

ALTANYS SILVA CALHEIROS

**ACÚMULO DE BIOMASSA, DE NUTRIENTES E DE SACAROSE POR DUAS
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, INFLUENCIADOS POR DOSES DE
FÓSFORO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MESTRADO EM AGRONOMIA

Concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas

RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS

2008

ALTANYS SILVA CALHEIROS

**ACÚMULO DE BIOMASSA, DE NUTRIENTES E DE SACAROSE POR DUAS
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, INFLUENCIADOS POR DOSES DE
FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Rio Largo - AL

Agosto de 2008

ALTANYS SILVA CALHEIROS

**ACÚMULO DE BIOMASSA, DE NUTRIENTES E DE SACAROSE POR DUAS
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, INFLUENCIADOS POR DOSES DE
FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Co - Orientadora: Prof. Dr^a. Vilma Marques Ferreira

Rio Largo - AL

Agosto de 2008

**ACÚMULO DE BIOMASSA, DE NUTRIENTES E DE SACAROSE POR DUAS
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, INFLUENCIADOS POR DOSES DE
FÓSFORO**

ALTANYS SILVA CALHEIROS

Dissertação apresentada e avaliada pela Banca Examinadora em
01/08/2008, como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, do Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal da Unidade Acadêmica Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: _____

Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira
CECA/UFAL

Examinadores: _____

Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira
CECA/UFAL

Dr. Antônio Dias Santiago
EMBRAPA Tabuleiros Costeiros

Prof. Dr. José Paulo Vieira da Costa
CECA/UFAL

Rio Largo - AL
Agosto de 2008

Primeiramente a Deus, que me concebeu o dom da vida
Aos meus pais Jeová Calheiros da Silveira e Antônio Célia da Silva
Ao meu irmão Altay Silva Calheiros e à minha amada noiva Emanuely Batista da Silva.

DEDICO

A todos os meus familiares,
em especial à minha mãe. À minha
noiva, e a todos os amigos e docentes,
que ajudaram nesta árdua caminhada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar sempre comigo, guiando e iluminando o meu caminho;

Ao grande amigo e orientador Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira por todo apoio, incentivo e ensinamentos durante esse período que fiz parte do setor de agricultura e, pelo compartilhamento de suas idéias e experiências durante a orientação do trabalho que originou esse momento de felicidade que é a conclusão de mais uma etapa na minha vida pessoal e profissional. Meu Muito Obrigado;

Ao coordenador da pós-graduação e amigo, Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima, pela amizade e ensinamentos durante o período de graduação e pós-graduação;

À Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira, pela co-orientação neste trabalho e pela amizade e ensinamentos durante minha vida acadêmica;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal);

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pela concessão da bolsa de auxílio à pesquisa durante o curso;

À Prof^a. Dr^a. Roseane Cristina Prêdes Trindade, pela amizade, apoio e ensinamentos;

À Prof^a. Terezinha Bezerra Albino Oliveira, pela amizade e apoio;

Ao PMGCA (Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar), pelo financiamento deste trabalho;

Ao coordenador do PMGCA Prof. Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa, por todo apoio e ajuda na análise estatística desse trabalho;

Ao Prof. Cícero Alexandre, pelo apoio e disponibilização do laboratório de solos para a realização das análises químicas do material vegetal;

Ao Prof. Dr. José Paulo Vieira da Costa, pelos ensinamentos e amizade durante a graduação e pós-graduação e por ter aceitado o convite para fazer parte da banca examinadora;

Ao Dr. Antônio Dias Santiago, por ter aceitado o convite para fazer parte da banca examinadora;

Ao Diretor do Centro, Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira por disponibilizar as instalações do centro para condução deste trabalho;

Aos professores da graduação e da pós-graduação em Produção Vegetal pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso;

À Universidade Federal de Alagoas e a Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização deste curso;

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, em especial, ao Geraldo Lima e ao Marcos Antônio Lopes “Marquinho”.

Aos amigos, Djair Felix da Silva, Edna Vieira dos Santos Aristides, Edson Tenório da Silva, José Harlison de Araújo Ferro, Laís Fernanda Melo Pereira, Marina de Lyla Soriano, Pedro Bento da Silva, Reginaldo José dos Santos, Thiago Batista dos Santos e Wéliton Tenório da Silva, pela grande contribuição, amizade e confiança.

Aos amigos da turma de mestrado, Alexandre Guimarães, Cícero Teixeira da Silva Costa, José André Custódio, José Edmilson de Brito, Jorge Luís Xavier Cunha e Rui Palmeiras de Medeiros.

Ao amigo Carlos Jorge “Carlinhos”, pela ajuda na tradução;

A todos os colegas de graduação e pós-graduação pela convivência durante esse período;

A todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram para o meu sucesso, Meu muito obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ALTANYS SILVA CALHEIROS, filho de Jeová Calheiros da Silveira e Antônia Célia da Silva, nasceu na cidade de Maceió, Estado de Alagoas, em 11 de abril de 1984.

Ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Satuba - Alagoas, no ano de 1999, onde despertou significativamente seu interesse pelas ciências agrárias.

Ingressou na Universidade Federal de Alagoas, para cursar Agronomia, no ano de 2002, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2007.

Durante toda vida acadêmica desenvolveu atividades de monitoria nas disciplinas de Agricultura I (culturas anuais) e Química Agrícola.

Foi aluno de iniciação científica da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas - FAPEAL e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq, da Universidade Federal de Alagoas onde despertou seu interesse pela pesquisa.

Estagiou no Setor de Agricultura da Universidade Federal da Alagoas, no ano de 2005.

Em março de 2007 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, concentração em Produção Vegetal, na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	III
BIOGRAFIA DO AUTOR	V
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ANEXOS	X
RESUMO GERAL	XII
GENERAL ABSTRACT	XIII
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	2
FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DA CANA	2
RELAÇÃO FÓSFORO/NITROGÊNIO NO METABOLISMO DA CANA	3
EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA	5
CANA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	7
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO 1:	16
PRODUÇÃO DE BIOMASSA, DE AÇÚCAR E DE PROTEÍNA EM FUNÇÃO DE VARIEDADE DE CANA E DE ADUBAÇÃO FOSFATADA	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO 2:	33
ACÚMULO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE SACAROSE DE DUAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NA PRIMEIRA REBROTA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38

CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. Acúmulo de matéria seca na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo	30
FIGURA 2. Acúmulo de proteína bruta na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo	30
FIGURA 3. Acúmulo de P na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo	31
FIGURA 4. Produção de colmos industrializáveis e de sacarose pelas variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo	32
FIGURA 5. Acúmulo de matéria seca pela primeira rebrota das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo	46
FIGURA 6. Produção de colmos industrializáveis e de sacarose aparente pela primeira rebrota das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo	47

LISTA DE TABELAS

		Pág.
TABELA 1.	Quadrados médios da análise de variância para acúmulo de matéria seca (Ac. MS), teores (Teor) e acúmulos (Ac.) de proteína bruta e de fósforo na parte aérea das plantas e produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e de sacarose aparente (Sacarose), por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo	28
TABELA 2.	Médias do acúmulo de matéria seca (Ac. MS), dos teores (Teor) e acúmulos (Ac.) de proteína bruta e de fósforo na parte aérea das plantas e produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e de sacarose aparente (Sacarose), por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo	29
TABELA 3.	Quadrados médios da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo	43
TABELA 4.	Médias dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo	43
TABELA 5.	Quadrados médios da análise de variância para acúmulo de matéria seca (Ac. MS), produção de colmos industrializáveis (Prod. colmos) e de sacarose (Prod. sacarose), acúmulo de sólidos solúveis (Sol. solúveis), percentual de sacarose aparente (Perc. sac. apar.), açúcares redutores (Açúc. reduct.), pureza, fibra no colmo (Fibra) e concentrações (Conc.) e acúmulos (Ac.) de nitrogênio, fósforo e potássio na biomassa da parte aérea de duas variedades de cana, adubadas com seis doses de fósforo	44
TABELA 6.	Médias dos acúmulos de matéria seca (Ac. MS), produção de colmos industrializáveis (Prod. colmos), produção de sacarose (Sacarose), acúmulo de sólidos solúveis (Sol. solúv.), percentual de sacarose aparente no caldo (Perc. sac. apar.), açúcares redutores (Açúc. reduct.), pureza do caldo (Pureza), fibra no colmo (Fibra), concentrações (Conc.) e acúmulos (Ac.) de nitrogênio, fósforo e potássio na biomassa da parte aérea de duas variedades de cana, adubadas com seis doses de fósforo	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1. Médias mensais da precipitação (mm) e das temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), durante o ciclo de cana-planta, cultivada em Rio Largo - AL	50
ANEXO 2. Médias mensais da precipitação (mm) e das temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), durante o ciclo de primeira rebrota, cultivada em Rio Largo - AL, no período de janeiro a dezembro de 2007	50
ANEXO 3. Teste F para acúmulo de matéria seca, produção de colmos e de sacarose, concentração e acúmulo de proteína bruta e concentração e acúmulo de fósforo das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-planta, em função das doses de fósforo	51
ANEXO 4. Teste F para acúmulo de matéria seca, produção de colmos e de sacarose, acúmulo de sólidos solúveis, açúcares redutores, pureza, fibra no caldo e percentual de sacarose aparente das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de primeira rebrota, em função das doses de fósforo	52
ANEXO 5. Teste F para concentração de nitrogênio, fósforo e potássio e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de primeira rebrota, em função das doses de fósforo	53
ANEXO 6. Análise de variância do efeito de doses de fósforo no teor de proteína bruta de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta	54
ANEXO 7. Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta para o teor de proteína bruta	54
ANEXO 8. Análise de variância do efeito de doses de fósforo no acúmulo de proteína bruta de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta	54
ANEXO 9. Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta para o acúmulo de proteína bruta	55

ANEXO 10.	Análise de variância do efeito de doses de fósforo no acúmulo de matéria seca de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota	55
ANEXO 11.	Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para o acúmulo de matéria seca	55
ANEXO 12.	Análise de variância do efeito de doses de fósforo na produção de colmos de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota	56
ANEXO 13.	Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para a produção de colmos	56
ANEXO 14.	Análise de variância do efeito de doses de fósforo na concentração de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota	56
ANEXO 15.	Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para a concentração de nitrogênio	57

RESUMO GERAL

No Brasil, a cana-de-açúcar é normalmente utilizada para a produção de açúcar, álcool e alimentação animal. Na maioria dos solos brasileiros, o teor de fósforo não assegura crescimento satisfatório da cultura, havendo, portanto, necessidade de fornecê-lo na adubação. O fósforo é um elemento importante na nutrição e no metabolismo da cana e, a sua resposta à adubação fosfatada é dependente de fatores genéticos e ambientais, no entanto, há poucos trabalhos sobre a resposta de variedades atualmente cultivadas à fertilização fosfatada. Ante a esta escassez de informação, no presente estudo avaliou-se, no ciclo de cana-planta e de primeira rebrota, a resposta das variedades RB867515 e RB92579 à adubação fosfatada. A pesquisa foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, tendo-se realizado o plantio da cana em 09 de setembro de 2005. O experimento, um fatorial 2 x 6, foi constituído de duas variedades de cana, e seis doses de fósforo: zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P, tendo como fonte de P o superfosfato triplo. Utilizou-se também adubação nitrogenada, potássica e com micronutrientes em doses equivalentes a 100; 200; 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com cinco repetições. Em dezembro de 2006, dezesseis meses após o plantio, cortou-se a cana-planta e quantificaram-se o acúmulo de matéria seca, a produção de sacarose e a qualidade nutricional da forragem. Em abril do ano seguinte, no início do período chuvoso, adubou-se a primeira rebrota aplicando-se 120; 150; 5,0; 5,0 e 5,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente. Na fase de crescimento máximo da primeira rebrota, avaliou-se o estado nutricional e, em dezembro, cortou-se a cana, para quantificar a produção de sacarose aparente e os acúmulos de matéria seca, de nitrogênio, fósforo e potássio. No ciclo de cana-planta os acúmulos de matéria seca, de sacarose, de fósforo e de proteína bruta foram influenciados pela adubação fosfatada; entretanto, a qualidade nutricional da cana não foi alterada de forma significativa pela adubação. Na primeira rebrota, as doses de fósforo não influenciaram o estado nutricional das plantas, verificando-se, entretanto, efeito varietal. Contudo, constatou-se deficiência nutricional de K, S, Zn, Cu e B, nas duas variedades. Os acúmulos de matéria seca, de colmos industrializáveis, de sacarose aparente e dos nutrientes N, P e K não foram influenciados pela variedade. Por outro lado, houve efeito da adubação fosfatada sobre essas variáveis.

GENERAL ABSTRACT

In Brazil, the sugarcane normally is used for the production of sugar, alcohol and animal feeding. In most Brazilian soils, the phosphorus level does not assure satisfactory cultural growth, therefore, there is the necessity of supplying it in fertilization. The phosphorus is an important element in the nutrition and in the metabolism of the sugarcane and, its answer to the phosphorous fertilization is dependant of genetic and environmental factors; however, there are few studies on the answer of varieties currently cultivated to the phosphorous fertilization. Because of this scarcity of information, the reply of the RB867515 and RB92579 varieties to the phosphorous fertilization in the sugarcane-plant cycle and the first resprouting were evaluated in this present study. The research was conducted in experimental area of the Agrarian Science Center of the Federal University of Alagoas, having planted the sugarcane on September 9, 2005. The experiment, a 2 x 6 factorial, was constituted of two sugarcane varieties, six doses of phosphorus: zero, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹ of P, having triple super-phosphate as the source of P. Nitrogen fertilization, potassium with micronutrients in doses equivalent to 100; 200; 6.0; 6.0 and 7.0 kg ha⁻¹ of N, K, Cu, Mn and Zn, were also used respectively. The treatments were distributed in blocks at random with five repetitions. In December 2006, sixteen months after having been planted, the sugarcane-plant was cut and the accumulation of dry substance, the production of sucrose and the nutritional quality of the fodder were quantified. In April of the following year, the beginning of the rainy season, the first resprouting were fertilized applying 120; 150; 5.0; 5.0 and 5.0 kg ha⁻¹ of N, K, Cu, Mn and Zn, respectively. In the resprouting's phase of maximum growth, its nutritional state was evaluated, and in December, the sugarcane was cut to quantify the apparent production of sucrose and the accumulations of dry substance, of nitrogen, phosphorus and potassium. In the sugarcane-plant cycle the accumulations of dry substance, sucrose, phosphorus and raw protein were influenced by the phosphorous fertilization; however, the nutritional quality of the sugarcane was not significantly modified by the fertilization. In the first resprouting, the doses of phosphorus did not influence the nutritional state of the plants, verifying then, however and variety effect. Over all, nutritional deficiency of K, S, Zn, Cu and B was evidenced in the two varieties. The accumulations of dry substance, industrialized stem, apparent sucrose and of the nutrients N, P and K were not influenced by the variety. On the other hand, there was an effect of the phosphorous fertilization on these variables.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é de grande importância sócio-econômica e ambiental para o país, sendo cultivada por pequenos, médios e grandes produtores rurais, em áreas que totalizam mais de 7,0 milhões de hectares. A produção de veículos bicompostíveis e a demanda mundial por combustíveis renováveis, particularmente o etanol e o biodiesel, impulsionaram a expansão e o uso da cana-de-açúcar (NÓBREGA & DORNELAS, 2006; BOLOGNA-CAMPBELL, 2007).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção estimada entre 558,1 e 579,8 milhões de toneladas de cana para o ano de 2008. Este volume representa, para o setor sucroalcooleiro, um aumento de 11,3 a 15,6% do obtido na safra passada, sendo que, do total produzido, 42,78% destinam-se à fabricação de açúcar e 57,22% à produção de álcool. O Estado de Alagoas encontra-se em quarto lugar, com produção média estimada em 29,8 milhões de toneladas de cana, sendo superado apenas por São Paulo, Paraná e Minas Gerais, com rendimentos médios de produção de 333,4; 47,4 e 43,6 milhões de toneladas de cana, respectivamente (CONAB, 2008).

Na atualidade, têm-se procurado aumentar a produtividade e a lucratividade da cultura da cana-de-açúcar associando-se técnicas agrícolas e gerenciais com maior eficiência industrial de produção de açúcar, de álcool e de energia elétrica (NEVES et al., 2004 e 2006; SILVA, 2007).

As principais técnicas agrícolas adotadas por pequenos, médios e grandes produtores rurais são a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, pela calagem, gessagem, adubação química, adubação verde e uso de composto orgânico (MALAVOLTA, 1981; RAIJ, 1991; ORLANDO FILHO et al., 1994; VITTI & MAZZA, 2002; OLIVEIRA et al., 2007). A avaliação do potencial produtivo de variedades de cana-de-açúcar em diversos ambientes edafo-climáticos e sob diferentes manejos culturais é outra técnica agrícola muito usada pelas grandes usinas e destilarias (BARBOSA et al., 2007; SILVEIRA et al., 2007).

O rendimento econômico da cana-de-açúcar é dado pela produção de sacarose, componente mais valioso, além de açúcares não redutores utilizados para formar o melaço e, também, a fibra usada como fonte de energia para a própria usina ou para a venda. O processamento industrial da cana também pode ser dirigido para a produção de

álcool, para utilização como combustível e fins alcoolquímicos (RODRIGUES, 1995; BARBOSA et al, 2007).

Ante a estas considerações, no presente estudo, avaliou-se, no ciclo de cana-planta e de primeira rebrota, a resposta das variedades RB867515 e RB92579 à adubação fosfatada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DA CANA

A cana-de-açúcar, por produzir grande quantidade de massa, extrai e acumula, conseqüentemente, maior quantidade de nutrientes do solo. Para uma produção de 120 toneladas de matéria natural por hectare, cerca de 100 t de colmos industrializáveis, o acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta é da ordem de 150; 40; 180; 90; 50 e 40 kg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. No caso dos micronutrientes Fe, Mn, Zn, Cu e 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 (ORLANDO FILHO, 1993; OLIVEIRA et al., 2007).

Para se assegurar boa produtividade da cana-de-açúcar recomenda-se cultivá-la sob suprimento adequado de nutrientes, devido ao grande acúmulo e remoção desses elementos, no entanto, a maioria dos solos brasileiros apresenta alguma limitação séria de fertilidade (MALAVOLTA, 1980; RAIJ, 1991). Deve-se conhecer, portanto, a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo, para, se necessário, complementá-la com adubações e, se constatada a presença de elementos em níveis tóxicos, reduzir sua concentração pela calagem e gessagem (ORLANDO FILHO et al., 1994; VITTI & MAZZA, 2002; DEMATTÊ, 2005; OLIVEIRA et al., 2007). Normalmente se avaliam a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos em níveis tóxicos no solo pela análise química da camada arável (RAIJ, 1991; NOVAIS & SMITH, 1999), sendo também de grande valia o histórico da área, sobretudo as adubações realizadas e se houve ou não ocorrência de sintomas de deficiência ou de toxidez nos cultivos anteriores (MALAVOLTA, 1980; VITTI & MAZZA, 2002; OLIVEIRA et al., 2004 e 2007).

Em relação ao fósforo, existem muitos métodos de extração desse elemento, reflexo da complexidade do comportamento do elemento no solo, bem como da falta de concordância sobre o que deveria ser o método mais adequado de quantificação de sua disponibilidade (RAIJ, 1991; NOVAIS & SMITH, 1999).

A mobilidade do fósforo no solo é pequena e sua difusão é influenciada por diversos fatores, com destaque para: precipitação por cátions como o ferro, alumínio e cálcio; conteúdo volumétrico de água no solo; adsorção do fósforo pelos colóides do solo; complexidade da estrutura do meio; compactação do solo; a distância a percorrer até atingir as raízes e o teor do elemento no solo (CAMARGO et al., 1979; RUIZ et al., 1988a,b; RUIZ et al., 1990; COSTA et al., 2006). Em geral, são registrados valores muito baixos de transporte de fósforo, devido a sua forte interação com os colóides do solo, principalmente em solos muito intemperizados (VILLANI et al., 1993; COSTA et al., 2006).

2.2. RELAÇÃO FÓSFORO/NITROGÊNIO NO METABOLISMO DA CANA

Na grande maioria dos solos brasileiros cultivados com cana-de-açúcar, há baixa concentração de fósforo (MALAVOLTA, 1980; NOVAIS & SMITH, 1999) e de nitrogênio, e essas deficiências associadas à alta saturação de alumínio, são os fatores químicos que mais limitam a produção (RAIJ, 1991; SANTOS et al., 2002, OLIVEIRA et al., 2007). O fósforo quando em pequenas quantidades na planta influencia tanto o crescimento da cultura quanto a produção de sacarose, pois, este elemento, além de participar do processo de divisão celular e energético da planta, também influencia na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes (MAGALHÃES, 1996; MENDES et al., 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004), tendo também efeito sobre a qualidade do caldo (CÉSAR et al., 1987; MACHADO et al., 2003, OLIVEIRA et al., 2007).

O fósforo constitui cerca de 0,2% do peso seco das plantas e participa de um grande número de compostos nas mesmas. É componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucléicos e fosfolipídios, e também da adenosina trifosfato (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas, tais como inúmeras etapas do ciclo de Calvin e da glicólise (KERBAUY, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004).

A biodisponibilidade de fósforo na planta causa grandes alterações na absorção e no metabolismo do nitrogênio (MALAVOLTA, 1980; MAGALHÃES, 1996; NOVAIS & SMITH, 1999). Em plantas com suprimento inadequado de fósforo há redução na absorção do nitrato da solução do solo e a translocação de nitrato das raízes para a parte aérea diminui. No entanto, em plantas com suprimento adequado de fósforo há aumento na absorção do nitrato da solução do solo; a translocação de nitrato das raízes para a parte aérea também aumenta; aumentando o acúmulo de aminoácidos em folhas e raízes (ALVES et al., 1998, NOVAIS & SMITH, 1999). Magalhães (1996) observou enorme influência da disponibilidade de P, tanto da solução nutritiva quanto da endógena, na absorção e metabolismo do nitrogênio pelo milho. Plantas bem supridas de fósforo antes e durante o estudo de cinética apresentaram absorção de nitrato praticamente constante durante o experimento. No entanto, plantas que foram privadas desse elemento, antes e durante a fase experimental, não conseguiram absorver o nitrato da solução.

Para que ocorra absorção do nitrogênio, há necessidade de gasto de energia, na forma de ATP, devido ao gasto de energia necessária para que a bomba de prótons H^+ -ATPase, bombeie íons H^+ para fora da célula, produzindo um gradiente eletroquímico, para que ocorra o transporte do nitrato para dentro da mesma, co-transportando dois ou mais prótons por unidade de NO_3^- (KERBAUY, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004). A assimilação do nitrogênio pelas reações de redução do nitrato a amônio e a incorporação do amônio em aminoácidos é outro processo que envolve o uso de energia pelas plantas, devido, à taxa e a quantidade de nitrogênio assimilado pelas mesmas durante o seu ciclo dependerem da atividade das enzimas envolvidas no ciclo do nitrogênio e da disponibilidade de energia necessária para os processos de assimilação (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004). Portanto, o fósforo é um nutriente cuja disponibilidade é de fundamental importância tanto para a absorção quanto para o metabolismo do nitrogênio, confirmando os resultados obtidos por Magalhães (1996) em estudos com a cultura do milho.

Acredita-se que a cana-planta, por ter maior suprimento de fósforo quando comparada com as rebrotas, apresente comportamento semelhante ao verificado nas plantas de milho bem supridas de fósforo. Oliveira et al. (2007) relatam resultados de suas pesquisas conduzidas na região de Passos, Sul de Minas Gerais, nas quais verificou-se que o aumento da dose de fósforo, aplicado no sulco de plantio, repercutiu

em maiores acúmulos de N na biomassa da parte aérea da cana-planta: para cada kg de P aplicado houve aumento de cerca de um kg de N. Esses resultados certamente são os efeitos das alterações causadas na absorção e metabolismo do nitrogênio, conforme observado por Magalhães (1996).

O nitrogênio é importante na nutrição e fisiologia da cana-de-açúcar, pois, dentre outras funções, é constituinte de todos os aminoácidos, proteínas, enzimas e ácidos nucleicos (MALAVOLTA et al., 1989; TAIZ & ZEIGER, 2004), sendo esse elemento, juntamente com o potássio, os absorvido em maiores quantidades pela cultura (BARBOSA et al., 2002; COLETI et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002). O nitrogênio absorvido aumenta a atividade meristemática da parte aérea, resultando em maior perfilhamento e índice de área foliar (IAF) da cana-de-açúcar, além disso, o N aumenta a longevidade das folhas. Esse incremento no IAF eleva a eficiência do uso da radiação solar, medida como taxa de fixação de gás carbônico ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), aumentando, portanto, o acúmulo de matéria seca (WOOD et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2007).

O acúmulo de nitrogênio pela cana-de-açúcar e conseqüentemente a massa de nitrogênio varia de acordo com o cultivar, a idade da cultura e a disponibilidade do N e de outros elementos na solução do solo e, também, depende de fatores edafoclimáticos. Para as variedades atualmente mais plantadas, trabalhos conduzidos por Oliveira et al. (2002) e Mendes (2006) indicaram que a extração de nitrogênio oscila em torno de 1,2 kg por tonelada de matéria natural da parte aérea. Considerando que as raízes e os rizomas correspondem, em média, a 30% da massa de toda a planta, pode-se estimar que para cada tonelada de matéria natural acumulada pela parte aérea ocorre absorção de 1,5 kg de N pela planta. Portanto, para sistemas com produtividade superior a 120 toneladas de matéria natural por hectare, a quantidade de N absorvido pela cultura ultrapassa 180 kg ha^{-1} , sendo, nesses sistemas, sugerido o uso de adubação nitrogenada, em doses variando de 60 a 100 kg ha^{-1} (OLIVEIRA et al., 2007).

2.3. EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA

Pesquisas têm mostrado que há diferença entre as variedades de cana-de-açúcar quanto à eficiência na absorção e na utilização de fósforo, havendo materiais que apresentam boa produção mesmo sob condições de baixa disponibilidade deste nutriente

na solução do solo, enquanto outros, principalmente os de alta produtividade, que são muito exigentes, não apresentam tal desempenho (MAULE et al., 2001; MENDES, 2006; BARBOSA et al., 2007).

Os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar têm colocado à disposição dos produtores variedades de cana mais produtivas, com melhor qualidade industrial, assim como alta adaptação, boa resistência e tolerantes a fatores adversos, tanto bióticos como abióticos (NÓBREGA & DORNELAS, 2006; BARBOSA et al., 2007), sendo interessante avaliar o potencial produtivo e a eficiência nutricional destas novas variedades em função de adubação e outros tratos culturais.

Na análise da eficiência nutricional de uma variedade de cana quantifica-se sua capacidade de absorver e utilizar os nutrientes para a produção de biomassa e de sacarose. A variedade que numa mesma condição edafoclimática consegue acumular maior quantidade de nutrientes é considerada mais eficiente no processo de absorção e, aquela que produz maior massa de sacarose, ou de biomassa, por massa de nutriente absorvido é a mais eficiente na utilização deste elemento (MENDES, 2006). É desejável que a variedade seja eficiente nos dois processos, mas nem sempre se consegue alcançar este objetivo.

A grande maioria dos trabalhos sobre absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar disponível na literatura foram realizados nas décadas de 1970 e 1980 (ORLANDO FILHO et al., 1980, MACHADO et al., 1982, BITTENCOURT et al., 1986) e muito pouco destes trabalhos avaliaram a eficiência nutricional da cana (BITTENCOURT et al., 1986), além disso, e devido à época em que foram conduzidos, não se cultivam mais as variedades utilizadas nestes estudos, assim, há escassez de informação sobre o tema.

A resposta ao fósforo varia de cultura para cultura, e também entre cultivares da mesma espécie, onde umas são mais eficientes do que outras na absorção e utilização deste nutriente. Assim, plantas de crescimento muito rápido e sistema radicular pouco desenvolvido aproveitam mal o fósforo do solo e necessitam de teores disponíveis elevados para bom desenvolvimento. Por outro lado, plantas de ciclo longo e sistema radicular muito profundo e ramificado desenvolvem-se bem mesmo em solos com teores relativamente baixos de P disponível (MENGEL & KIRKBY, 1987; EPSTEIN & BLOOM, 2006). Existem, também, características de algumas espécies que favorecem o melhor aproveitamento do fósforo, tais como maior capacidade de absorção de cálcio,

alteração do pH da rizosfera por exsudação de ácidos orgânicos e associação com micorrizas, o que aumenta a superfície de absorção das raízes e altera sua cinética enzimática (RAIJ, 1991; EPSTEIN & BLOOM, 2006).

2.4. CANA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A cana-de-açúcar tem sido um volumoso muito utilizado para alimentação animal e, dentre os principais fatores que contribuem para o seu uso no arraçoamento, podem-se citar: 1) A grande produção de forragem por unidade de área e a facilidade de cultivo - quando está madura, mantém sua qualidade como forragem, além do baixo custo por unidade de matéria seca produzida; 2) Apresenta maior flexibilidade quanto às épocas de plantio e de corte, em comparação com as culturas anuais, o que facilita o gerenciamento da atividade; e 3) Pode ser uma das fontes de energia de menor custo, tanto para rebanhos de pequena quanto de média e alta produtividade, tornando essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores (FERNANDES et al., 2001; FREITAS et al., 2006a e 2006b; MENDES, 2006; NETO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007).

A utilização da cana como recurso forrageiro para a alimentação de ruminantes é uma prática antiga e ainda marca presença em propriedades agrícolas brasileiras, principalmente àquelas com menor grau de tecnificação (GENTIL, 2006; MENDES, 2006). No entanto, a dificuldade de colheita em dias de chuva; a redução do valor nutritivo durante o verão, devido aos baixos teores de proteína e minerais e ao alto teor de fibra de baixa degradação ruminal; e as limitações operacionais impostas pelo corte diário dificultam a sua utilização durante o ano todo e em larga escala (PEREIRA et al., 2001; MENDES, 2006; FERREIRA et al., 2007; SANTOS, 2007).

A ensilagem da cana é uma forma de contornar esse problema, permitindo a racionalização dos custos de mão-de-obra, por meio da concentração do processo de corte da cana em uma determinada época do ano, a maior facilidade de manejo diário na fazenda e a maximização da utilização do maquinário (CASTRO NETO, 2003; GENTIL, 2006; MENDES, 2006; FERREIRA et al., 2007).

De acordo com estudos desenvolvidos por Oliveira et al.(2004a) Boin et al. (1987); Rodrigues et al. (1997) constatou-se que a silagem de cana, nutricionalmente é um alimento desbalanceado, sendo pobre em minerais, principalmente N e P, e rico em

carboidratos solúveis. Devido aos baixos teores de proteína e altos teores de açúcar, que dependendo da época do ano, o valor energético pode estar mais ou menos concentrado, a cana não pode ser utilizada como única fonte de alimento (THIAGO & VIEIRA 2002; FERNANDES et al. 2003; PRESTON 1977). Nestas condições nutritivas, a cana deve ser complementada com outra fonte de nutriente, mesmo em casos em que a cana esteja sendo ofertada para a manutenção animal.

Aditivos químicos e inoculantes microbianos têm sido utilizados com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e conservação das silagens, promovendo o desenvolvimento dos microrganismos benéficos, como as bactérias produtoras de ácido láctico, e a inibição dos indesejáveis, como as leveduras e clostrídios (GENTIL, 2006; FERREIRA et al., 2007; SANTOS, 2007). Outra forma de melhorar a qualidade da silagem de cana seria a inclusão de leguminosas forrageiras, como a soja (ALBUQUERQUE, 2007).

Freitas et al. (2004) avaliando a introdução de resíduo da colheita de soja e dois inoculantes, verificou que o resíduo melhora nutricionalmente as qualitativas da silagem de cana-de-açúcar, reduzindo as perdas e produção de nitrogênio amoniacal. Além de funcionar como sequestrador de umidade, que é uma implicação encontrada na silagem de cana.

De acordo com Reis et al. (2008), silagens de milho, sorgo forrageiro, cana-de-açúcar entre outras, necessitam de um aporte protéico, devido as suas deficiências nutricionais, devendo ser calculadas de acordo com a exigência animal e os teores encontrados na forragem. A principal justificativa para o uso adicional de soja em silagem de gramíneas é a real elevação do teor protéico da silagem feita somente com gramíneas, que dependendo da espécie, varia em média de 4,0 a 7,0% de PB (EVANGELISTA et al. 2003). Ainda de acordo com o mesmo autor quando a soja encontra-se no estágio R5 de desenvolvimento, fase em que ocorre o enchimento dos grãos, pode apresentar até 18% de PB na MS da forragem.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBUQUERQUE, E.M.F.F. **Acúmulo de matéria seca, proteína bruta e eficiência nutricional de cinco variedades de soja (*Glycine Max* (L) Merr.)**. Rio Largo - Alagoas, 2007, 37p. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Alagoas, 2007.

ALVES, V.M.C.; NOVAIS, R.F.; OLIVEIRA, M.F.G. et al. Cinética e translocação de fósforo em híbridos de milho. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.33, n.7, p.1047-1052, 1998.

BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. In. **Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil**, 8., Recife, 2002. Anais. Recife, STAB, 2002. p.264-267.

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

BITTENCOURT, V.C.; FAGANELLO, B.F.; SALATA, J.C. Eficiência da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar (planta). **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.5, n.1, p.25-29, 1986.

BOIN, C.; MATTOS, W. R. S.; D'ARC, R. D. **Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes**. Cana-de-açúcar, cultivo e utilização. Fundação Cargill, 2º Volume, p 805-856, 1987.

BOLOGNA-CAMPBELL, I. **Balanço de nitrogênio e enxofre no sistema solo-cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta**. Piracicaba, 2007, 112p. Tese de Doutorado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2007.

BREDEMEIER, C. & MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CAMARGO, O.A; BIGGAR, J.W. & NIELSEN, D.R. Efeito do cálcio ou do potássio na adsorção e movimento do fósforo em um alfisol. **R. Bras. Ci. Solo**, v.3, p.8-13, 1979.

CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. Belo Horizonte, 2003. 53p. Dissertação de Mestrado - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

CÉSAR, M.A.A.; DELGADO, A.A.; CAMARGO, A.P. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.5, p.32-38, 1987.

COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J. et al. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB 835486 e SP 81-3250. In: **8º Congresso Nacional da STAB**, Pernambuco, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Primeiro Levantamento, abril/2008, 12p.

COSTA, J.P.V.; BARROS, N.F.; ALBUQUERQUE, A.W. et al. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.4, p.828-835, 2006.

DEMATTE, J.L.L. Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Encarte do Informações Agrônomicas**, Nº 111 - setembro/2005.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2ª edição, Londrina, Ed. Planta, 2006, 403p.

EVANGELISTA, A. R.; RESENDE P. M.; MACIEL, G. A. Uso da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na forma de silagem. **Ano XI, Número 120**, Lavras, 2003.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes

ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.977-985, 2003.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Rev. bras. zootec.**, v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.

FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.2, p.423-433, 2007.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. **In: 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande. Anais 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.**

GENTIL, R.S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação.** Piracicaba, 2006, 70p. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2006.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I. et al. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.

MACHADO, J.C.; OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P. et al. Adubação fosfatada, produção de sacarose e qualidade do caldo da RB72-454 no ciclo de cana-planta e de primeira rebrota. **In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.** 2003. CD Room.

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

nutritiva. Viçosa, 1996. 76p. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação.** Ceres, São Paulo, 1981. 596p.

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

MAULE, R.F.; MAZZA, J.A. & MARTHA Jr., G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, v.58, n.2, p.295-301, 2001.

MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo.** Piracicaba, 2006, 103p. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2006.

MENDES, L.C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar.** Viçosa, 2006. 46p. Dissertação de mestrado em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MENDES, L.C.; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W. et al. Perdas de nitrogênio pela folhagem da cana durante a senescência foliar. **ZOOTEC2004**, 2004. Brasília, DF. CD Room.

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** 4ª edição, Berne: International Potash Institute, 1987, 655p.

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; MORAIS, E.E. et al. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.787-794, 2006.

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; OTA, W.M. Sistema de Monitoramento de perdas invisíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.764-770, 2004.

NÓBREGA, J.C.M. de & DORNELAS, M.C. Biotecnologia e melhoramento da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. p.39-56.

NOVAIS, R.F. & SMITH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999. 399p.

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

OLIVEIRA, M.W.; MENDES, L.C.; MARQUES, W.P. et al. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. In: ZOOTECH2004, 2004, Brasília. **Anais do ZOOTECH2004**. Brasília : ZOOTECH2004, 2004a.

OLIVEIRA, M.W.; MARTINS, A.G.; SILVA, J.A.B. et al. Doses de corretivo e alterações químicas em dois solos. **I Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Sustentabilidade**, Campina Grande, 2004.

OLIVEIRA, M.W.; MENDES, L.C.; BARBOSA, M.H.P. et al. Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. In: **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo....**, 25., Rio de Janeiro, 2002. Anais. Rio de Janeiro, SBCS, 2002. CD ROM.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S; OLIVEIRA, E.A.M. (eds). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1993. p.133-146.

ORLANDO FILHO, J.; HSSG., H.P. & ZAMBELLO JÚNIOR, E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade, em três solos do Estado de São Paulo. **Boletim técnico Planalsucar**, v.1, n.4, p.1-127, 1980.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N. & TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. **Encarte do Informações Agronômicas**. nº 67, 1994, 17p.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: Consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.563-572, 2001.

PRESTON, T. R.; **NUTRITIVE VALUE OF SUGAR CANE FOR RUMINANTS**. Centro Dominicano de Investigación Pecuaria con Caña de Azúcar, CEAGANA, Santo Domingo, R.D. Tropical Animal prod. 2:2, 1997.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

REIS R.A.; NUSSIO L.G.; COAN, R.M. et al. **Adequação ao Uso de Alimentos Volumosos: Custos de Produção e Desempenho Comparativo**. Disponível em: www.coanconsultoria.com.br/images/palestras/Adequação%20de%20Volumosos%20ao%20Confinamento.doc. Acesso em 19/08/2008.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu - SP, 1995, 99p.

RODRIGUES, A. A.; ESTEVES, S. N.; DA CRUZ, G. M. & BARBOSA, P. F. Suplementos protéicos para novilhas em crescimento alimentadas com cana-de-açúcar e uréia. **Anais da XXXIV Reunião de Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Juiz de Fora, MG. 1997.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F. et al. Efeito da umidade do solo sobre o volume e o conteúdo de fósforo no exudato xilemático de soja. **R. Bras. Ci. Solo**, v.12, p.39-42, 1988b.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F. et al. Efeito do conteúdo de água sobre os níveis críticos de fósforo em dois latossolos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.12, p.43-48, 1988a.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F. et al. Teor, acúmulo e disponibilidade de fósforo em plantas de soja em relação ao conteúdo de água do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.14, p.181-185, 1990.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRO, J.O. et al. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados. **R. Bras. de Zootec.**, v.31, n.2, p.605-616, 2002.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. Piracicaba, 2007, 112p. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2007.

SILVA, J.S. **Produção de álcool combustível na fazenda e em sistema cooperativo**. Editor, Viçosa - MG, 2007, 168p.

SILVEIRA, L.C.I.; PAES, J.M.V.; BARBOSA, M.H.P. et al. Produção de mudas de cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.25-29, 2007.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre, 2004. 526p.

THIAGO L. R. L. de S. & VIEIRA, J. M. cana-de-açúcar uma alternativa de alimento para a seca. **Comunicado técnico EMBRAPA**. COT n. 73, 2002.

VILLANI, E.M.A.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. et al. Difusão de fósforo em solos com diferentes texturas e níveis de umidade. **R. Bras. Ci. Solo**, v.17, p.343-347, 1993.

VITTI, G.C. & MAZZA, J.A. Panejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Encarte do Informações Agronômicas**. nº 97, 2002, 16p.

WOOD, A.W.; MUCHOW, R.C. & ROBERTSON, M.J. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. III. Accumulation, partitioning and use of nitrogen. **Fields Crops Research**, v.48, p.223-233, 1996.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO DE BIOMASSA, DE AÇÚCAR E DE PROTEÍNA EM FUNÇÃO DE VARIEDADES DE CANA E DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

O capítulo a seguir está de acordo com as normas da revista **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, classificada como Qualis A Internacional pela CAPES. O número máximo de páginas são 15, em espaçamento 1,5.

Produção de biomassa, de açúcar e de proteína em função de variedades de cana e de adubação fosfatada

Altanys Silva Calheiros¹

Resumo

A cana-de-açúcar é uma forragem que apresenta limitações nutricionais, devido aos baixos teores de proteína, de fósforo e de enxofre, entretanto, a adubação fosfatada pode melhorar sua qualidade nutricional, pois influencia na absorção e no metabolismo do nitrogênio e do fósforo. No presente estudo, avaliaram-se, no ciclo de cana-planta, o acúmulo de matéria seca, de fósforo e de proteína bruta e a produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar em função da adubação fosfatada. O estudo foi um fatorial 2 x 6, constituído de duas variedades de cana, RB867515 e RB92579, e seis doses de fósforo: zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P, com os tratamentos distribuídos em blocos ao acaso, com cinco repetições. Utilizou-se também adubação nitrogenada e potássica em doses equivalentes a 100 e 200 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. A adubação fosfatada influenciou no acúmulo de matéria seca e de sacarose, havendo efeito quadrático. Houve efeito linear, mas discreto, das doses de P sobre a concentração desse elemento na matéria seca, o que não foi observado para a concentração de proteína bruta. Por outro lado, as massas de proteína e de fósforo foram significativamente influenciadas pela adubação.

Palavras-chave: Produtividade, Nutrição Mineral, Qualidade da forragem, Alimentação Animal.

¹Trabalho apresentado como parte da dissertação do primeiro autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da UFAL. Trabalho financiado por bolsa de Mestrado CAPES/FAPEAL.

Production of biomass, from sugar and protein in function of sugarcane varieties and phosphorous fertilization

Altanys Silva Calheiros¹

Abstract

The sugarcane is a fodder that presents nutritional limitations, due to low levels of protein, phosphorus and sulfur; however, the phosphorous fertilization can improve its nutritional quality, because it influences in the absorption and the metabolism of nitrogen and phosphorus. In this study, the accumulation of dry substance from phosphorus and raw protein and the production of sucrose from two sugarcane varieties in function of the phosphorous fertilization in the sugarcane - plant cycle were evaluated. The study was a 2 x 6 factorial, consisted of two sugarcane varieties, RB867515 and RB92579, and six doses of phosphorus: zero, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹ of P, with treatments distributed in blocks at random, with five repetitions. Nitrogen and potassium fertilization in doses equivalent to 100 and 200 kg ha⁻¹ of N and K were also used respectively. The phosphorous fertilization influenced in the accumulation of dry substance and sucrose, having a quadratic effect. There was a linear effect, but discrete, of the doses of P on the concentration of this element in the dry substance, which was not observed for the raw protein concentration. On the other hand, the protein and phosphorus mass were significantly influenced by the fertilization.

Key-words: Productivity, Mineral Nutrition, Quality of the fodder, Animal Feeding.

Introdução

A cana-de-açúcar tem sido um volumoso muito utilizado para alimentação animal e, dentre os principais fatores que contribuem para o seu uso no arraçãoamento animal, podem-se citar: 1) A grande produção de forragem por unidade de área e a facilidade de cultivo - quando está madura, mantém sua qualidade como forragem, além do baixo custo por unidade de matéria seca produzida; 2) Apresenta maior flexibilidade quanto às épocas de plantio e de corte, em comparação com as culturas anuais, o que facilita o gerenciamento da atividade; e 3) Pode ser uma das fontes de energia de menor custo, tanto para rebanhos de pequena quanto de média e alta produtividade, tornando essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores (Freitas et al., 2006a e 2006b; Neto et al., 2007; Oliveira et al., 2007).

A cana-de-açúcar, por produzir grande quantidade de massa, extrai e acumula, conseqüentemente, maior quantidade de nutrientes do solo. Para uma produção de 120 toneladas de matéria natural por hectare, cerca de 100 t de colmos industrializáveis, o acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta é da ordem de 150, 40, 180, 90, 50 e 40 kg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. No caso dos micronutrientes Fe, Mn, Zn, Cu e 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).

O fósforo juntamente com o nitrogênio são os elementos que de modo geral mais limitam o crescimento da cana. A disponibilidade endógena de fósforo, principalmente a quantidade de ATP no sistema radicular, controla a absorção, a translocação e o metabolismo do nitrato (Machado et al., 2003; Mendes et al., 2004; Oliveira et al, 2007; Silva, 2007). Assim, a concentração de fósforo e de proteína na biomassa da cana-de-açúcar podem ser influenciadas pela adubação fosfatada.

No presente estudo, avaliaram-se, no ciclo de cana-planta, o acúmulo de biomassa, de fósforo e de proteína bruta e a produção de sacarose de duas novas variedades de cana-de-açúcar, RB867515 e RB92579, de alto potencial produtivo, em função da adubação fosfatada.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no Município de Rio Largo - AL, situado na

latitude de 9° 29' 45" S, longitude de 35° 49' 54" W e altitude média de 127 metros. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo Coeso Distrófico, com relevo plano (Embrapa, 1999).

Antecedendo à instalação do experimento realizou-se análise química do solo na camada de 0 a 20 cm, cujos resultados foram, respectivamente: pH em H₂O: 5,6; Al⁺³, Ca⁺², Mg⁺²: 0,41; 1,50 e 1,10 cmol_c dm⁻³; P e K: 6,0 e 38 mg dm⁻³; CTC (T): 7,20 cmol_c dm⁻³ e V (%): 37,4. De posse dos resultados, calculou-se a quantidade de calcário dolomítico a ser aplicada para se elevar a saturação por bases a 60%. Após a aplicação do calcário, a área experimental foi arada, gradeada e sulcada, tendo-se realizado o plantio da cana em 09 de setembro de 2005.

O estudo foi um fatorial 2 x 6, constituído de duas variedades de cana; RB867515 e RB92579, e seis doses de fósforo: zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P, tendo como fonte de fósforo o superfosfato triplo. Utilizou-se também adubação nitrogenada e potássica em doses equivalentes a 100 e 200 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco sulcos de 10,0 metros de comprimento, espaçados de 1,20 metros.

Para evitar possíveis perdas de N por volatilização de amônia pela folhagem da cana durante o período seco, apenas um terço do N, na forma de sulfato de amônio, juntamente com a totalidade do K, tendo como fonte o KCl, foram aplicados no fundo do sulco de plantio. No início das primeiras precipitações do período chuvoso de 2006 foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura, na dose de 67 kg ha⁻¹ de N e com micronutrientes em doses equivalentes a 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹ de Cu, Mn e Zn, respectivamente, tendo-se como fontes de micronutrientes o sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco. O controle químico de plantas daninhas foi feito utilizando-se herbicida pré-emergente alachor e atrazine.

Em dezembro de 2006 realizou-se a colheita da cana-planta, avaliando-se o acúmulo de nutrientes, de biomassa e sacarose na parte aérea da cana através de amostragens, sendo de 10,8 m² a área de cada amostra. Após a determinação da matéria fresca, subamostras de toda a parte aérea de cada tratamento foi passada em picadeira de forragem e seca em estufa de ventilação forçada a 65 °C até massa constante. Essas subamostras foram passadas em moinho tipo Willey, sendo, posteriormente,

quantificado os teores de proteína bruta e de fósforo segundo métodos descrito por Silva (1990) e Malavolta et al. (1989). Os valores médios do acúmulo de matéria seca, de proteína bruta, de fósforo e de sacarose foram extrapolados para um hectare e, submetidos à análise de variância e, de regressão para as variáveis estudadas.

Resultados e Discussão

O acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas (Ac. MS) foi grandemente influenciado pela variedade e pelas doses de fósforo (Tab. 1). O valor médio do Ac. MS, para todas as doses de P, foi de 30.734 kg ha⁻¹ para a RB867515 e de 35.253 kg ha⁻¹ para a RB92579 (Tab. 2 e Fig. 1). Silveira et al. (2002), em trabalhos conduzidos na Zona da Mata Mineira, em solos com baixo teor de P e média saturação por bases, avaliaram o crescimento e a produção de sacarose por seis variedades de cana e verificaram que a RB867515 destacou-se pelo acúmulo de matéria seca e produção de sacarose, com médias de 56 e 16,6 t ha⁻¹, respectivamente.

Em pesquisa conduzida por Rossiello (1987) com a variedade NA56-79, na região norte fluminense, em solos com alto teor de fósforo e saturação por bases próxima a 55%, verificou-se acúmulos de matéria seca da ordem de 47 t ha⁻¹, portanto, superiores aos do presente estudo. Porém, resultados semelhantes ao deste trabalho foram observados por Carvalho et al. (1993) ao avaliar o potencial produtivo das variedades CB47-355, SP70-1143, SP71-1406, RB72454 e NA56-79, uma vez que os acúmulos de biomassa seca na parte aérea das plantas variaram de 30,47 a 36,35 t ha⁻¹.

Em Alagoas, a fase de máximo crescimento da cana-de-açúcar ocorre em dias curtos e, portanto sob baixa luminosidade, diferentemente do Centro-Sul do Brasil, onde o aumento da luminosidade coincide com a maior disponibilidade hídrica. A não coincidência da máxima disponibilidade hídrica com a luminosa influencia negativamente nas taxas fotossintéticas, resultando em menor produtividade da cana em Alagoas, quando comparada ao Centro-Sul.

Não houve efeito da adubação fosfatada e da variedade sobre a concentração de proteína bruta na matéria seca da parte aérea da cana-de-açúcar (Tab. 2) tendo-se obtido valor médio de 3,12 dag kg⁻¹. O efeito da adubação sobre o acúmulo de proteína bruta deveu-se ao aumento da matéria seca em função da adubação fosfatada (Tab. 1 e Fig. 2).

O teor de fósforo disponível na camada de 0 a 20 cm de profundidade, extraído com Mehlich foi de $6,0 \text{ mg dm}^{-3}$, inferior aos $9,0 \text{ mg dm}^{-3}$ definido como nível crítico por Albuquerque e Marinho (1982) para o Estado de Alagoas. Por isto, esperava-se que houvesse efeito das doses de adubação fosfatada na concentração e massa de proteína bruta acumulada na parte aérea da cana-de-açúcar, pois há relatos de três efeitos distintos do aumento da disponibilidade endógena de P na absorção e no metabolismo do nitrato (Magalhães, 1996; Oliveira et al., 2007). Primeiramente, a absorção de nitrato pelas raízes aumenta, posteriormente, a translocação do nitrato das raízes para a parte aérea também aumenta, aparentemente devido à menor restrição do transporte do simplasto para o xilema. E, por último, há elevação no teor de aminoácidos, tanto nas folhas como nas raízes.

Os valores médios de proteína bruta obtidos no presente estudo são insuficientes para assegurar bom funcionamento do rúmen. Para dietas exclusivas de cana-de-açúcar, o teor de proteína bruta deveria situar-se entre $6,0$ a $7,0 \text{ dag kg}^{-1}$ (Lima e Mattos, 1993), entretanto em vários trabalhos conduzidos por diversos pesquisadores brasileiros têm-se verificado ampla variação no teor de proteína bruta da biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar, com valores oscilando de $2,0$ a $4,3 \text{ dag kg}^{-1}$ (Franzolin et al., 2000; Fernandes et al., 2001; Barbosa et al., 2002; Coleti et al., 2002; Mendes, 2006; Ferreira et al., 2007). Silva et al. (2007), apresentam resultados de avaliações bromatológicas realizadas por 20 autores, em quatorze variedades de cana atualmente cultivadas e, citam que os teores máximos de proteína foram de $3,37 \text{ dag kg}^{-1}$.

Outra possível alternativa para elevar o teor protéico da cana seria a adubação nitrogenada, entretanto, Salas et al. (1992) em estudo de adubação com doses de zero, 80, 150 e 300 kg de N por hectare por ano, verificaram que a fertilização provocou alterações muito pequenas no valor nutricional, havendo por outro lado grande influência da idade da cana sobre o teor protéico. O teor máximo de proteína; $3,37 \text{ dag kg}^{-1}$ foi observado aos seis meses de idade da cana, coincidindo com as citações de Lima e Mattos (1993).

No presente estudo, observou-se efeito de doses de adubação fosfatada e de variedades sobre a concentração de fósforo na biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar (Tab. 1). O efeito da adubação sobre a concentração do fósforo na parte aérea da cana-de-açúcar foi linear e muito discreto, embora altamente significativo ($P < 0,001$), tendo-se

obtido a equação $y = 0,00007x + 0,0708826$. Verificou-se também que a concentração de P na biomassa da parte aérea da RB867515 foi cerca de 20% maior que a da RB92579 (Tab. 2), com valores de 0,0838 e 0,0701 dag kg⁻¹, respectivamente. Korndorfer e Alcarde (1992), em estudo conduzido com a variedade SP71-1406 também verificaram efeito da adubação fosfatada sobre o teor de fósforo, entretanto o conteúdo máximo de P na massa seca foi de apenas 0,0362 dag kg⁻¹. Segundo Lima e Mattos (1993) esse teor deveria ser no mínimo de 0,28 dag kg⁻¹ para atender as exigências de uma vaca em lactação produzindo 10 kg de leite por dia.

O baixo teor protéico associado às outras limitações nutricionais da cana, como alto teor de fibra de difícil degradação ruminal, baixos teores de amido, fósforo e enxofre, resultam em consumo e rendimento limitados, havendo, portanto, necessidade de complementação com proteína, minerais e amido para que a produtividade animal seja satisfatória (Lima e Mattos, 1993, Andrade et al., 2001; Fernandes et al., 2001).

Não se constatou efeito varietal no acúmulo de fósforo na biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar (Tab. 1 e 2 e Fig. 3), sendo o acúmulo médio de 25,12 kg ha⁻¹ de P, próximos aos relatados por Coleti et al. (2002), mas cerca da metade do acúmulo verificado na RB72454, por Barbosa et al. (2002), na Zona da Mata Mineira. Em pesquisa conduzida por Mendes (2006) com oito variedades de cana-de-açúcar também se observou que a RB867515 juntamente com a SP803280 foram as que mais acumularam P, com valores da ordem de 42 kg ha⁻¹, contudo a diferença entre o maior e o menor acúmulo foi de apenas 11%.

A produção de colmos industrializáveis apresentou diferenças significativas para as variedades e doses de P (Tab. 1 e 2 e Fig. 4). Obtiveram-se equações de regressão do efeito da adubação fosfatada sobre a produção de colmos industrializáveis para as variedades RB867515 e RB92579 de: $y = -0,0026x^2 + 0,4372x + 77,6820$ ($R^2 = 0,7141$) e $y = -0,0055x^2 + 0,8438x + 89,3981$ ($R^2 = 0,8101$), respectivamente. As doses de fósforo que propiciaram a maior produção de colmos foram de 84,1 e 76,7 kg ha⁻¹ de P, respectivamente para a RB867515 e RB92579. Cavalcante (1978) conduziu estudos em Goiana - PE, com a variedade CB54-3, em solos apresentando teor de fósforo de 7,0 mg kg⁻¹, e verificou através do uso da lei de Mitscherlich que a dose ótima de P foi de 103,9 kg por hectare.

A resposta à adubação fosfatada é influenciada por fatores edafoclimáticos, hídricos e também pela capacidade da planta de absorver e utilizar esse nutriente na fixação do CO₂ atmosférico e na produção de compostos orgânicos (Cavalcante, 1978; Raij, 1991; Novais e Smith, 1999; Machado et al., 2003; Mendes, 2006; Oliveira et al., 2007). O acúmulo médio de sacarose aparente na RB92579 alcançou 13.610 kg ha⁻¹, enquanto para a RB867515 este valor foi de 11.490 kg ha⁻¹ (Tab. 2). O acúmulo de sacarose aparente na RB867515 relatados por Mendes (2006), de cerca de 20 t ha⁻¹, na Zona da Mata Mineira, foram superiores aos encontrados neste experimento, isto, certamente está relacionado com radiação solar, quantidade de luz interceptada e a disponibilidade de água ao longo do ciclo, tendo em vista que o teor de fósforo no solo era da ordem 4,0 mg dm⁻³, entretanto o crescimento ocorreu sob noites curtas decrescente, diferindo das condições observadas em Alagoas, onde os verões são secos.

Conclusões

Os acúmulos de matéria seca, de sacarose, de fósforo e de proteína bruta foram influenciados pela adubação fosfatada;

Não houve efeito da adubação fosfatada e da variedade sobre a concentração de proteína bruta na biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar;

Observou-se efeito linear, mas discreto, da adubação sobre a concentração do fósforo na biomassa da parte aérea da cana-de-açúcar.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, G.A.C.; MARINHO, M.L. Efeitos do parcelamento e épocas de adubação da cana-de-açúcar em Alagoas. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.100, n.2, p.17-23, 1982.

ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; POSSENTI, R.A. et al. Valor nutritivo da cana-de-açúcar na forma de silagem ou “in natura”. B. Indústr. Anim., v.58, n.2, p.135-143, 2001.

BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; DAMASCENO, C.M. et al. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. In. Congresso Nacional

da Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil, 8, Recife, 2002. Anais. Recife, STAB, 2002. p.264-267.

CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; EVANGELISTA, A.R. et al. Avaliação do potencial forrageiro de cinco variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes estádios de desenvolvimento. STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.11, n.14, p.16-23, 1993.

CAVALCANTE, F.J.A. Fósforo, do solo. Pesq. Agro. Pernambucana, v.2, n.1, p.73-87, jun. 1978.

COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J. et al. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB 835486 e SP 81-3250. In: 8^o Congresso Nacional da STAB, Pernambuco, 2002.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ.). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. Rev. Bras. Zootec., v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.

FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.2, p.423-433, 2007.

FRANZOLIN, M.H.T.; LUCCI, C.S.; FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. Ver. Bras. Zootec., v.29, n.5, p.1452-1457, 2000.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.38-47, 2006a.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.

KORNDORFER, G.H & ALCARDE, J.C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, n.16, p.217-222, 1992.

LIMA, M.L.M. & MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: *Anais do 5º Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos*. p.77-105, 1993.

MACHADO, J.C.; OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P. et al. Adubação fosfatada, produção de sacarose e qualidade do caldo da RB72-454 no ciclo de cana-planta e de primeira rebrote. In: *XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. 2003. CD Room.

MAGALHÃES, J.V. Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (*Zea mays*, L.) submetidas a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva. Viçosa, MG. 76 p. Dissertação de mestrado em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

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, 2006. 46p. Dissertação de mestrado em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MENDES, L.C.; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W. et al. Perdas de nitrogênio pela folhagem da cana durante a senescência foliar. *ZOOTEC2004*, 2004. Brasília, DF. CD Room.

NETO, G.B.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999, 399p.

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

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres, 1991, 343p.

ROSSIELLO, R.O.P. Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*, cv Na 59-76) em resposta à adubação nitrogenada em cambissolo. Piracicaba, 1987. 172p. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1987.

SALAS, M.; AUMONT, G. BIESSY, G. et al. Effect of variety, stage of maturity and nitrate fertilization on nutritive value of sugarcane. Anim. Feed. Sci. Technol., v.39, p.265-277, 1992.

SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1990. 165p.

SILVA, E.A.; FERREIRA, J.J.; RUAS, J.R.M. et al. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.102-119, 2007.

SILVA, E.T. Área foliar, crescimento e produção de sacarose por duas cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) influenciada por doses de fósforo. Maceió, 2007. 34p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Alagoas, 2007.

SILVEIRA, L.C.I.; OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P. et al. Crescimento e acúmulo de sacarose por seis variedades de cana. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil, 8, Recife, 2002. Anais. Recife: 2002.

Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância para acúmulo de matéria seca (Ac. MS), teores (Teor) e acúmulos (Ac.) de proteína bruta e de fósforo na parte aérea das plantas e produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e de sacarose aparente (Sacarose), por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo.

Fonte de variação	GL	----- Quadrados médios -----						
		Ac. MS.	Teor PB	Ac. PB	Teor Fósforo	Ac. Fósforo	Prod. Colmos	Sacarose
Bloco	4	6.803.898,23 ^{ns}	0,1731 ^{ns}	36.497,96 ^{**}	0,0122 ^{ns}	6,6944 ^{ns}	183,79 ^{ns}	1.139.196,77 ^{ns}
Variedade (V)	1	306.343.010,42 ^{***}	0,0054 ^{ns}	308.596,82 ^{***}	0,2788 ^{***}	12,5858 ^{ns}	4.679,19 ^{***}	67.130.103,75 ^{***}
Dose de P (P)	5	42.835.014,94 ^{***}	0,0785 ^{ns}	71.761,63 ^{***}	0,0630 ^{***}	51,3044 ^{***}	1.262,99 ^{***}	10.664.070,54 ^{**}
V x P	5	673.866,06 ^{ns}	0,2807 ^{**}	30.485,98 ^{**}	0,0058 ^{ns}	3,4320 ^{ns}	197,75 ^{ns}	2.879.295,23 ^{ns}
Resíduo	44	6.235.155,86	0,0689	8.673,60	0,0081	9,1952	118,93	2.181.015,67
CV (%)		7,57	8,42	9,08	11,71	12,07	11,07	11,76

ns, *, ** e *** = não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2 - Médias do acúmulo de matéria seca (Ac. MS), dos teores (Teor) e acúmulos (Ac.) de proteína bruta e de fósforo na parte aérea das plantas e produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e de sacarose aparente (Sacarose), por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo.

Variedades	Ac. MS	Teor PB	Ac. PB	Teor Fósforo	Ac. Fósforo	Prod. Colmos	Sacarose
	---- kg ha ⁻¹ ----	--- dag kg ⁻¹ ---	--- kg ha ⁻¹ ---	--- dag kg ⁻¹ ---	----- kg ha ⁻¹ -----		
RB867515	30.734a ¹	3,11a	954a	0,083b	25,58a	89.646a	11.496a
RB92579	35.253b	3,13a	1.097b	0,070a	24,66a	107.308b	13.612b
Médias	33.313	3,12	1.025	0,076	25,12	98.477	12.524

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

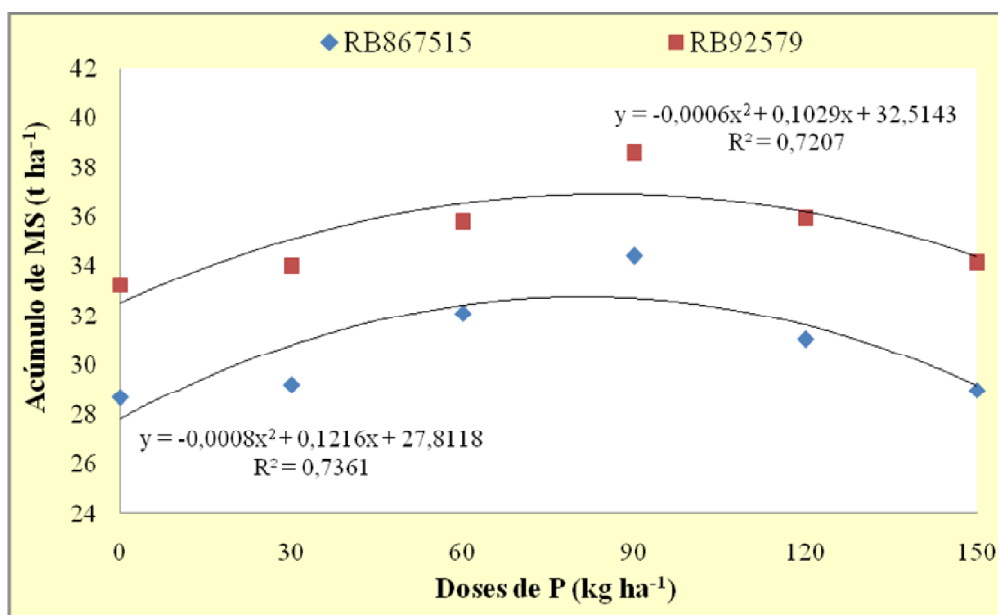


Figura 1 - Acúmulo de matéria seca na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo.

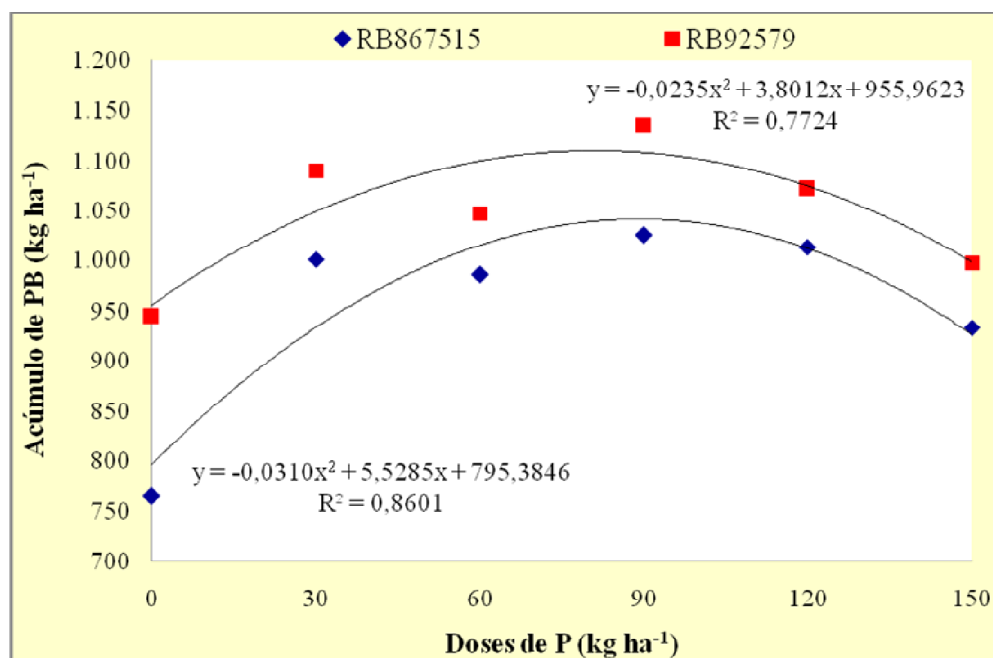


Figura 2 - Acúmulo de proteína bruta na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo.

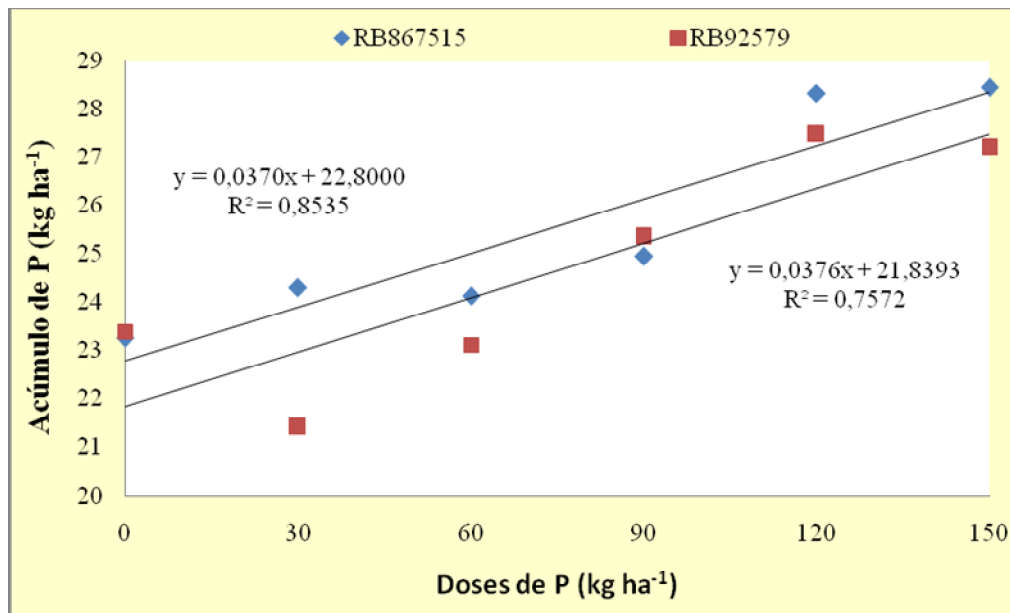


Figura 3 - Acúmulo de P na parte aérea das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo.

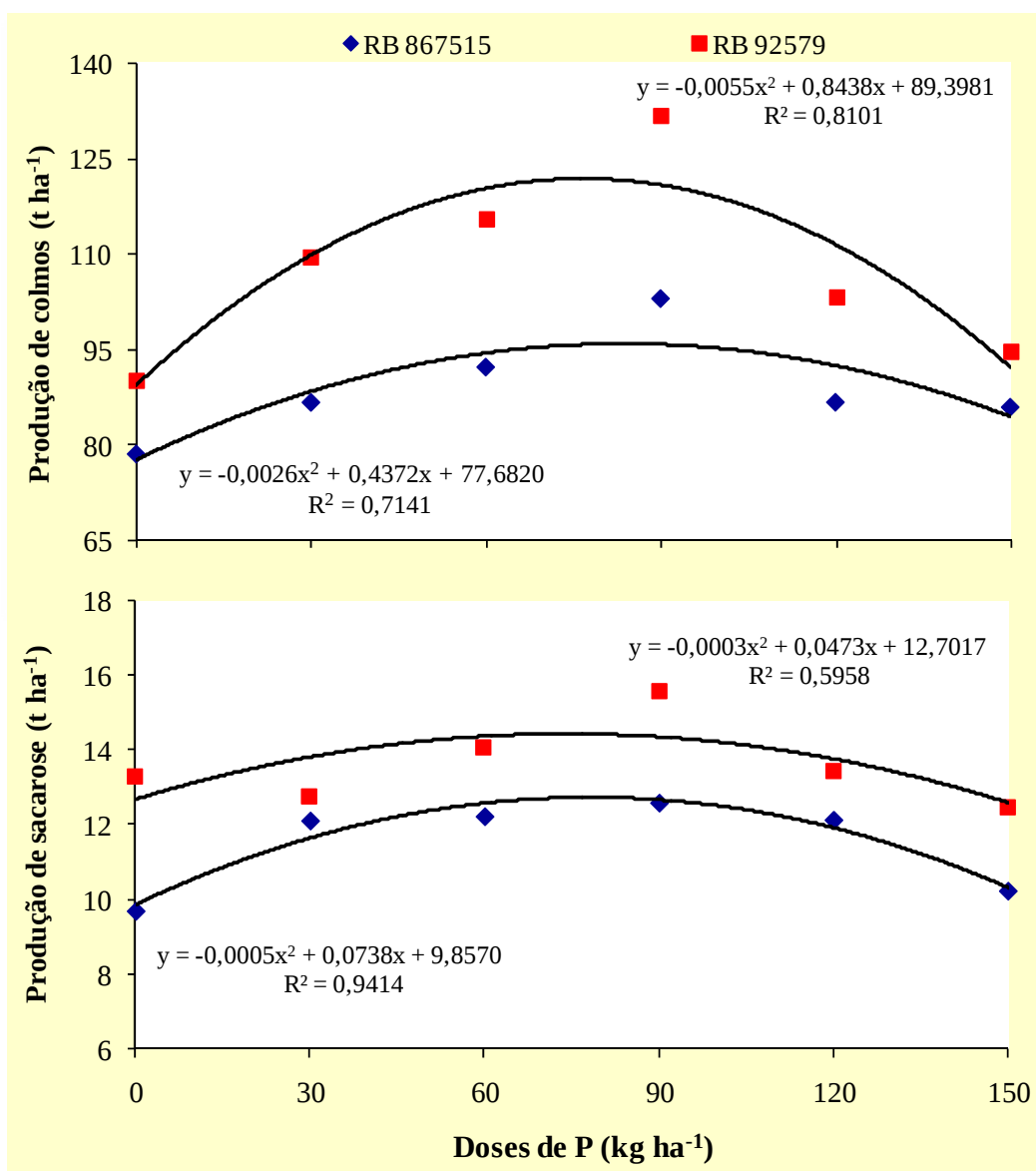


Figura 4 - Produção de colmos industrializáveis e de sacarose pelas variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579 em função de doses de fósforo.

CAPÍTULO 2

ACÚMULO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE SACAROSE DE DUAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NA PRIMEIRA REBROTA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO

O capítulo a seguir está de acordo com as normas da revista **Ciência Rural**, classificada como Qualis A Nacional pela CAPES. O número máximo de páginas são 15, em espaçamento duplo.

Acúmulo de nutrientes e produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar na primeira rebrota, em função de doses de fósforo

Altanys Silva Calheiros¹

Resumo

O fósforo é um dos elementos que mais limita a produção da cana-de-açúcar e, sob suprimento inadequado deste nutriente há alterações no metabolismo da planta e na qualidade e quantidade de açúcar produzido. Há carência de informações da resposta à adubação fosfatada das variedades atualmente plantadas. No presente estudo avaliaram-se, no ciclo de primeira rebrota, o estado nutricional, o acúmulo de biomassa, a qualidade do caldo e a produção de sacarose aparente por duas variedades de cana-de-açúcar, em função da adubação fosfatada. Por ocasião do plantio da cana, variedades RB867515 e RB92579, adubou-se o solo com doses de zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P. Utilizou-se também adubação nitrogenada, potássica e com micronutrientes em doses equivalentes a 100; 200; 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com cinco repetições. Em dezembro de 2006, dezesseis meses após o plantio, cortou-se a cana-planta e, em abril do ano seguinte, no início do período chuvoso, adubou-se a rebrota aplicando-se 120; 150; 5,0; 5,0 e 5,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente. Na fase de crescimento máximo da cana avaliou-se seu estado nutricional. Em dezembro de 2007, avaliou-se o acúmulo de matéria seca, a qualidade do caldo e a produção de sacarose aparente pela cana de primeira rebrota. As doses de fósforo não influenciaram o estado nutricional das plantas, no entanto, houve efeito varietal. Verificou-se deficiência nutricional de K, S, Zn, Cu e B. Os acúmulos de matéria seca, de colmos industrializáveis, de sacarose aparente e dos nutrientes N, P e K não foram influenciados pela variedade. Por outro lado, houve efeito da adubação fosfatada sobre essas variáveis, exceto para o potássio.

¹Trabalho apresentado como parte da dissertação do primeiro autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da UFAL. Trabalho financiado por bolsa de Mestrado CAPES/FAPEAL.

Palavras-chave: Estado nutricional, acúmulo de biomassa, sacarose aparente, nutrição mineral.

Accumulation of nutrients and sucrose production of two sugarcane varieties in the first resprouting in function of phosphorous doses

Abstract

Phosphorus is one of the elements that limits more the production of the sugarcane and under the inadequate supplement of this nutrient there are alterations in the plant's metabolism and the quality and quantity of the sugar produced. There is a lack of information of the reply to the phosphorous fertilization of the varieties currently planted. In this study, the nutritional state, the accumulation of biomass, the quality of the broth and the apparent production of sucrose for two sugarcane varieties in the first resprouting cycle, in function of the phosphorous fertilization were evaluated. On behalf of the sugarcane planting, the RB867515 and RB92579 varieties, the ground was fertilized with doses of zero, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹ of P. Nitrogen fertilization, potassium with micronutrients in doses equivalent to 100; 200; 6.0; 6.0 and 7.0 kg ha⁻¹ of N, K, Cu, Mn and Zn, were also used respectively. The treatments were distributed blocks at random, with five repetitions. In December of 2006, sixteen months after being planted, sugarcane-plant was cut and in April of the following year, the beginning of the rainy season, the resprouts were fertilized applying 120; 150; 5.0; 5.0 and 5.0 kg ha⁻¹ of N, K, Cu, Mn and Zn, respectively. In the sugarcane's phase of maximum growth, its nutritional state was evaluated. In December of 2007, the accumulation of dry substance, the quality of the broth and the production of apparent sucrose were evaluated through the first resprouting sugarcane. The doses of phosphorus did not influence the nutritional state of the plants; however, there was a varietal effect. The nutritional deficiency of K, S, Zn, Cu and B was verified. The accumulations of dry substance, industrialized stem, apparent sucrose and N, P and K nutrients were not influenced by the variety. On the other hand, there was an effect from the phosphorous fertilization on these variables, except for the potassium.

Key words: Nutritional state, accumulation of biomass, sucrose apparent, mineral nutrition.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar, no Brasil, expandiu-se bastante nos últimos anos, e a área atualmente cultivada com cana situa-se próximo a 7,0 milhões de hectares (CONAB, 2007). Grande parte destas lavouras está sobre solos altamente intemperizados, com baixa disponibilidade de fósforo (CÉSAR et al., 1987; RAIJ, 1997; NOVAIS & SMITH, 1999), havendo, portanto, necessidade de fornecê-lo na adubação, uma vez que este elemento tem influência no metabolismo da cana e na produtividade e qualidade do açúcar produzido (OLIVEIRA et al., 2007).

O fósforo originário do adubo se desloca pouco no perfil do solo (RAIJ, 1997; NOVAIS & SMITH, 1999) e por este motivo normalmente se utilizam doses maiores de adubação fosfatada por ocasião do plantio, aplicando o fertilizante no fundo do sulco, com o objetivo de aumentar a eficiência de absorção do nutriente pela cana, nos diversos ciclos (KORNDORFER & ALCARDE, 1992; PEREIRA et al., 1995). No entanto, se por um lado a aplicação de fertilizante no fundo do sulco assegura uma localização mais adequada, tanto em relação à menor variação do conteúdo volumétrico de água no solo quanto ao sistema radicular da cana, por outro, poderão ocorrer reações de adsorção e de transformação do fósforo que diminuirão a disponibilidade para a cultura (SOUZA & LOBATO, 2003; NOVAIS et al., 2007, OLIVEIRA et al., 2007). Uma das formas de avaliar o efeito residual da adubação fosfatada, aplicada no fundo do sulco de plantio, é quantificando-se a produção das rebrotas (KORNDORFER & ALCARDE, 1992; PEREIRA et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2007).

No presente estudo avaliaram-se, no ciclo de cana primeira rebrota, o estado nutricional, o acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas, a qualidade do caldo e a produção de sacarose aparente por duas variedades de cana-de-açúcar, em função da adubação fosfatada realizada no fundo do sulco de plantio.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no Município de Rio Largo - AL, com latitude de 9° 29' 45" S, longitude de 35° 49' 54" W e altitude média de 127 metros. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo Coeso Distrófico, com relevo plano (Embrapa, 1999).

Antecedendo à instalação do experimento, realizou-se a análise química do solo na camada de 0 a 20 cm, cujos resultados foram, respectivamente: pH em H₂O: 5,6; Al⁺³, Ca⁺², Mg⁺²: 0,41; 1,50 e 1,10 cmol_c dm⁻³; P e K: 6,0 e 38 mg dm⁻³; CTC (T): 7,20 cmol_c dm⁻³ e V (%): 37,4. De posse dos resultados, calculou-se a quantidade de calcário dolomítico a ser aplicada para se elevar a saturação por bases a 60%. Após a aplicação do calcário a área experimental foi arada e gradeada, tendo-se realizado o plantio da cana em 09 de setembro de 2005.

O estudo foi um fatorial 2 x 6, constituído de duas variedades de cana; RB867515 e RB92579, e seis doses de fósforo: zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de P, tendo como fonte de fósforo o superfosfato triplo. Utilizou-se também adubação nitrogenada, potássica e com micronutrientes em doses equivalentes a 100; 200; 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco sulcos de 10,0 metros de comprimento, com espaçamento de 1,20 metros.

O controle químico de plantas daninhas tanto no ciclo de cana-planta quanto na primeira rebrota foi realizado utilizando-se os herbicidas pré-emergentes alachor e atrazine.

Em dezembro de 2006, realizou-se a colheita da cana-planta. Na primeira semana de abril de 2007, após iniciado o período chuvoso, realizou-se a adubação da cana de primeira rebrota, tendo-se aplicado 120; 150; 5,0; 5,0 e 5,0 kg ha⁻¹ de N, K, Cu, Mn e Zn, respectivamente, fazendo-se uso de sulfato de amônio, cloreto de potássio, sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco. Na fase de crescimento máximo da cana, foi realizada a coleta das folhas +3 para avaliação do estado nutricional das plantas, seguindo-se método descrito por MALAVOLTA et al. (1989).

Em dezembro de 2007, realizou-se a colheita da primeira rebrota, amostrando-se no centro de cada parcela uma área de 10,8 m². As avaliações do acúmulo de matéria

seca, nutrientes e de sacarose na parte aérea da cana foram realizadas segundo métodos descritos por MALAVOLTA et al. (1989) e FERNANDES (2000). Os valores médios dos teores de nutrientes na folha +3, bem como do acúmulo de biomassa, de nitrogênio, fósforo e potássio e de sacarose foram submetidos à análise de variância e de regressão para as variáveis estudadas.

Resultados e Discussão

O estado nutricional da cana de primeira rebrota não foi influenciado pela adubação fosfatada aplicada por ocasião do plantio, entretanto, houve efeito varietal para as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e Mn (Tabelas 3 e 4). KORNDORFER & ALCARDE (1992) e PEREIRA et al. (1995) relataram aumentos dos teores foliares de P em função da adubação fosfatada, contudo os teores máximos observados por estes autores foram próximos ao do presente estudo, cerca de 1,50 g kg⁻¹.

Comparando-se os teores dos nutrientes na folha +3 da RB867515 e da RB92579, com os relatados na literatura para cana com suprimento adequado (MALAVOLTA et al., 1989; RAIJ, 1997; OLIVEIRA et al., 2007), constata-se que houve deficiência nutricional de K, S, Zn, Mn, Cu e B, mesmo tendo-se adubado com quantidades desses elementos maiores que a rotineiramente usada para essa classe de fertilidade do solo (RAIJ, 1997; ORLANDO FILHO, 1993). Concentrações foliares de Cu e Mn inferiores às consideradas como mínimas por MALAVOLTA et al. (1989) e RAIJ (1997), que são respectivamente de 8,0 e 50,0 mg kg⁻¹, tem sido observadas em diversas lavouras de cana-de-açúcar em Alagoas (OLIVEIRA et al., 2007).

Não se constatou efeito varietal no acúmulo de matéria seca, na produção de colmos industrializáveis e de sacarose aparente e na concentração e no acúmulo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas. Por outro lado, sete das quatorze variáveis analisadas foram influenciadas pela adubação fosfatada (Tabela 5). Os acúmulos de nitrogênio, fósforo e potássio foram semelhantes aos citados por BARBOSA et al. (2002), COLETI et al. (2002) e MENDES (2006), em pesquisas conduzidas com variedades atualmente muito plantadas e de alto potencial produtivo. Esses autores verificaram que os acúmulos de N, P e K oscilaram, respectivamente, em

torno de 1,2; 0,13 e 1,6 kg por tonelada de matéria natural acumulada na parte aérea da cana.

Os acúmulos médios de matéria seca foram de aproximadamente 55.000 kg ha⁻¹ (Tabela 6 e Figura 5), havendo um incremento na matéria seca de cerca de 60%, comparativamente ao ciclo de cana-planta, onde os acúmulos de matéria seca foram de 30.734 kg ha⁻¹ para a RB867515 e de 35.253 kg ha⁻¹ para a RB92579. Normalmente há decréscimo de produtividade da cana de primeira rebrota em relação à cana-planta, oscilando em torno de 20% (PEREIRA et al., 1995; FERNANDES, 2000) e os aumentos observados neste estudo devem-se certamente à melhor distribuição hídrica e ao prolongamento do período chuvoso, que se estendeu até dezembro. Assim, a disponibilidade hídrica na primavera contribuiu para prolongar a atividade fotossintética, resultando em maior acúmulo de matéria seca e sacarose. Os acúmulos de matéria seca e de sacarose aparente observados no ciclo de primeira rebrota equivalem-se aos relatados por SILVEIRA et al. (2002), SOUZA et al. (2005) e OLIVEIRA et al. (2007), em canaviais de alta produtividade, no centro sul do Brasil.

As equações de regressão do efeito da adubação fosfatada sobre a produção de sacarose aparente, para as variedades RB867515 e RB92579, foram respectivamente: $y = -0,0003x^2 + 0,0660x + 12,7671$ ($R^2 = 0,5491$) e $y = -0,0006x^2 + 0,1052x + 11,3651$ ($R^2 = 0,7627$). As doses de fósforo que propiciaram as maiores produções de sacarose foram de 110 e 87,7 kg ha⁻¹ de P, respectivamente para a RB867515 e RB92579 (Figura 6). Comparativamente à cana-planta, verificou-se incremento na dose de P que proporcionou a maior produção de sacarose aparente de 49% para a RB867515 e de apenas 12% para a RB92579.

A adubação fosfatada não alterou a qualidade do caldo da cana, avaliada pelos teores de sacarose aparente, açúcares redutores e pureza, entretanto verificou-se efeito varietal para a concentração de sacarose aparente: o caldo da RB867515 apresentou-se com maior concentração de sacarose que o da RB92579 (Tabela 6). Os teores de açúcares redutores situaram-se abaixo de 1,0%, a concentração de sacarose aparente no caldo alcançou 14%, e a pureza foi superior a 80%, desta forma considera-se que a cana estava madura (FERNANDES, 2000, SOUZA et al., 2005).

Conclusões

O estado nutricional e a qualidade do caldo da cana não foram alterados pela adubação fosfatada;

As variedades RB867515 e RB92579 apresentaram o mesmo potencial produtivo;

O acúmulo de matéria seca, de colmos industrializáveis, de sacarose aparente e dos nutrientes N e P foram influenciados apenas pela adubação fosfatada.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, M.H.P. et al. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. In. Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil, 8, Recife, 2002. **Anais...** Recife, STAB, 2002. p.264-267.

CÉSAR, M.A.A. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v.5, p.32-38, 1987.

COLETI, J.T. et al. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB 835486 e SP 81-3250. In: **8º Congresso Nacional da STAB**, Pernambuco, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Segundo Levantamento, agosto/2007, 12p.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.

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

KORNDORFER, G.H; ALCARDE, J.C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, n.16, p.217-222, 1992.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, 1989. 201p.

MENDES, L.C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. Viçosa, 2006. 46p. Dissertação de mestrado em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

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

NOVAIS, R.F. et al. Fósforo. In: **NOVAIS, R.F. et al. Fertilidade do solo**. Viçosa - MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-537.

OLIVEIRA, M.W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.30-43, 2007.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S; OLIVEIRA, E.A.M. (eds). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1993. p.133-146.

PEREIRA, J.R. et al. Efeito de níveis e do resíduo de fósforo sobre a produtividade da cana-de-açúcar em vertissolo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.30, n.1, p.43-48, 1995.

RAIJ, B. Nova tabela de adubação e calagem para a cana-de-açúcar. In: Semana da Cana-de-açúcar de Piracicaba, 2., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba, ESALQ/IAC, 1997. p.40-42.

SILVEIRA, L.C.I. et al. Crescimento e acúmulo de sacarose por seis variedades de cana. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil, 8, Recife, 2002. **Anais...** Recife: 2002.

SOUZA, D.M.G. & LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. **Encarte do Informações Agronômicas**, n.102, 2003, 16p.

SOUZA, Z.M. et al. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1062-1068, 2005.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo.

Fonte de variação	GL	----- Quadrados médios -----										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bloco	4	1,403 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,516 ^{ns}	0,681 ^{***}	0,064 ^{ns}	6,566 ^{ns}	489,829 ^{***}	63,058 ^{ns}	2,821 ^{***}	4,422 ^{***}
Variedade (V)	1	65,94 ^{***}	0,251 ^{***}	18,98 ^{***}	23,275 ^{***}	21,36 ^{***}	4,456 ^{***}	299,892 ^{***}	413,438 [*]	3.572,82 ^{***}	0,408 ^{ns}	0,389 ^{ns}
Dose de P (P)	5	0,985 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,378 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,046 ^{ns}	4,037 ^{ns}	28,618 ^{ns}	58,217 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,686 ^{ns}
V x P	5	0,822 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,229 ^{ns}	0,866 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,031 ^{ns}	22,948 ^{***}	146,198 ^{ns}	62,697 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,202 ^{ns}
Resíduo	44	0,744	0,012	0,237	0,486	0,030	0,027	4,173	63,793	33,440	0,104	0,434
CV (%)		3,95	8,06	7,78	14,64	8,91	12,59	15,54	13,03	17,97	7,46	11,63

^{ns}, * e ^{***} = não significativo e significativo a 5 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4 - Médias dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo.

Variedades	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
RB867515	20,77a ¹	1,32a	5,70a	5,39b	2,55b	1,58b	15,38b	58,65a	39,90b	4,40a	5,58a
RB92579	22,87b	1,45b	6,82b	4,14a	1,36a	1,04a	10,91a	63,90a	24,47a	4,23a	5,74a
Médias	21,82	1,39	6,26	4,77	1,96	1,31	13,15	61,28	32,19	4,32	5,66

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 5 - Quadrados médios da análise de variância para acúmulo de matéria seca (Ac. MS), produção de colmos industrializáveis (Prod. colmos) e de sacarose (Prod. sacarose), acúmulo de sólidos solúveis (Sol. solúveis), percentual de sacarose aparente (Perc. sac. apar.), açúcares redutores (Açúc. reduct.), pureza, fibra no colmo (Fibra) e concentrações (Conc.) e acúmulos (Ac.) de nitrogênio, fósforo e potássio na biomassa da parte aérea de duas variedades de cana, adubadas com seis doses de fósforo.

----- Quadrados médios -----									
Fonte de variação	GL	Ac. MS	Prod. colmos	Prod. sacarose	Sol. solúveis	Perc. sac. apar.	Açúc. reduct.	Pureza	Fibra
Bloco	4	94.219.161, 33 ^{***}	882.403.777,53 ^{***}	13.223.780,36 ^{***}	15.479.728,42 ^{***}	0,2316 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	6,0315 ^{ns}	0,4049 ^{**}
Variedade (V)	1	5.910.109,35 ^{ns}	105.671.664,60 ^{ns}	2.627.552,27 ^{ns}	2.030.992,02 ^{ns}	4,7602 ^{**}	0,0084 ^{ns}	5,4662 ^{ns}	6,6267 ^{***}
Dose de P (P)	5	582.956.364,66 ^{***}	2,55 ^{***}	32.015.481,39 ^{***}	43.019.206,78 ^{***}	0,1160 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	2,3040 ^{ns}	0,1190 ^{ns}
V x P	5	49.844.632,95 ^{***}	118.326.635,80 [*]	1.444.582,27 ^{ns}	1.922.086,78 ^{ns}	0,1901 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,8883 ^{ns}	0,1103 ^{ns}
Resíduo	44	9.980.426,18	44.838.058,69	1.389.618,98	1.780.983,63	0,4724	0,0026	5,0002	0,1021
CV (%)		5,68	5,24	8,01	7,65	4,92	6,58	2,65	2,55

----- Quadrados médios -----							
Fonte de variação	GL	Conc. N	Conc. P	Conc. K	Ac. N	Ac. P	Ac. K
Bloco	4	0,1239 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,8676 ^{ns}	1.069,9247 ^{ns}	18,8386 ^{ns}	3.733,7926 ^{ns}
Variedade (V)	1	0,2747 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,3745 ^{ns}	723,0787 ^{ns}	0,4576 ^{ns}	815,1958 ^{ns}
Dose de P (P)	5	1,0104 ^{***}	0,0043 ^{ns}	2,6657 ^{ns}	6.927,3295 ^{***}	40,2718 [*]	4.664,8421 ^{ns}
V x P	5	0,3871 ^{**}	0,0008 ^{ns}	0,3600 ^{ns}	1.089,3708 ^{ns}	1,3007 ^{ns}	137,4960 ^{ns}
Resíduo	44	0,0950	0,0042	1,2799	509,5137	14,4607	4.667,8934
CV (%)		7,63	24,91	23,59	10,11	26,39	25,90

ns, *, ** e *** = não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Tabela 6 - Médias dos acúmulos de matéria seca (Ac. MS), produção de colmos industrializáveis (Prod. colmos), produção de sacarose (Sacarose), acúmulo de sólidos solúveis (Sol. solúv.), percentual de sacarose aparente no caldo (Perc. sac. apar.), açúcares redutores (Açúc. redut.), pureza do caldo (Pureza), fibra no colmo (Fibra), concentrações (Conc.) e acúmulos (Ac.) de nitrogênio, fósforo e potássio na biomassa da parte aérea de duas variedades de cana, adubadas com seis doses de fósforo.

Variedades	Ac. MS	Prod. colmos	Prod. sacarose	Sol. solúv.	Perc. sac. apar.	Açúc. redut.	Pureza	Fibra	Conc. N	Conc. P	Conc. K	Ac. N	Ac. P	Ac. K
	----- kg ha ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----	----- % -----	----- % -----	----- % -----	----- % -----	----- g kg ⁻¹ -----	----- g kg ⁻¹ -----	----- g kg ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----
RB867515	55.270a ¹	126.375a	14.925a	17.628a	14,25b	0,77a	84,64a	12,87b	4,11a	0,26a	4,72a	226,71a	14,50a	260,15a
RB92579	55.898a	129.029a	14.507a	17.260a	13,69a	0,79a	84,03a	12,21a	3,97a	0,26a	4,88a	219,77a	14,32a	267,52a
Médias	55.584	127.702	14.716	17.444	13,97	0,78	84,34	12,54	4,04	0,26	4,80	223,24	14,41	263,84

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

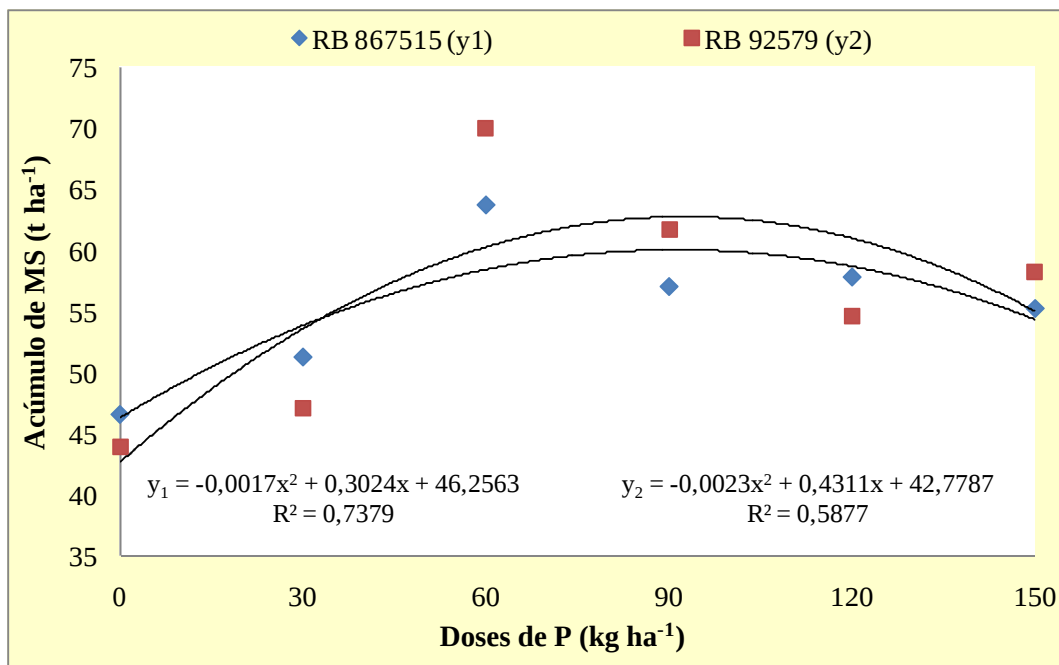


Figura 5 - Acúmulo de matéria seca pela primeira rebrota das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo.

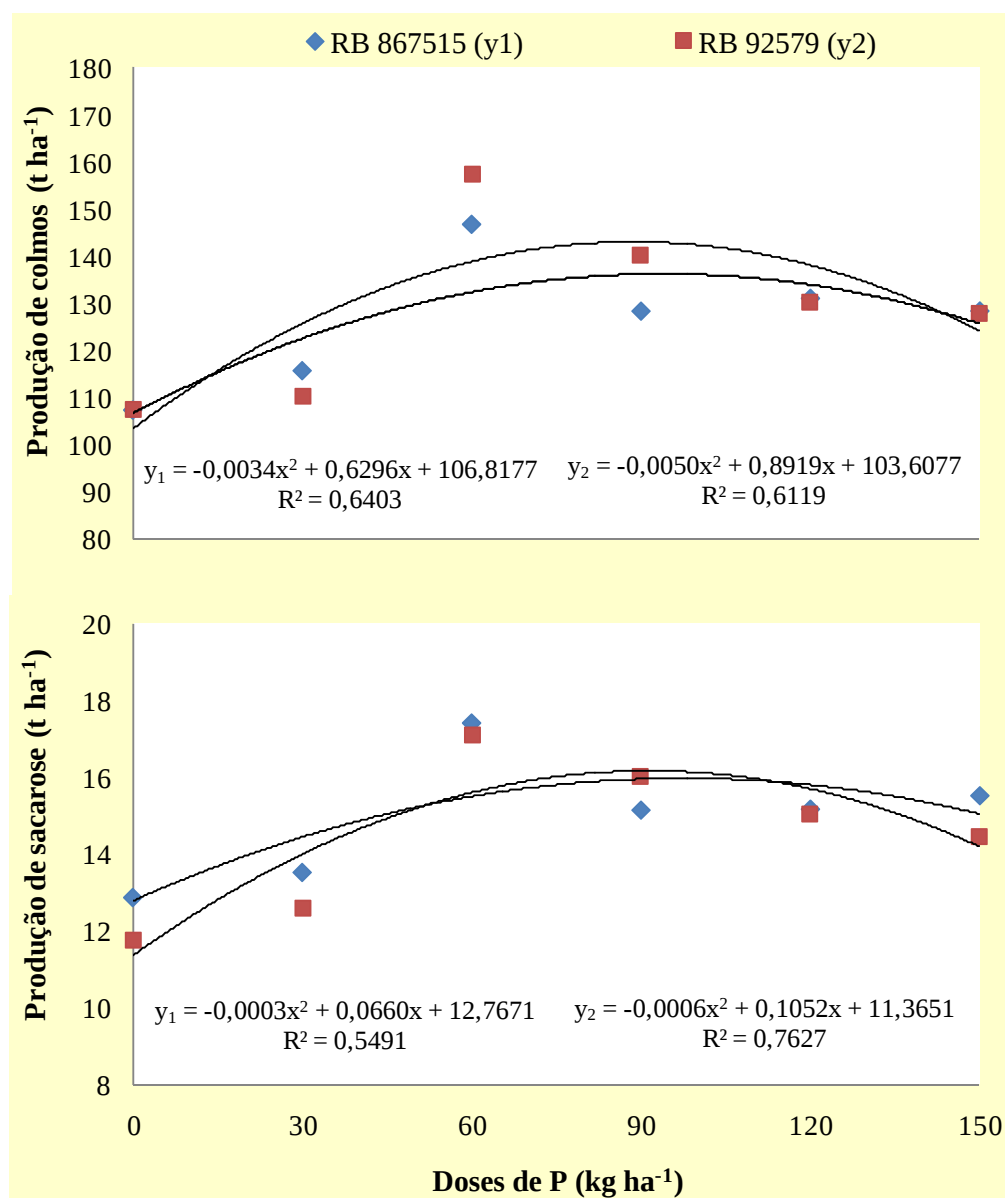


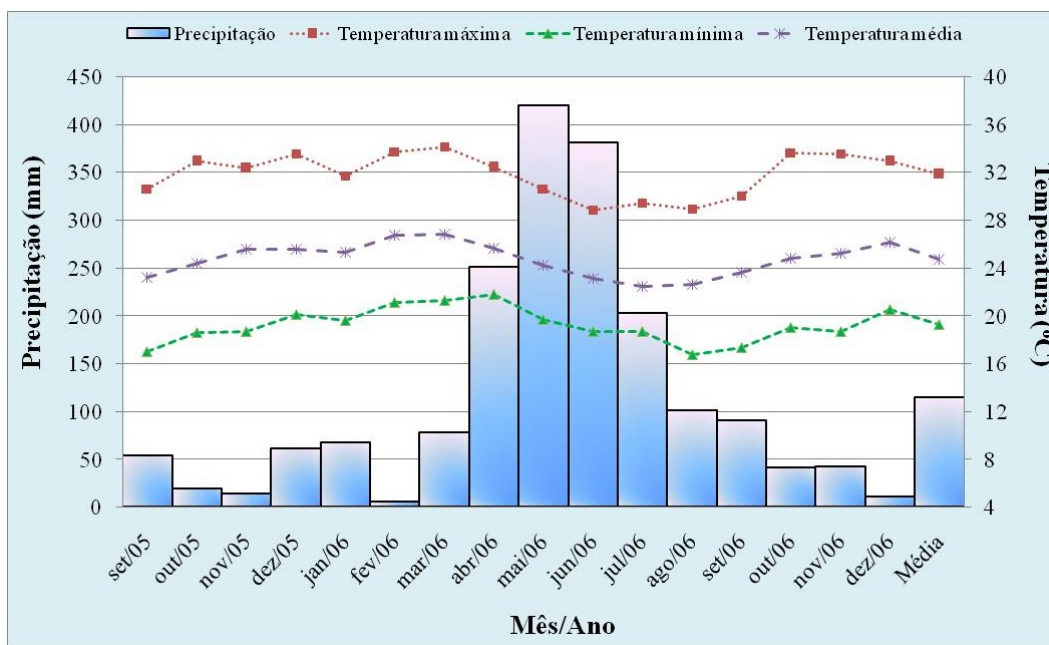
Figura 6 - Produção de colmos industrializáveis e de sacarose aparente pela primeira rebrota das variedades de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, adubadas com seis doses de fósforo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

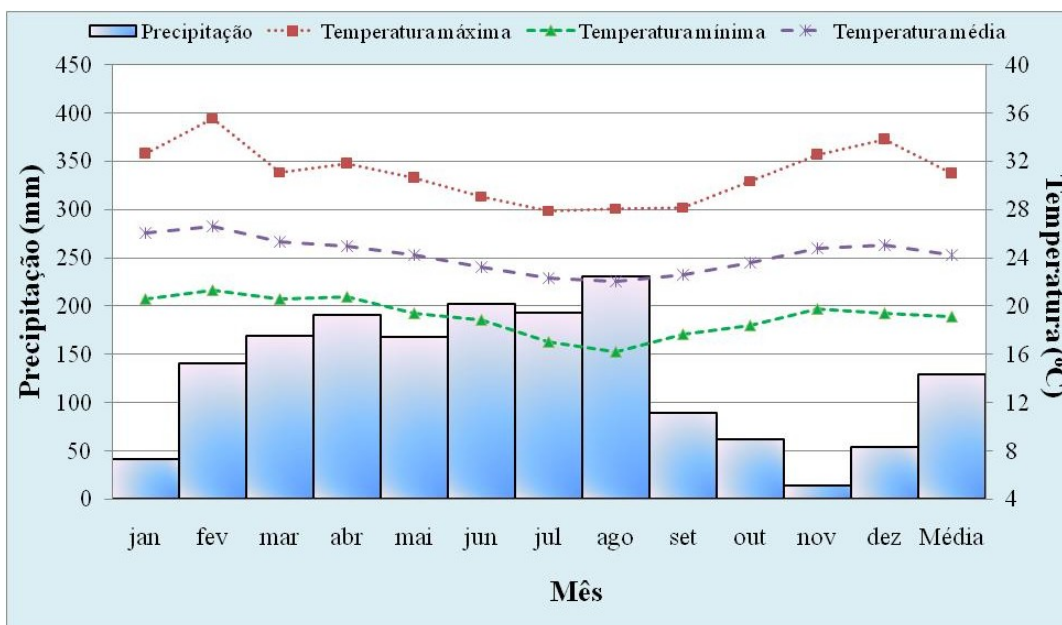
O estudo está em andamento e espera-se conduzi-lo até à quarta rebrota, mantendo-se as avaliações de acúmulos de matéria seca, nutrientes e qualidade do caldo. Ao final desses ciclos espera-se dispor de informações que possam subsidiar a adubação fosfatada nessas variedades, que são de alto potencial produtivo. Planeja-se também realizar simulações econômicas com os resultados da produção física.

Anexos

Anexo 1 - Médias mensais da precipitação (mm) e das temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), durante o ciclo de cana-planta, cultivada em Rio Largo - AL.



Anexo 2 - Médias mensais da precipitação (mm) e das temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), durante o ciclo de primeira rebrota, cultivada em Rio Largo - AL, no período de janeiro a dezembro de 2007.



Anexo 3 - Teste F para acúmulo de matéria seca, produção de colmos e de sacarose, concentração e acúmulo de proteína bruta e concentração e acúmulo de fósforo das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-planta, em função das doses de fósforo.

Variável Estudada	Fonte de Variação	Teste F
Acúmulo de MS	Blocos	(P < 0,3727)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,0001)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9900)
Produção de colmos	Blocos	(P < 0,2058)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,1637)
Produção de sacarose	Blocos	(P < 0,7198)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,0012)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,2732)
Concentração de PB	Blocos	(P < 0,0552)
	Variedades	(P < 0,7806)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0040)
Acúmulo de PB	Blocos	(P < 0,0057)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0093)
Concentração de fósforo	Blocos	(P < 0,2199)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,6156)
Acúmulo de fósforo	Blocos	(P < 0,5776)
	Variedades	(P < 0,2483)
	Doses de fósforo	(P < 0,0005)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,8643)

Anexo 4 - Teste F para acúmulo de matéria seca, produção de colmos e de sacarose, acúmulo de sólidos solúveis, açúcares redutores, pureza, fibra no caldo e percentual de sacarose aparente das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de primeira rebrota, em função das doses de fósforo.

Variável Estudada	Fonte de Variação	Teste F
Acúmulo de MS	Blocos	(P < 0,0000)
	Variedades	(P < 0,4457)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0010)
Produção de colmos	Blocos	(P < 0,0000)
	Variedades	(P < 0,1319)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0359)
Produção de sacarose	Blocos	(P < 0,0000)
	Variedades	(P < 0,1761)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,4066)
Sólidos solúveis	Blocos	(P < 0,0000)
	Variedades	(P < 0,2914)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,3850)
Açúcares redutores	Blocos	(P < 0,4037)
	Variedades	(P < 0,0799)
	Doses de fósforo	(P < 0,8345)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9398)
Pureza	Blocos	(P < 0,3015)
	Variedades	(P < 0,)3217
	Doses de fósforo	(P < 0,)8032
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,)9696
Fibra no caldo	Blocos	(P < 0,0078)
	Variedades	(P < 0,0000)
	Doses de fósforo	(P < 0,3414)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,3849)
Percentual de sacarose aparente	Blocos	(P < 0,7428)
	Variedades	(P < 0,0027)
	Doses de fósforo	(P < 0,9398)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,8445)

Anexo 5 - Teste F para concentração de nitrogênio, fósforo e potássio e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das duas variedades de cana-de-açúcar, no ciclo de primeira rebrota, em função das doses de fósforo.

Variável Estudada	Fonte de Variação	Teste F
Concentração de nitrogênio	Blocos	(P < 0,2835)
	Variedades	(P < 0,0961)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0040)
Concentração de fósforo	Blocos	(P < 0,7127)
	Variedades	(P < 0,7963)
	Doses de fósforo	(P < 0,4114)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9689)
Concentração de Potássio	Blocos	(P < 0,6110)
	Variedades	(P < 0,5913)
	Doses de fósforo	(P < 0,0856)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9309)
Acúmulo de nitrogênio	Blocos	(P < 0,0969)
	Variedades	(P < 0,2399)
	Doses de fósforo	(P < 0,0000)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,0785)
Acúmulo de fósforo	Blocos	(P < 0,2838)
	Variedades	(P < 0,8596)
	Doses de fósforo	(P < 0,0286)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9935)
Acúmulo de potássio	Blocos	(P < 0,5318)
	Variedades	(P < 0,6781)
	Doses de fósforo	(P < 0,4294)
	Variedades x Doses de fósforo	(P < 0,9996)

Anexo 6 - Análise de variância do efeito de doses de fósforo no teor de proteína bruta de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	0,692523	0,173131	2,51 ^{ns}
Variedade (V)	1	0,005415	0,005415	0,08 ^{ns}
Dose de P (P)	5	3,392588	0,678518	9,84 ^{***}
V x P	5	1,403415	0,280683	4,07 ^{**}
Resíduo	44	3,032957	0,068931	
Total	59	8,526898		

ns, ** e *** = não significativo e significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 7 - Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta para o teor de proteína bruta.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Doses de P	5	3,392588	0,678518	9,84 ^{***}
Doses dentro da variedade RB867515	5	1.740747	0.348149	5.05 ^{***}
Doses dentro da variedade RB92579	5	3.055257	0.611051	8.87 ^{***}
Resíduo	44	3,032957	0,068931	
Total	59	8,526898		

*** = significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 8 - Análise de variância do efeito de doses de fósforo no acúmulo de proteína bruta de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	145.991,833333	36.497,958333	4.21 ^{**}
Variedade (V)	1	308.596,816667	308.596,816667	35.58 ^{***}
Dose de P (P)	5	358.808,150000	71.761,630000	8.27 ^{***}
V x P	5	152.429,883333	30.485,976667	3.52 ^{**}
Resíduo	44	381.638,566667	8.673,603788	
Total	59	1.347.465,250000		

** e *** = significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 9 - Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta para o acúmulo de proteína bruta.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Doses de P	5	358.808,150000	71.761,630000	8,27***
Doses dentro da variedade RB867515	5	239.061,766667	47.812,353333	5,51***
Doses dentro da variedade RB92579	5	272.176,266667	54.435,253333	6,28***
Resíduo	44	381.638,566667	8.673,603788	
Total	59			

*** = significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 10 - Análise de variância do efeito de doses de fósforo no acúmulo de matéria seca de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	376.876.645,333333	94.219.161,333333	0,59 ^{ns}
Variedade (V)	1	5.910.109,350000	5.910.109,350000	9,44***
Dose de P (P)	5	2,914781823E+0009	582.956.364,656667	58,41***
V x P	5	249.223.164,750000	49.844.632,950000	4,99***
Resíduo	44	439.138.751,866667	9.980.426,178788	
Total	59	3,985930495E+0009		

^{ns e ***} = não significativo e significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 11 - Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para o acúmulo de matéria seca.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Doses de P	5	2,914781823E+0009	582.956.364,656667	58,41***
Doses dentro da variedade RB867515	5	872.744.619,466667	174.548.923,893333	17,49***
Doses dentro da variedade RB92579	5	2,291260369E+0009	458.252.073,713333	45,92***
Resíduo	44	439.138.751,866667	9.980.426,178788	
Total	59			

*** = significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 12 - Análise de variância do efeito de doses de fósforo na produção de colmos de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	3,529615110E+0009	882.403.777,525000	19,68 ^{***}
Variedade (V)	1	105.671.664,600000	105.671.664,600000	2,36 ^{ns}
Dose de P (P)	5	1,272674186E+0010	2,54534837E+0009	56,77 ^{***}
V x P	5	591.633.179,000000	118.326.635,800000	2,64 [*]
Resíduo	44	1,972874582E+0009	44.838.058,688636	
Total	59	1,892653640E+0010		

ns, * e *** = não significativo e significativo a 5 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 13 - Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para a produção de colmos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Doses de P	5	1,272674186E+0010	2,54534837E+0009	56,77 ^{***}
Doses dentro da variedade RB867515	5	4,627114169E+0009	925.422.833,873333	20,64 ^{***}
Doses dentro da variedade RB92579	5	8,691260873E+0009	1,73825217E+0009	38,77 ^{***}
Resíduo	44	1,972874582E+0009	44.838.058,688636	
Total	59			

*** = significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 14 - Análise de variância do efeito de doses de fósforo na concentração de nitrogênio de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	0,495450	0,123863	1,30 ^{ns}
Variedade (V)	1	0,274727	0,274727	2,89 ^{ns}
Dose de P (P)	5	5,052160	1,010432	10,64 ^{***}
V x P	5	1,935273	0,387055	4,07 ^{**}
Resíduo	44	4,180590	0,095013	
Total	59	11,938200		

ns, ** e *** = não significativo e significativo a 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Anexo 15 - Desdobramento dos efeitos das doses de fósforo dentro de cada variedade de cana-de-açúcar no ciclo de primeira rebrota para a concentração de nitrogênio.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Doses de P	5	5,052160	1,010432	10,64***
Doses dentro da variedade RB867515	5	3,318377	0,663675	6,99***
Doses dentro da variedade RB92579	5	3,669057	0,733811	7,72***
Resíduo	44	4,180590	0,095013	
Total	59			

*** = significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.