁ de vez que o Mn é um micronutriente que apresenta diminuição na sua disponibilidade com a elevação do pH do solo (Tabela 2). Dos cinco micronutrientes estudados, o Mn foi o que apresentou as maiores variações nos teores foliares, em relação aos diferentes solos.

No PAdx₁ as variedades SP81-3250 e RB931011 obtiveram o maior teor de Mn; no PAdx₂, a variedade SP81-3250 apresentou o maior teor de Mn enquanto os teores médios de Mn foram inferiores aos obtidos por Reis Júnior & Monnerat (2003) que encontraram valores de 35,4 mg kg⁻¹.

Os valores dos teores foliares de Mn nas folhas obtidas neste experimento se situam na faixa classificada adequada para

Tabela 6. Teores médios de micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar aos cinco meses de idade, em função de variedades e solos

Variedades	Zn			Fe			Mn		
	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média
	g kg ⁻¹								
RB92579	11,5 Ca	12,0 Da	11,8	50,8 Bb	59,3 Ba	55,0	7,0 Ba	1,3 Db	4,1
RB867515	13,0 Bb	16,0 Ba	14,5	48,5 Cb	54,3 Ca	51,4	8,8 Ba	6,5 Bb	7,6
SP81-3250	11,8 Cb	13,5 Da	12,6	63,3 Ab	77,5 Aa	70,4	11,3 Aa	9,8 Aa	10,5
VAT90-212	13,3 Ba	14,5 Ca	13,9	50,8 Bb	59,0 Ba	54,9	6,8 Ba	3,0 Db	4,9
VAT90-61	11,3 Ca	12,5 Da	11,9	48,5 Cb	54,0 Ca	51,3	8,3 Ba	2,8 Db	5,5
SP83-2847	12,5 Ba	13,3 Da	12,9	53,8 Ba	55,3 Ca	54,5	7,8 Ba	5,0 Cb	6,4
RB863129	14,5 Ab	16,5 Ba	15,5	45,0 Cb	58,0 Ba	51,5	5,3 Ca	2,8 Db	4,0
RB931011	16,0 Ab	19,8 Aa	17,9	53,5 Bb	62,0 Ba	57,8	11,5 Aa	3,5 Cb	7,5
RB931566	14,8 Aa	15,8 Ba	15,3	47,8 Cb	54,8 Ca	51,3	6,0 Ca	2,8 Db	4,4
RB855113	12,0 Cb	14,8 Ca	13,4	48,0 Cb	53,3 Ca	50,6	4,8 Ca	3,8 Ca	4,3
Média	13,1	14,9		51,0	58,7		7,7	4,1	
F.V.	GL	Quadrados médios							
Bloco/solo	6,0	4,9333**	32,0583**				3,0458*		
Solo (S)	1,0	64,8000*	1201,2500**				262,8125**		
Varied. (V)	9,0	28,6167**	281,4667**				35,5014**		
S x V	9,0	2,2722*	28,0278**				9,4792**		
Resíduo	54,0	0,9519	9,5769				1,2681		
CV (%)		7,0	5,6				19,0		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para variedade e minúscula nas linhas para solo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. Os valores nas colunas e nas linhas sem acompanhamento de letras significa que não houve efeitos significativos entre os mesmos. * e ** significativos a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. ns-não significativos até 0,05 de probabilidade, pelo teste F

Malavolta et al. (1997) e Reis Júnior & Monnerat (2002) que encontraram valores de 50 a 125 e 67,8 mg kg⁻¹, respectivamente. De acordo com Moura Filho et al. (2010) os valores estão na faixa adequada, isto é, entre 3,0-57,0 mg kg⁻¹.

Em função dos tipos de solo, as médias dos teores foliares de Cu e B se encontram na Tabela 7. De acordo com o teste F, observa-se diferença significativa apenas para as variedades no caso do Cu e interação somente para o B, na folha +3, mostrando uma semelhança no teor de ambos os nutrientes, nos dois tipos de solo.

Os teores foliares de Cu para as variedades em estudo apresentaram valores oscilando de 3,4 a 4,9 mg kg⁻¹ (Tabela 7), com os maiores valores encontrados nas variedades SP81-3250 e RB863129. Entre os solos avaliados não houve diferença em relação ao teor foliar de Cu mostrando, assim, que as variedades podem ser cultivadas em qualquer um dos solos do presente trabalho. Para o Cu, o teor médio encontrado corrobora com os valores verificados no trabalho Reis Júnior & Monnerat (2003), que encontraram teor de 4,95 mg kg⁻¹. Para Reis Júnior & Monnerat (2002) os valores médios de Cu foram, de maneira, geral, considerados adequados apenas para as variedades SP81-3250 e RB863129, de 4,9 mg kg⁻¹.

Os teores de Cu e de Zn se situam abaixo da faixa considerada adequada por Malavolta et al. (1997) ao encontrar valores de 8 a 10 e 25 a 30 mg kg⁻¹ para os dois elementos, respectivamente. Esses baixos valores podem ser explicados pela interação negativa P/Cu, uma vez que os teores de P estavam altos para a variedade VAT90-61 e baixos para os teores de Cu e Zn, para os dois tipos de solo avaliado. Segundo Orlando Filho et al. (1994) o Cu e o Zn são os micronutrientes mais limitantes para a cultura da cana-de-açúcar.

Tabela 7. Teores médios de micronutrientes na folha +3 da cana-de-açúcar aos cinco meses de idade, em função de variedades e solos

Variedades	Cu			B		
	PAdx ₁	PAdx ₂	Média	PAdx ₁	PAdx ₂	Média
	mg kg ⁻¹					
RB92579	3,8	3,8	3,8 C	9,8 Bb	15,4 Aa	12,6
RB867515	4,0	4,0	4,0 C	7,9 Ca	9,3 Ca	8,6
SP81-3250	4,8	5,0	4,9 A	9,9 Bb	11,9 Ba	10,9
VAT90-212	3,8	4,0	3,9 C	8,3 Ca	10,2 Ca	9,3
VAT90-61	3,5	3,3	3,4 C	7,9 Cb	10,1 Ca	9,0
SP83-2847	4,8	4,0	4,4 B	10,0 Ba	8,9 Da	9,4
RB863129	4,8	5,0	4,9 A	8,7 Ca	8,7 Da	8,7
RB931011	4,0	4,8	4,4 B	12,6 Aa	10,2 Cb	11,4
RB931566	4,0	4,3	4,1 C	7,3 Ca	7,7 Da	7,5
RB855113	4,3	3,3	3,8 C	9,5 Ba	7,7 Da	8,6
Média	4,2	4,1		9,2	10,0	
F. V.	GL	Quadrados médios				
Bloco/solo	6,0	0,2958 ^{ns}				
Solo (S)	1,0	0,0125 ^{ns}				
Variedade (V)	9,0	1,9292*				
S x V	9,0	0,5403 ^{ns}				
Resíduo	54,0	0,2866				
CV (%)		12,9				
		14,0				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas para variedade e minúscula nas linhas para solo não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. Os valores nas colunas e nas linhas sem acompanhamento de letras significa que não houve efeitos significativos entre os mesmos. * e ** significativos a 0,05 e 0,01 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. ns-não significativos até 0,05 de probabilidade, pelo teste F

Os teores foliares de B variaram de 7,3 a 12,6 mg kg⁻¹ e de 7,7 a 15,4 mg kg⁻¹ para os solos PAdx 1 e 2, respectivamente, em que as variedades RB931011 e RB92579 são as apresentaram os maiores teores foliares de B no PAdx1 e 2, respectivamente. O solo PAdx₂ foi o que disponibilizou mais B para as variedades em que a diferença entre os solos avaliados pode ser constatada através das variedades RB92579, SP81-3250, VAT90-61 e RB931011. Esses valores médios observados se mantêm abaixo do nível considerado adequado por Malavolta et al. (1997) que obtiveram valores de 15 a 50 mg kg⁻¹ para o B. Moura Filho et al. (2010) consideram os valores encontrados neste estudo acima do recomendado, com uma faixa de 4,5-7,5 mg kg⁻¹.

CONCLUSÕES

1. O Argissolo Amarelo Distrocoeso Abruptico Frágipânico foi aquele que disponibilizou maior quantidade de nutrientes para as variedades em relação à maioria dos elementos avaliados.

2. A variedade SP813250 é a que apresenta melhor desempenho em relação ao teor foliar de nutrientes, seguida pela RB931011, VAT90-61 e RB867515.

3. A diagnose nutricional é uma ferramenta importante para a avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar auxiliando nas tomadas de decisões quanto ao manejo varietal e a fertilidade solo.

LITERATURA CITADA

- Bastos, A. L.; Costa, J. P. V.; Silva, I. F.; Raposo, R. W. C.; Souto, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.136-142, 2008.
- Bokhtiar, S. M.; Sakurai K. Effect of application of inorganic and organic fertilizers on growth, yield and quality of sugar cane. *Sugar Technology*, v.7, p.33-37, 2005.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira de cana-de-açúcar - Abril, 2014. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_15_15_44_37_boletim_cana_portugues_-_1o_leve_-_14.pdf. 2 Mai. 2014.
- Costa, M. C. G.; Mazza, J. A.; Vitti, G. C.; Castro Jorge, L. A. Distribuição radicular, estado nutricional e produção de colmos e de açúcar em soqueiras de dois cultivares de cana-de-açúcar em solos distintos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1503-1514, 2007.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa : UFV, 1994. 390p.
- Espironeo, A.; Gallo, J. R.; Lavorenti, A.; Igue, T.; Hiroce, R. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). *Bragantia*, v.45, p.377-382, 1986.
- Farias, C. H. A.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Dantas Neto, J. Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em Tabuleiro Costeiro paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.419-428, 2009.

- Ferreira Júnior, R. A.; Souza, J. L.; Lyra, G. B.; Teodoro, I.; Santos, M. A.; Porfírio, A. C. S. Crescimento e fotossíntese de cana-de-açúcar em função de variáveis biométricas e meteorológicas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1229-1236, 2012.
- Gebrim, F. O.; Novais, R. F.; Silva, I. R. S.; Schulthais, F.; Vergutz, L.; Procópio, L. C.; Moreira, F. F.; Jesus, G. L. Mobility of inorganic and organic phosphorus forms under different levels of phosphate and poultry litter fertilization in soils. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1195-1205, 2010.
- Harger, N.; Fioretto, R.; Ralisch, R. Avaliação nutricional da cultura da soja pelos métodos DRIS e níveis de suficiência. *Ciências Agrárias*, v.24, p.219-224, 2003.
- Korndorfer, G. H.; Alcarde, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.16, p.217-222, 1992.
- Korndorfer, G. H.; Mello, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.92-97, 2009.
- Malavolta, E. ABC da análise de solos e folhas. São Paulo: Ceres, 1992. 124p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: ABPPF, 1997. 319p.
- Mendes, L. C. Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar. Viçosa: UFV, 2006. 46p. Dissertação Mestrado
- Moura Filho, G.; Silva, L. C.; Moura, A. B.; Melo Filho, J. B.; Guerra, A. M.; Guimarães, D. H. V.; Pereira, R. C. S. Determinação de teores ótimos de nutrientes em cana-de-açúcar na destilaria Japungu, PB, usando o método da chance matemática (Chm). In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de plantas, 29, 2010, Guarapari, 2010. Anais... Guarapari: SBCS, 2010. CD-Rom
- Nascimento, F. M.; Bicudo, S. J.; Fernandes, D. M.; Rodrigues, J. G. L.; Fernandes, J. C. Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v.5, p.67-86, 2012.
- Orlando Filho, J.; Macedo, N.; Tokeshi, H. Seja doutor do seu canavial. *Informações Agronômicas*, v.67, p.1-16, 1994.
- Orlando Filho, J.; Zambello Júnior, E.; Haag, H. P. Influência do solo na absorção do Cu pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade. In: Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açúcareiros do Brasil, 13, 1980, Maceió. Anais... Maceió: STAB, 1980. p.304-314.
- Oliveira, E. C. A.; Freire, J. F.; Oliveira, R. I.; Oliveira, A. C.; Freire, M. B. G. S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.579-588, 2011.
- Partelli, L. F.; Vieira, H. D.; Costa, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. *Ciência Rural*, v.35, p.1456-1460, 2005.
- Prado, R. M.; Fernandes, F. M.; Natale, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. *Scientia Agrícola*, v.59, p.129-135, 2002.
- Reis Júnior, R. A. Monnerat, P. H. Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.367-372, 2002.
- Reis Júnior, R. A.; Monnerat, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária do Brasil*, v.38, p.379-385, 2003.
- Rosetto, R.; Dias, F. L. F.; Vitti, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: Dinardo-Miranda, L. L.; Vasconcelos, A. C. M.; Landell, M. G. A. (ed.). In: Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p.221-238.
- Santos, E. F.; Donha, R. M. A.; Magno, Araújo, C. M. M.; Lavres Júnior, J.; Camacho, M. A. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pela distribuição normal reduzida. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.1651-1658, 2013.
- Simões Neto, D. E.; Oliveira, A. C.; Freire, F. J.; Freire, M. B. G. S.; Nascimento, C. W. A.; Rocha, A. T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.840-848, 2009.
- Silva, M. A. S.; Griebeler, N. P.; Borges, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.108-114, 2007.
- Souza, H. A.; Hernandez, A.; Romualdo, L. M.; Rozane, D. E.; Natale, W.; Barbosa, J. C. Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.1243-1250, 2011.
- Tasso Júnior, L. C.; Marques, M. O.; Camilloti, F.; Silva, T. Extração de Macronutrientes em cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região centro-norte do estado de São Paulo. *STAB*, v. 25, p.6-8, 2007.