

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA E CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL**

Ronaldo de Oliveira Casoti

Zootecnista

Araçatuba – SP
2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA E CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL**

Ronaldo de Oliveira Casoti
Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs
Co-orientador: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soares Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de odontologia e Curso de Medicina Veterinária – Unesp, Câmpus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

Araçatuba – SP
2008

Catálogo-na-Publicação (CIP)
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

C341a Casoti, Ronaldo de Oliveira
Adubação nitrogenada e potássica na cultura da cana-de-açúcar e seus efeitos na produção e qualidade nutricional / Ronaldo de Oliveira Casoti. - Araçatuba : [s.n.], 2008
53 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, 2008
Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs
Co-orientador: Prof. Dr. Cecílio Viegas Soares Filho

1. Adubos e fertilizantes 2. Nitrogênio 3. Potássio
4. Cana-de-açúcar

CDD 636.089

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

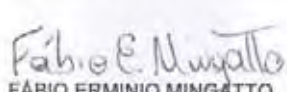
TÍTULO: Adubação nitrogenada e potássica na cultura da cana-de-
açúcar e seus efeitos na produção e qualidade nutricional.

AUTOR: RONALDO DE OLIVEIRA CASOTI

ORIENTADOR: Dr. REGES HEINRICHS

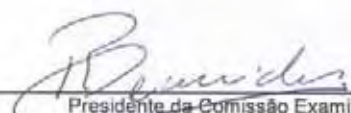
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL
(MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.


Dr. ADONIS MOREIRA


Dr. FÁBIO ERMINIO MINGATTO


Dr. REGES HEINRICHS

DATA DA REALIZAÇÃO: 26 de novembro de 2008.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. REGES HEINRICHS
- Orientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RONALDO DE OLIVEIRA CASOTI – nascido em Lucélia (SP), a 2 de maio de 1984. Ingressou no ano de 2002 no curso graduação em Zootecnia na Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista (ESAPP), no ano seguinte através de transferência externa ingressou no mesmo curso de graduação da Universidade Estadual de Londrina (UEL), colando grau em agosto de 2006. Durante o mesmo ano cursou como aluno especial disciplinas do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Faculdade de Odontologia e curso de Medicina Veterinária, Câmpus de Araçatuba. Em 2007 foi contratado como consultor técnico da Empresa Programa Qualidade – Gestão em Pecuária, Londrina – PR, onde exerceu suas respectivas atividades durante o primeiro semestre deste ano, no mesmo ano foi admitido como aluno regular no mesmo Programa de Pós Graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela minha vida e saúde e pela coragem de enfrentar os desafios que me foram impostos.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Reges Heinrichs por ter me orientado e principalmente pela sua dedicação e confiança depositadas em mim.

Agradeço também em especial ao Prof. Dr. Cecilio Viega Soares Filho, que me auxiliou durante todo o Programa de Pós Graduação e principalmente no ingresso deste curso de Pós Graduação.

A minha família em especial meus pais, Rute e Ricieri Casoti que não mediram esforços para que eu conseguisse concluir mais esse desafio na minha vida.

A todos os Professores da Universidade (Araçatuba e Ilha Solteira), os quais ministraram as disciplinas responsáveis para o cumprimento da carga horária determinada para o curso.

A AJINOMOTO Interamericana Ind. e Com. Ltda - Unidade Industrial de Valparaíso pelo auxílio financeiro e a USINA UNIALCO de Guararapes pela concessão da área e mão-de-obra para realização do experimento.

Também a todos os funcionários da Universidade, que foram de extrema importância para a conclusão do curso.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Resumo

Palavras-chave

Summary

Keywords

| | |
|---|----|
| 1.1 Introdução..... | 07 |
| 1.2 Adubação Nitrogenada para cana-de-açúcar..... | 08 |
| 1.3 Adubação Potássica para cana-de-açúcar..... | 12 |
| 1.4 Valor nutritivo da cana-de-açúcar..... | 15 |
| 1.5 Referências..... | 21 |

CAPÍTULO 2

Título – Resumo

Palavras-chave

| | |
|---------------------------------|----|
| 2.1 Introdução..... | 34 |
| 2.2 Materiais e Métodos..... | 37 |
| 2.3 Resultados e Discussão..... | 42 |
| 2.4 Conclusões..... | 49 |
| 2.5 Referências..... | 50 |

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL

RESUMO - Com o objetivo de avaliar fontes e doses de nitrogênio associadas à adubação potássica na produção e na qualidade bromatológica da cana-de-açúcar var. BR867515 foi conduzido um experimento a campo em área pertencente à Usina Unialco, município de Guararapes, SP. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. As parcelas foram alocadas com dimensões de 10 x 7 m. A adubação de manutenção, exceto o nitrogênio e potássio, foi uniforme em todos os tratamentos, seguindo as recomendações oficiais do Estado de São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo três doses de nitrogênio (80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N ano) e três fontes (ajifer[®] L1419, ajifer[®] L14 + KCl e formulado 18 00 27), acrescentado de um tratamento testemunha com dose 0 (zero) de N, perfazendo os seguintes tratamentos: 1) Testemunha (sem nitrogênio e sem potássio); 2) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 3) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 4) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 5) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 6) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 7) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 8) 80 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 9) 120 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 10) 160 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27. O fertilizante foi aplicado uma semana após o corte e imediatamente incorporado. A maior produção de forragem de cana-de-açúcar foi com a utilização das fontes ajifer[®] L1419 e ajifer[®] L14 + KCl; As doses de 80 a 160 kg ha⁻¹ de N não diferiram significativamente na produção de forragem. A qualidade bromatológica não variou em função da adubação nitrogenada associada à potássica.

Palavras-chave: fertilizantes, nitrogênio, potássio, *Saccharum spp*

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION IN THE SUGAR CANE CULTURE AND ITS EFFECTS ON PRODUCTION AND NUTRITIONAL QUALITY.

SUMMARY - An field experiment was realized in area belonging to Usina Unialco, in Guararapes, SP, in order to test the use of sources and rates of nitrogen associated to the potassium fertilization in the production and in the bromatological quality of the sugar-cane var. BR867515. The soil of the place was classified as Yellow Red Latosol. The portions were allocated with dimensions of 10 x 7m. The maintenance fertilizer, except the nitrogen and potassium, was uniform in all the treatments, following the official recommendations of the São Paulo State. The experimental design was randomized blocks with four repetitions, being three rates of nitrogen (80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of N/year), and three sources (ajifer[®] L1419, ajifer L14 + KCl and formulated 18 00 27), increased of a control treatment with rate 0 of N, completing the following treatments: 1) control (without nitrogen and without potassium); 2) 80 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L1419); 3) 120 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L1419); 4) 160 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L1419); 5) 80 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L14 + KCl); 6) 120 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L14 + KCl); 7) 160 kg ha⁻¹ of N (ajifer[®] L14 + KCl); 8) 80 kg ha⁻¹ of N (formulated 18 00 27); 9) 120 kg ha⁻¹ of N (formulated 18 00 27); 10) 160 kg ha⁻¹ of N (formulated 18 00 27). The fertilizer was applied one week after the court and immediately incorporated. The largest production of sugar-cane forage was with the use of the sources ajifer[®] L1419 and ajifer[®] L14 + KCl; The rates from 80 to 160 kg ha⁻¹ of N didn't differ significantly in the forage production. The bromatological quality didn't vary in function of the nitrogen fertilization associated to the potassium.

Keywords: fertilizers, nitrogen, potassium, *Saccharum* spp

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, a qual se destaca como a planta de maior potencial para produção de matéria seca e energia por unidade de área, em um único corte por ano (BOIN et al., 1983). A cultura foi trazida para o Brasil pelos primeiros colonizadores, sendo utilizada como recurso forrageiro na alimentação dos ruminantes (PEIXOTO, 1985). Dados do IBGE (2007) sobre o levantamento sistemático da produção agrícola brasileira para cana-de-açúcar, indicam que a área plantada é de aproximadamente 7 milhões de hectares, uma safra de 515,821 milhões de toneladas e uma produtividade média de 77,1 t/ha.

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é importante tanto no aspecto social como no econômico, pois da sua industrialização são obtidos além do açúcar, o álcool, sendo o açúcar um dos principais produtos brasileiros.

A pequena taxa de risco na sua utilização como forragem, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida e a sua maturidade coincidindo com o período de escassez das pastagens são vantagens importantes que justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro (BOIN et al., 1983).

O aumento do consumo de carne bovina passa pelo incentivo ao abate de animais jovens, visando melhorar a qualidade da carne ofertada no mercado (VAZ ; RESTLE, 1998). Neste sentido, nos últimos anos, a melhoria das técnicas de produção bovina vem aumentando consideravelmente, e uma das alternativas seria o confinamento destes animais visando a melhoria da produção e a diversificação das atividades desenvolvidas na empresa rural. No Brasil, dietas para confinamentos tradicionalmente são balanceadas com altas proporções de volumosos, devido aos altos custos dos grãos e dos concentrados protéicos.

A cana-de-açúcar, ao ser ensilada, permite otimizar o uso da mão-de-obra, que se concentra no momento da ensilagem. Favorece também a rebrota em função do corte rápido e uniforme, ficando a silagem disponível para a utilização no período mais conveniente (VALVASORI et al., 1997).

As maiores limitações do meio à produtividade da cana-de-açúcar em soqueiras estão ligadas à disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio (TRIVELIN, 2000).

1.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas, cultivada em regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre. A maioria das variedades brasileiras foi selecionada sob condições de baixa fertilidade, tendo-se minimizado a utilização dos adubos nitrogenados (AZEREDO et al., 1986).

A alta necessidade em nutrientes da cultura, decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, tem levado a uma revisão periódica das adubações, com alterações para mais, à medida que se esgota a fertilidade natural dos solos.

Os efeitos do nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar tendem a acentuar-se com o tempo de uso de solo (ESPIRONELO, 1989a; ZAMBELLO JUNIOR; AZEREDO, 1983).

A adubação nitrogenada vem sendo cada vez mais utilizada, pois, o nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas, sendo exigido em grandes quantidades para possibilitar o crescimento normal dos vegetais. Foi concluído que o N fornecido à cultura, sofre numerosas transformações envolvendo vários caminhos e estados (LOVENSTAIN; LEFFELAAR, 1993), e que todos os processos sofrem influência do clima. O nitrogênio que não é recuperado pela cultura, acaba se perdendo no sistema solo – planta por erosão, lixiviação, desnitrificação ou volatilização.

O acúmulo desse macronutriente pela cana-de-açúcar varia de acordo com os seguintes fatores: idade da cultura; disponibilidade do N na solução de solo e fatores edafoclimáticos (GASHO et al., 1986; LIMA et al., 1987; WOOD, 1991; ZAMBELO JUNIOR; AZEREDO, 1983).

Além disso, o nitrogênio é o quinto elemento mais abundante na planta, depois do carbono, hidrogênio, oxigênio e potássio. É um constituinte de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas, portanto existe relação entre o teor de

nitrogênio e o crescimento das plantas, considerando que um dos principais sintomas da deficiência do nitrogênio é o amarelecimento ou clorose das folhas, devido a inibição da síntese de clorofila (EPSTEIN; BLOOM, 2005) o que resulta, principalmente, na diminuição da fotossíntese e conseqüentemente, na síntese de aminoácidos essenciais.

O N apresenta efeitos marcantes no Índice de Área Foliar e na intensidade de perfilhamento (NOVOA; LOOMIS, 1981; SILVEIRA, 1985). O N apresenta também efeitos positivos sobre a taxa de fotossíntese, através de uma relação linear entre o teor do nutriente e a taxa de fixação de CO₂ (BLACK et al., 1978; BOLTON; BROWN, 1980; HART 1970).

Por outro lado, os processos de absorção e de assimilação de nitrato consomem quantidades elevadas de energia (SCHRADER, 1984). Nessa cultura, altas concentrações de N provocam diminuição nas concentrações de açúcares redutores e sacarose (SILVEIRA; CROCOMO 1981).

A fim de obter maior eficiência na adubação nitrogenada, é recomendado o parcelamento e época de adubação adequada, diminuindo as perdas e aumentando a absorção (ZILLO, 1993)

Com relação ao manejo da adubação, o maior problema é quanto ao uso do nitrogênio na adubação de soqueiras. A uréia é a fonte nitrogenada mais utilizada na cultura de cana-de-açúcar e, quando aplicada sobre a palha, apresenta elevadas taxas de perda de N-NH₃ por volatilização (CANTARELLA et al., 1999; DENMEAD et al., 1990; PRAMMANEE et al., 1989), por causa da ação da urease do solo e da palha.

Como meio de reduzir perdas por volatilização de fontes nitrogenadas aplicadas na cana-de-açúcar, tem-se a possibilidade de incorporar o fertilizante nitrogenado (PRAMMANEE et al., 1989; WILLCOX, 1990). Entretanto por causa da dificuldade de incorporação dos fertilizantes em solos com espessa camada de palha, constata-se a necessidade de uso de fontes nitrogenada que apresentam menores perdas do elemento por volatilização (TRIVELIN et al., 1997).

As perdas também são reduzidas, quando fontes nitrogenadas com formas de N menos susceptíveis à volatilização são usadas. Fontes de nitrogênio, como nitrato de amônia, nitrato de cálcio e sulfato de amônio, não

estão sujeitas às perdas por volatilização de $N-NH_3$ em solos ácidos (CANTARELLA, 1998). Cantarella et al. (1999) constataram que não houve perdas mediante ao uso de nitrato de amônia. Freney et al. (1992) verificaram que a aplicação do sulfato de amônia resultou em perdas de apenas 1,8 % do N aplicado. Testando as perdas de $N-NH_3$ por volatilização, Trivelin et al. (1996) verificaram que a solução uran (uréia e nitrato de amônio) apresentou menores perdas por volatilização quando comparada à aplicação de uréia. As misturas de uréia com sulfato de amônio, uran e o resíduo líquido ajifer[®] (subproduto da indústria alimentícia) enriquecido com N surge como possíveis fontes nitrogenadas que podem apresentar menores perdas de volatilização de $N-NH_3$.

Segundo Costa et al. (2003), as menores perdas de nitrogênio encontradas nos tratamentos com o resíduo líquido ajifer[®] provavelmente, deveram-se ao pH baixo da fonte aplicada e ao fato de menos da metade do N contido no resíduo estar na forma amídica.

O ajifer[®] é um fertilizante líquido obtido a partir da fabricação do aminoácido essencial lisina. A lisina é produzida através da fermentação de uma solução esterilizada de açúcar (sacarose) ao qual são adicionados nutrientes (P, K, Mg, Mn, Fe) para servir de substrato ao microorganismo aeróbio específico, proveniente de cultura pura, que promove a fermentação. O pH ótimo do substrato é conseguido pela adição de amônia (NH_3) ao meio de forma a tamponar o sistema, visando a eficiência da fermentação a mesma também serve como fonte de nutriente ao microorganismo. O caldo resultante, após a remoção da lisina, passa por evaporadores que podem ser ajustados para produzir o ajifer nas concentrações de nitrogênio desejadas.

1.3 ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA CANA-DE-AÇÚCAR

Em relação à aplicação de potássio (K), praticamente não existem dúvidas na literatura quanto à resposta positiva na produtividade da cana-de-açúcar, pois este participa da síntese de açúcares e proteínas, no aumento da clorofila bruta e conversão de energia nos cloroplastos, e na abertura e fechamento de estômatos. É cofator de aproximadamente 60 enzimas, principalmente ligadas ao metabolismo de açúcares, transformações anabólicas e catabólicas de sacarose e hexose. Baixos níveis de sacarose são associados à deficiência de K. A cana-de-açúcar, mais que a maioria das outras plantas, parece ter maior necessidade de metabolizar glicose em seus primeiros meses de crescimento e desenvolvimento (ALEXANDER, 1965; VIEIRA, 1983). O K atua também no metabolismo de crescimento da cana-de-açúcar (MENGEL; KIRKBY, 2001), em especial na ativação, na síntese e na translocação de proteína, o que explica a forte interação entre os nutrientes nitrogênio e potássio.

Alguns trabalhos com cana-de-açúcar em condições de campo demonstram haver interação entre N e K quanto a produção (SAMUELS 1969, ZAMBELO JÚNIOR, 1979). Plantas jovens cultivadas em solução nutritiva apresentam diferenças na atividade de enzimas relacionadas com o metabolismo de carboidratos em função dos níveis de K e NO_3^- (ALEXANDER, 1964).

Silveira e Crocomo (1991), concluíram que os níveis de nitrato e de potássio e a interação entre os dois afetam a produção e a distribuição de carboidratos em folhas e colmos de cana-de-açúcar e, que os níveis destes dois nutrientes mais que a interação entre eles, afetam a distribuição de fitomassa entre raízes, colmos e folhas. Também chegaram à conclusão que maiores conteúdos de sacarose nos colmos são obtidos pela combinação NK mais favorável em termos de maior produção fotossintética e menores custos energéticos para utilização do N.

O K se destaca dentre os nutrientes usados na adubação da cana-de-açúcar, pois este é o nutriente exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar sua qualidade. Um princípio normalmente usado

para orientar a recomendação de adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar é a avaliação da disponibilidade desse nutriente no solo (ZILLO, 1993). Normalmente, são determinados os teores considerados trocáveis no solo, e as interpretações dessas análises são baseadas em faixas de fertilidade, admitindo-se valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO et al., 1996).

Alguns autores relatam que o K é um dos macronutrientes mais exigidos pelas culturas, sendo a necessidade deste elemento muito maior que a do fósforo, e podendo ser comparada com a ordem de grandeza exigidas do nitrogênio, quando se considera as quantidades dos três elementos contidos na planta (MALAVOLTA, 1979; ORLANDO FILHO, 1983).

Existem vários autores na literatura, que estudaram o nível crítico de K no solo. Dentre ele Rajj (1974) descreveu que o nível crítico indicado é de 2,1 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$. Orlando Filho et al. (1981) indicou o valor de 2,3 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$. No trabalho de Orlando Filho et al. (1993a) os autores observaram que a saturação de K em relação à CTC foi sempre superior a 5% em lavouras com alta produtividade, em relação aos teores de K encontrados na folha da cana-de-açúcar. Orlando Filho et al. (1993b) obtiveram o valor de 12 g kg^{-1} de K na folha +1, como adequado tanto para a cana-planta como para cana-soca.

Tanto a cana-planta como as soqueiras apresentam boa resposta a adubação com potássio. O excesso do nutriente no solo ou sua falta pode diminuir a qualidade da matéria-prima, influenciando as porcentagens do teor de sacarose (Pol) e a fibra industrial da cana. Santos et al. (1979) afirmam que o K provocou aumento na produtividade com adubação de até 440 $\text{kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$, nos experimentos de campo, em algumas regiões do Nordeste.

Para se atingir os objetivos desejados na adubação potássica é adequado evitar perdas por lixiviação. Segundo Zillo (1993) e Silva et al. (2005), o K pode ser considerado perdido se atingir em torno de 90 a 100 cm de profundidade, faz-se necessário que o nutriente esteja ao alcance das raízes e sua concentração no solo não seja demasiadamente alta (MALAVOLTA; USHERWOOD, 1978).

Rosseto et al. (2004) estudando a interação da calagem e adubação potássica na cultura de cana-de-açúcar observaram uma resposta significativa

em sete das dez avaliações envolvendo cana-planta e soca e na maioria dos casos, as respostas da cana ao K foram lineares. No mesmo trabalho os autores verificaram também aumento no teor de K nas folhas em função das doses de K aplicadas.

Silva et. al. (2005) não recomendam aplicar K nos solos que apresentem teores foliares deste nutriente superior a 15 g kg^{-1} . Silva et. al. (2007) concluíram que a fertilização potássica deve ocorrer na ordem de 100 kg ha^{-1} de K, que possibilita corrigir a fertilidade do solo e atender a necessidade nutricional da cana, sem acarretar em problemas ambientais.

1.4 VALOR NUTRITIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A produção de alimentos volumosos com alto valor nutritivo, o desenvolvimento de sistemas alternativos de produção de forragens no período crítico do ano e de sistemas eficientes de conservação de forragens, bem como a alimentação de bovinos de alta produção, têm sido os principais desafios dos gerentes de produção pecuária que têm objetivado a intensificação (MATOS, 1995) e o aumento da eficiência dos sistemas de produção.

Segundo Abrahão (1991), o valor nutritivo de uma planta forrageira deve ser considerado não como fator isolado, mas como um complexo formado por fatores que interferem na ingestão e utilização da forragem ingerida pelos ruminantes.

Estima-se, que 10% da produção brasileira de cana-de-açúcar seja destinada à produção animal. Assim, nessa área, seriam produzidos cerca de 40 milhões de toneladas de massa verde, o que seria suficiente para alimentar 15 milhões de bovinos, durante 150 dias no ano (LANDELL et al., 2002).

A cana-de-açúcar é uma gramínea semiperene plantada em duas regiões distintas: Centro-Sul e Norte-Nordeste. Originária do Sudeste asiático encontra condições climáticas favoráveis para se desenvolver no Brasil. Cultivada, principalmente, para a produção de açúcar e álcool, essa planta encontra na produção animal um destino alternativo para seu uso.

A pequena taxa de risco na sua utilização como forragem, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida e a sua maturidade coincidindo com o período de escassez das pastagens são outras vantagens importantes que justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro (BOIN et al., 1983).

Os melhores desempenhos de animais ruminantes consumindo cana-de-açúcar são mostrados em alguns trabalhos científicos, apontando uma relação com sua fração fibrosa, pois provoca diminuição no consumo, devido, principalmente, à baixa digestibilidade desta fração (BOIN, 1985; PEREIRA et al., 2001; RODRIGUES, 2000).

A maioria dos trabalhos realizados até hoje, tendo a cana-de-açúcar como recurso volumoso em dietas para vacas leiteiras, limitou seu uso para

animais de baixa produção (BIONDI et al., 1978; BOIN et al., 1983a; BOIN et al., 1983b; CASTRO et al., 1967; NAUFEL et al., 1969; NOGUEIRA FILHO et al., 1977; PAIVA et al., 1991). Exceções foram os trabalhos de Stanley e Spielman (1984), Peixoto (1992) e de Valvasori et al. (1995), que trabalharam com vacas de maior potencial de produção.

A utilização de cana-de-açúcar como suplemento volumoso para vacas leiteiras durante o período de falta de chuvas, na região do Brasil central, é prática das mais interessantes, pela disponibilidade naquele período crítico, no entanto, precisa ser adequadamente suplementado com fontes de nitrogênio e de amido (BOIN et al., 1983). Os principais pontos negativos levantados quanto ao seu emprego são os teores baixos de proteína e minerais encontrados tanto em variedades forrageiras como nas industriais, registrando digestibilidade extremamente pequena da fração nitrogenada desse alimento (PEDREIRA, 1962). Outro ponto negativo, no entanto, foi levantado pelo trabalho de Naufel et al., (1969), que, em dieta com cana-de-açúcar como volumoso exclusivo registrou ingestão muito pequena de matéria seca por vacas leiteiras, de cerca de 1,1% do peso vivo, computando a ração total, ou seja, concentrados e volumosos.

Segundo Nussio et al. (2006), desequilíbrios na composição do leite produzido por vacas alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar, freqüentemente associadas à presença desse volumoso, provavelmente se devem mais ao desbalanceamento de nutrientes do que a uma característica intrínseca a essa fonte de forragem.

Entretanto, outros trabalhos, corrigindo as deficiências da forragem em proteína e minerais, relataram consumo de matéria seca da ordem de 2,1% do peso vivo, em vacas com produções ao redor de 12,0 kg de leite diários (BIONDI et al., 1978), e de 2,5% do peso vivo, em vacas produzindo entre 6 e 10kg de leite diários (AROEIRA et al., 1995), em ambos os casos com rações consistindo de cana-de-açúcar como único volumoso mais concentrados.

Citados por Pate et al. (2001), Pate e Coleman (1975) observaram ampla variação na porcentagem da fibra em detergente neutro (FDN), com extremos de 42,6 e 67,7%, bem como na porcentagem da fibra em detergente ácido (FDA), de 28,3 e 41,5%; lignina, de 4,6 e 8,4%; e 40,0 e 64,1% na base

da matéria seca (MS) para a degradabilidade *in vitro* das diferentes variedades avaliadas. Concluíram também que os componentes fibrosos estiveram negativamente correlacionados com a degradabilidade *in vitro*, indicando que o valor nutricional de variedades de cana-de-açúcar é variável, devendo-se dar ênfase ao baixo conteúdo da fração fibrosa, ao se selecionar uma variedade com o propósito de alimentação animal.

Segundo Magalhães et al. (2004), o efeito depressivo da cana-de-açúcar no consumo das dietas não apresentou relação direta com o teor de FDN das dietas, uma vez que esta reduziu o aumento da proporção de cana-de-açúcar nas dietas. A variedade utilizada pelos autores, segundo tabela de Pate e Coleman (1975) adaptada por Rodrigues (1999), possui valores considerados médios a baixos para FDN e lignina (47,0 e 5,0%, respectivamente). É provável que o efeito depressivo da cana-de-açúcar em dietas para ruminantes esteja relacionado com a baixa digestibilidade de sua fibra ou com a baixa taxa de digestão da fibra no rúmen (PRESTON, 1982).

Utilizando a cana-de-açúcar como fonte de volumoso, onde a única fonte de variação foi decorrente da composição da cana em função de três teores de FDN (44, 54, 64%), Nussio et al. (2006) chegaram a conclusão que a elevação média de duas unidades no teor de FDN da cana-de-açúcar levou à redução de 1 kg de leite/vaca/dia. Ainda, cada cinco unidades em acréscimo no teor de FDN da cana-de-açúcar levou ao decréscimo de 1 kg no consumo de MS total, correspondendo à redução de mesma intensidade no consumo de MS do volumoso exclusivamente.

Magalhães et al. (2004) em experimento realizado com cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho na alimentação animal, chegaram a conclusão que a substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar em dietas completas para vacas em lactação produzindo, em média, 24 kg de leite por dia, influenciou negativamente a produção de leite e a variação de peso corporal dos animais. Mesmo assim, a inclusão de 33,3% de cana no volumoso foi técnica e economicamente viável, enquanto níveis maiores foram inviáveis.

Valsori et al. (1995), ao substituírem silagem de milho por cana-de-açúcar para vaca com produção em torno de 19 kg de leite por dia, embora não tenham encontrado diferenças significativas no total de MS ingerida,

encontraram diferenças para o consumo de volumosos (12,10; 10,19 e 7,73 kg de MS/dia para os níveis de substituição de 0, 50 e 100%), justificando que o maior teor de lignina presente na cana-de-açúcar deve ter afetado seu consumo.

Silvestre et al. (1976) alimentaram bovinos de corte com cana-de-açúcar fresca, ou silagem de cana com uréia, ou silagem de cana com amônia, sendo que todos os animais foram suplementados diariamente com 0,6 kg de farelo de algodão. Os autores registraram ganhos diários médios de 0,47 kg, 0,316 kg e 0,349 kg, respectivamente, mostrando superioridade da cana-de-açúcar fresca ($p < 0,01$) em relação às silagens.

Calderón e Shimada (1980) estudaram o desempenho de tourinhos zebuínos, com média de 212 kg de peso, alimentados com silagem de cana adicionada ou não de hidróxido de sódio. Todos os animais receberam diariamente 2 kg de mistura concentrada constituída por grãos de sorgo (96%), uréia (3%) e sal mineral (1%). O tratamento com silagem mais hidróxido de sódio apresentou média diárias de ganhos de peso superiores: 0,321 kg contra 0,177 kg ($p < 0,05$).

Em relação as vantagens de utilização de cana-de-açúcar como volumoso na alimentação de ruminantes, Nussio et al. (2006) apresentaram uma simulação de consumo de desempenho de animais com base nas exigências e predição de desempenho geradas pelo NRC (2001), quando foram utilizados cana-de-açúcar e milho como volumosos. As rações contendo cana-de-açúcar apresentaram menor inclusão média desse volumoso (47% da MS) do que aquelas contendo silagem de milho (60% da MS), comparando-se as simulações para animais de produções leiteiras entre 15 e 45 litros por dia.

Os valores observados por Nussio et al. (2006) estão próximos dos resultados encontrados por Costa et al. (2005), que observaram, como esperado, aumento na produção de leite com a maior dose de concentrado na ração.

Nussio et al. (2006) concluíram que rações contendo cana-de-açúcar geram receitas líquidas mais elevadas, quando comparadas àquelas que apresentam silagem de milho como fonte de volumoso, independente da

quantidade de concentrado utilizado nas duas rações e do nível de produção dos animais.

Corrêa et al. (2003), usando cana-de-açúcar na formulação de rações avaliaram vacas holandesas de alta produção, contendo alternativamente cana-de-açúcar, silagem de milho com textura macia ou silagem de milho com textura endurecida como volumosos únicos, em rações com 45,5% de forragem na MS e mesmo teor de FDN proveniente do volumoso, ao invés de uréia, foi utilizado farelo proteínoso de milho para elevar o teor de PB da cana, para assemelhar-se ao teor existente na silagem de milho. Nesse estudo, a cana-de-açúcar apresentou-se como opção viável para alimentar vaca com elevada produção de leite e, em consequência, com maior exigência nutricional e os resultados revelaram ainda o enorme potencial que a cana-de-açúcar apresenta em rações adequadamente formuladas para ruminantes e estabelecem o desafio ao aperfeiçoamento da nutrição clássica de bovinos.

Aliados aos valores nutricionais e a alta produção de matéria seca por área no período de seca, a cana-de-açúcar torna-se uma forrageira de extrema importância para alimentação de ruminantes, desde que suas deficiências sejam devidamente corrigidas, em termos de proteína e minerais.

1.5 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.J.S. Valor nutritivo de plantas forrageiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM, 1991. **Anais...** Cascavel: Organização das Cooperativas do Estado do Paraná, 1991. p.209-225.

ALEXANDER, A. G. Behaviour of enzymes governing starch-and-sucrose forming pathways in two sugarcane varieties supplied with variable nitrate and phosphate in sand culture. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.69, n.2, p.153-171, 1964.

ALEXANDER, A. G. Physiological studies of enzymes catalyzing the synthesis and hydrolysis of sucrose, starch and phosphorylated hexose in sugar cane. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 48, n. 3, p. 165-231, 1965.

AROEIRA, J.M.A.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.

AZEREDO, D.F., BOLSANELLO, J.; WEBER, H., VIEIRA, et al. Nitrogênio na cana planta: doses e fracionamento. **Revista STAB**, v.4, p.32-36, 1986.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.35, n.1, p.45-55, 1978.

BLACK, E.C.; BROWN, R.H.; MOORE, R.C. Plant photosynthesis. In: DOBEREINER, J.; BURRIS, R.H.; HOLLANDER, A. (ed.). **Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics**. [s.n.], 1978. p.95-110.

BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: D'ARCE; R. D.; BOIN, C.; MATTOS, W. R. S. (Eds.) **Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1985. p.19-52.

BOIN, C.; ALEONI, G.F.; BEISMAN, D.A. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 3. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., Pelotas, RS, 1983. **Anais...Pelotas** : SBZ, 1983. p.85.

BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 2. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...Pelotas**: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983a. p.84.

BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 3. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...Pelotas**: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983a. p.84.

BOLTON, J.K.; BROWN, R.H. Photosynthesis of grass species, differing in carbon dioxide fixation pathways. V. Response of *Panicum maximum*, *Panicum milioides* and *tallfescue Festuca arundinacea*) to nitrogen nutrition. **Plant Physiology**, v.66, p.97-100, 1980.

CALDERÓN, J. F.; SHIMADA, A. S. Efecto de La adicion de NaOH (hidróxido de sódio) al ensilaje de caña de azucar, em el comportamiento de toretes cebu. **Técnica Pecuária México**, v.38, n.único, p.29-30, 1980.

CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada em sistema de cana crua. **STAB - Açúcar, Álcool Subprodutos.**, v.16, n.4, p.21-22, 1998.

CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W. et al. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999. **Anais...** Londrina : Álcool Subprodutos, 1999. p.82-87.

CASTRO, A. D. G.; CAMPOS, J.; HIL, H. D. L. et al. Cana-de-açúcar versus silagem de milho na produção de leite. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.14, n.80, p.203-23, 1967.

CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N. OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v. 60, p. 621-9, 2003.

COSTA, M.C.G.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.631-637, 2003.

COSTA, M. P.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrados ou silagem de milho na dieta. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2437-45, 2005 (Suplemento).

DENMEAD, O.T.; FRENEY, J.R.; JACKSON, A.V. et al. Volatilization of ammonia from urea and ammonium sulfate applied to sugarcane trash in North Queensland. Proceedings Australian Society of Sugar Cane Technologists., v.12, p.72-78, 1990.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2nd. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2005. 400p.

ESPIRONELO, A. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B.V.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. p.10. (Boletim Técnico, 100)

_____. Contribuição do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) para a nutrição e adubação da cana-de-açúcar: II. Fósforo em cana-planta. **STAB**, 7(3/4/5): 17-28, 1989a.

FRENEY, J.R.; DEANMEAD, O.T.; WOOD, A.W. et al. Factors controlling ammonia loss from trash covered sugarcane fields fertilized with urea. **Fertilizer Research**, v.31, n.3, p.341-349, 1992.

GASCHO, G.J.; ANDERSON, D.L.; OZAKI, H.Y. Cultivar dependent sugarcane responso to nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 78, n. 6, p. 1064-1069, 1986.

HART, C.E. Effect of potassium deficiency upon translocation of ¹⁴C in detached blades of sugarcane. **Plant physiology**. v.45, p.183-187, 1970.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola mundial 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2008.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. **A variedade IAC86- 2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2002. 36p. (Boletim técnico IAC 193).

LIMA, E.; BODDEY, R.M.; DOBEREINER, J. Quantification of biological nitrogen fixation associated with sugarcane using a ¹⁵N- aided nitrogen balance. **Soil Biology. Biochemistry**., v. 19, p. 165-170, 1987.

LOVENSTAIN, H.; LEFFELLAR, P. (Ed.). **Principals of production ecology**. Wageningen: University of Wageningen, 1993. 115 p. (Course Book F300-001).

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. Rev. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 255 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; USHERWOOD, N.R. **Adubos e adubação potássica**. Piracicaba: Franciscana, 1978. 56 p. (Boletim técnico, 3).

MATOS, L. L. Perspectivas em alimentação e manejo de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.147-155.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Pordredet: Kleiwer Academic, 2001. 849 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutriente requirements of dairy cattle**. 7th. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 408p.

NAUFEL, F.; GOEDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.26, n. único, p.9-22, 1969.

NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCHI, C.S.; ROCHA, G.L. et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. *Boletim da Indústria Animal*, v.34, n.1, p.75-84, 1977.

NOVOA, R.; LOOMIS, R.S. Nitrogen and plant production. **Plant and Soil, The Hague**, v.58. p.177-204, 1981.

NUSSIO, L. G.; PONCHIO, L. Gerenciamento de custo de produção de volumosos. **Revista Leite DPA**, São Paulo, v. 6, n. 64, 2006.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A. L. B. et al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa: Funerb, 200. P. 277-328.

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

ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR, 1983. 369 p.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; GERALDI, R.N. Adubação potássica em cana-de-açúcar: II Análise química do solo e diagnose foliar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Stab, 1993b, p. 50-54.

ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO. et al. Relações K, Ca, Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Stab, Açúcar e Subprodutos**, Piracicaba, v.14, n.5, p.13-17, 1996.

ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A.A. et al. Fontes de potássio na adubação da cana-de-açúcar: KCl e K₂SO₄. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., Águas de São Pedro, 1993. Anais.. Piracicaba: Stab, 1993^a, p.39-43.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR, E.; RODELLA, A.A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.97, n.1, p. 18-24, 1981.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.

PATE, F.M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J.D. et al. **Sugarcane as a cattle feed:** production and utilization. Florida: University of Florida/ Cooperative Extension Service, 2001. 25p.

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim da Indústria Animal**, v.20, n. único, p.301-6, 1962.

PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: GARDNER, A.L.; ALVIM, M.J. **Manejo de pastagem**. Coronel Pacheco – MG: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1985. 54p.

PEIXOTO, F.A.M. **Utilização do complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 121f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces 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.

PRAMMANEE, P.; SAFFIGNA, P.G.; WOOD, A.W. Loss of nitrogen from urea and ammonium sulfate applied to sugar cane crop residues. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 11., Mackay, 1989. **Proceedings...** Mackay, Watson Ferguson, p.76-84, 1989.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.877-884, 1982.

RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.26, n.6, p.575-576, 1974.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas à base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação; In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. 2., 1999, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.65-75.

RODRIGUES, A.A.; VIEIRA, P.F.; TORRES, R.A. et al. Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade de cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1421-1427, 1992.

ROSSETO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H. et al. Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**, v.63, n.1, p.105-119, 2004.

SAMUELS, G. **Foliar diagnosis for sugarcane**. Chicago: Adams Press, 1969. 362p.

SANTOS, M. A. C.; SOBRAL, A. F.; CORDEIRO D. A. et al. **Adubação de cana-de-açúcar**: resumo informativo. Carpina: IAA/PLANALSUCAR, 1979. 3p.

SCHRADER, L.E. Functions and translocations of nitrogen in higher plants. In: HAUCK, R.D. (ed.). **Nitrogen en crop production**. Madison: [s.n.], 1984. p.55-65.

SILVA, F. C.; BERGAMASCO, A. F.; MONTALI, E. F. et al. Avaliação da adubação nitrogenada e potássica em cana-de-açúcar baseada em modelos. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA, 2., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2005, p. 763-822.

SILVA F. C.; MURAOKA, T.; CASTRO, P. R. C. et al. **Avaliação da adubação com nitrogênio e potássio em soqueira de cana-de-açúcar sem queima**. Campinas: Empresa informática agropecuária, 2007. 32p. (Boletim de pesquisa de desenvolvimento, 16).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos : Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2002. 235p.

SILVA, R.M.; PÁDUA, J.T.; PACHECO, P.S. et al. Desempenho de novilhos mestiços Nelore confinados com cana-de-açúcar e diferentes níveis de energia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM).

SILVEIRA, J. A. G.; CROCOMO, O. J. Efeitos de nitrogênio e potássio na utilização de nitrato e distribuição de carboidratos em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.6, p. 247-257, 1991.

SILVEIRA, J.A.G. **Interações entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar (*saccharum spp*) cultivada em condições de campo**. 1985. 152 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

SILVEIRA, J.A.G.; CROCOMO, O.J. Biochemical and physiological aspects of sugarcane (*saccharum spp*). I. Effects of NO₃⁻ nitrogen concentration on the

metabolism of sugars and nitrogen. **Energia Nuclear e Agricultura**, v.3, n.1,p.19-33, 1981.

SILVESTRE, R.; MACLEOD, N. A.; PRESTON, T. R. Sugar cane ensiled with urea or ammonia for fattening cattle. **Tropical Animal Production**, v.1, n.3, p.216-222, 1976.

STANLEY, R.W.; SPIELMAN, S. The effect of feeding low and high levels of alfafa, guinea grass and sugar cane to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.67, suppl. 1, p.144-145, 1984.

TRIVELIN, P.C.O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com uso do traçador ¹⁵N**. 2000. 143 f. Tese (livre-Docência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

TRIVELIN, P.C.O.; BENDASSOLLI, J.A.; OLIVEIRA, M.W. Potencialidade da mistura de aquamônia com vinhaça na fertilização de canaviais colhidos sem despalha a fogo. Parte I: Estabilidade química da mistura. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.16, n.2, p.26-29, 1997.

TRIVELIN, P.C.O.; STEFANUTTI, R.; LIMA FILHO, O.F. et al. Volatilização de amônia do solo associada à aplicação superficial de solução nitrogenada com uréia e nitrato de amônio (compact disc). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Anais... Águas de Lindóia, SLACS**, 1996.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.L.; ARCARO, J.R.P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinarian Research in Animal Science**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.

VALVASORI, E.; ZANETTI, M.A.; MELOTTI, L. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar através de ensaio de digestibilidade (aparente) com ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, v.54, n.1, p.75-79, 1997.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L. et al. (Eds.) **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. p.104-119.

VIEIRA, I. M. S. **Efeito do potássio sobre a atividade de invertases, teores de açúcares e compostos nitrogenados em cana-de-açúcar (*Saccharum spp. Var. NA56-79*) cultivada em solução nutritiva**. Piracicaba, 1983. 97 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1983.

WILLCOX, T. Proserpine growers develop new fertilizers applicators. **BSES Bulletin.**, n.29, p.20-21, 1990.

WOOD, A.W. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in North Queensland. **Soil and Tillage Research**, v. 20 p. 69-85, 1991.

ZAMBELLO JÚNIOR, E. **Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação para diferentes solos e épocas de amostragem foliar em soqueiras de cana (*Saccharum spp.*)**. 1979. 95f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

ZAMBELLO JÚNIOR, E; AZEREDO, D.F. Adubação na região Centro Sul. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. p.289-313.

ZILLO, F.J. **Modo de aplicação e doses de nitrogênio e potássio na produção de cana-de-açúcar.** 1993. 88 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

CAPITULO 2 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTASSICA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL

RESUMO - Com o objetivo de avaliar fontes e doses de nitrogênio associadas à adubação potássica na produção e na qualidade bromatológica da cana-de-açúcar variedade BR867515 foi conduzido um experimento a campo em área pertencente à Usina Unialco, município de Guararapes, SP. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. As parcelas foram alocadas com dimensões de 10 x 7 m. A adubação de manutenção, exceto o nitrogênio e potássio, foi uniforme em todos os tratamentos, seguindo as recomendações oficiais do Estado de São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo três doses de nitrogênio (80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N ano) e três fontes (ajifer[®] L1419, ajifer[®] L14 + KCl e formulado 18 00 27), acrescentado de um tratamento testemunha com dose 0 (zero) de N, perfazendo os seguintes tratamentos: 1) Testemunha (sem nitrogênio); 2) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 3) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 4) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 5) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 6) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 7) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 8) 80 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 9) 120 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 10) 160 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27. O fertilizante foi aplicado uma semana após o corte e imediatamente incorporado. A maior produção de forragem de cana-de-açúcar foi com a utilização das fontes ajifer[®] L1419 e ajifer[®] L14 + KCl; As doses de 80 a 160 kg ha⁻¹ de N não diferiram significativamente na produção de forragem. A qualidade bromatológica não variou em função da adubação nitrogenada associada à potássica.

Palavras-chave: Fertilizantes, nitrogênio, potássio, *Saccharum spp*

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, a qual se destaca, entre as gramíneas tropicais, como a planta de maior potencial para produção de matéria seca e energia por unidade de área, em um único corte por ano (BOIN et al., 1983). A cultura foi trazida para o Brasil pelos primeiros colonizadores, sendo utilizada como recurso forrageiro na alimentação dos ruminantes (PEIXOTO, 1985). Dados do IBGE (2007) sobre o levantamento sistemático da produção agrícola brasileira para cana-de-açúcar a área plantada é de aproximadamente 7 milhões de hectares, uma safra de 515,821 milhões de toneladas e uma produtividade média de 77,1 t/ha.

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é importante tanto no aspecto social como no econômico, pois da sua industrialização são obtidos além do açúcar, o álcool, sendo o açúcar um dos principais produtos brasileiros.

A pequena taxa de risco na sua utilização como forragem, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida e a sua maturidade coincidindo com o período de escassez das pastagens são vantagens importantes que justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro (BOIN et al., 1983).

O aumento do consumo de carne bovina passa pelo incentivo ao abate de animais jovens, visando melhorar a qualidade da carne ofertada no mercado (VAZ; RESTLE, 1998). No entanto, nos últimos anos, a melhoria das técnicas de produção bovina vem aumentando consideravelmente, e uma das alternativas seria o confinamento desses animais visando a melhoria da produção e a diversificação das atividades desenvolvidas na empresa rural. No Brasil, dietas para confinamentos tradicionalmente são balanceadas com altas proporções de volumosos, devido aos altos custos dos grãos e dos concentrados protéicos.

A cana-de-açúcar, ao ser ensilada, permite otimizar o uso da mão-de-obra, que se concentra no momento da ensilagem. Favorece também a rebrota em função do corte rápido e uniforme, ficando a silagem disponível para a utilização no período mais conveniente (VALVASORI et al., 1997).

A administração de cana-de-açúcar como suplemento volumoso para vacas leiteiras durante o período de falta de chuvas, na região do Brasil central,

é prática das mais interessantes, pela disponibilidade naquele período crítico, no entanto precisa ser adequadamente suplementado com fontes de nitrogênio, de amido (BOIN et al., 1983). Os principais pontos negativos levantados quanto ao seu emprego são os teores baixos de proteína e minerais encontrados tanto em variedades forrageiras como nas industriais, registrando digestibilidade extremamente pequena da fração nitrogenada desse alimento (PEDREIRA, 1962). Outro ponto negativo, no entanto, foi levantado pelo trabalho de Naufel et al. (1969), que, em dieta com cana-de-açúcar como volumoso exclusivo registrou ingestão muito pequena de matéria seca por vacas leiteiras, de cerca de 1,1% do peso vivo, computando a ração total, ou seja, concentrados e volumosos. Entretanto, trabalhos posteriores, corrigindo as deficiências da forragem em proteína e minerais, relataram consumo de matéria seca da ordem de 2,1% do peso vivo, em vacas com produções ao redor de 12,0kg de leite diários (BIONDI et al., 1978), e de 2,5% do peso vivo, em vacas produzindo entre 6 e 10kg de leite diários (AROEIRA et al., 1995), em ambos os casos com rações consistindo de cana como único volumoso mais concentrados.

A adubação nitrogenada vem sendo cada vez mais utilizada, pois, o nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas, sendo exigido em grandes quantidades para possibilitar o crescimento normal dos vegetais.

Além disso, o nitrogênio é o quarto elemento mais abundante na planta, depois do carbono, hidrogênio e oxigênio. É um constituinte de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas, e, portanto existe relação entre o teor de nitrogênio e o crescimento das plantas. Considerando que um dos principais sintomas da deficiência do nitrogênio é o amarelecimento ou clorose das folhas, devido à inibição da síntese de clorofila (EPSTEIN; BLOOM, 2005) o que resulta, principalmente, na diminuição da fotossíntese e conseqüentemente, na síntese de aminoácidos essenciais.

O potássio (K) se destaca dentre os nutrientes usados na adubação da cana-de-açúcar, pois este é o nutriente exportado em maior quantidade por essa cultura, além de influenciar sua qualidade. Um princípio normalmente usado para orientar a recomendação de adubação potássica na cultura da

cana-de-açúcar é a avaliação da disponibilidade desse nutriente no solo. Normalmente, são determinados os teores considerados trocáveis no solo, e as interpretações dessas análises são baseadas em faixas de fertilidade, admitindo-se valores mínimos críticos, abaixo dos quais o desenvolvimento vegetal é limitado (ORLANDO FILHO et al., 1996).

Esse trabalho teve por objetivos avaliar doses e fontes nitrogenadas associadas à adubação potássica na produção de forragem e qualidade bromatológica da cultura da cana-de-açúcar.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área da Usina Unialco, município de Guararapes, SP, situada a 21°15'39" latitude sul, 50°38'34" longitude oeste e a 415 metros de altitude. A espécie forrageira utilizada foi a cana-de-açúcar variedade RB867515.

O clima local, conforme a classificação de Koppen é do tipo Aw, caracterizado pelas estações de clima quente de inverno seco, sendo que os meses de outubro a março apresentam o maior índice pluviométrico.

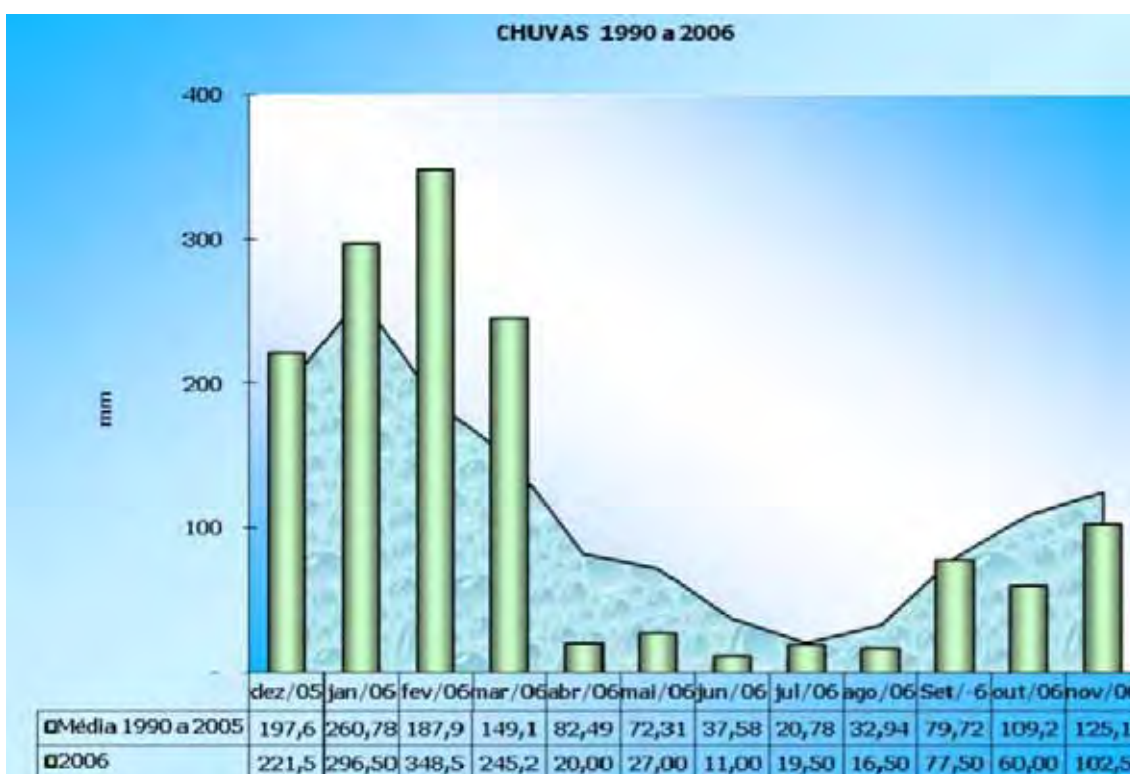


FIGURA 1 - Média pluviométrica de 15 anos e durante o ano de 2006. Usina Unialco. Guararapes, SP.

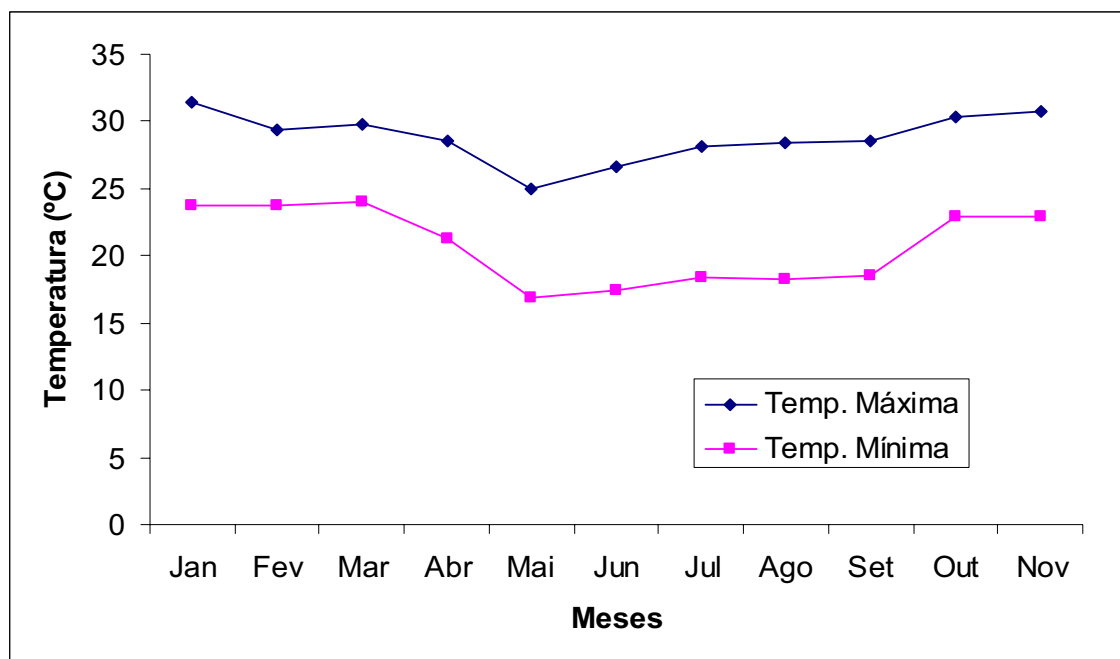


FIGURA 2 - Temperatura máxima e mínima mensal no ano de 2006. Usina Unialco. Guararapes, SP.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999) com boa drenagem.

As análises granulométricas foram realizadas após a coleta de amostras de terra, utilizando-se o método da sedimentação (EMBRAPA, 1997) e os resultados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-químicas do solo nas profundidades 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm, na ocasião da instalação do experimento. Guararapes, SP. Ano agrícola 2005/2006

| Características | Prof. 0- 10 cm | Prof. 10 - 20 cm | Prof. 20 - 40 cm |
|--|----------------|------------------|------------------|
| pH (CaCl ₂) | 4,8 | 4,7 | 4,9 |
| M.O. (g dm ⁻³) | 20 | 16 | 10 |
| P (mg dm ⁻³) | 12 | 4 | 1 |
| S-SO ₄ (g dm ⁻³) | 15 | 12 | 11 |
| K (mmol _c dm ⁻³) | 2,3 | 1,4 | 1,5 |
| Ca (mmol _c dm ⁻³) | 13 | 11 | 13 |
| Mg (mmol _c dm ⁻³) | 11 | 10 | 5 |
| Al (mmol _c dm ⁻³) | 1 | 3 | 1 |
| H+Al (mmol _c dm ⁻³) | 22 | 18 | 16 |
| S (mmol _c dm ⁻³) | 26,3 | 22,4 | 19,5 |
| T (mmol _c dm ⁻³) | 48,3 | 40,4 | 35,5 |
| V (%) | 54 | 55 | 55 |
| m (%) | 4 | 12 | 5 |
| B (mg dm ⁻³) | 0,63 | 0,61 | 0,58 |
| Cu (mg dm ⁻³) | 0,8 | 0,7 | 0,5 |
| Fe (mg dm ⁻³) | 89 | 45 | 12 |
| Mn (mg dm ⁻³) | 15,3 | 15,3 | 8,8 |
| Zn (mg dm ⁻³) | 1,7 | 0,7 | 0,1 |
| Na (mg dm ⁻³) | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| Condutividade elétrica (dS m ⁻¹) | 0,069 | 0,037 | 0,036 |
| Argila (%) | 12 | 14 | 16 |
| Silte (%) | 10 | 8 | 4 |
| Areia (%) | 78 | 78 | 80 |

P, Ca, Mg e K: resina; S-SO₄: NH₄OAc 0,5N em HOAc 0,25N; B: BaCl₂.2H₂O 0,125% microondas; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA TEA pH 7,3;

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo três doses de nitrogênio (80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N ano), utilizando as fonte ajifer[®] L1419 (1,4% de N e 1,9% de K), ajifer[®] L14 + KCl e formulado 18 00 27 (N, P₂O₅ e K₂O), acrescentado de um tratamento testemunha com dose 0 (zero) de N, perfazendo os seguintes tratamentos: 1) Testemunha (sem nitrogênio e sem potássio); 2) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 3) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 4) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L1419; 5) 80 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 6) 120 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 +KCl; 7) 160 kg ha⁻¹ de N via ajifer[®] L14 + KCl; 8) 80 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 9) 120 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27; 10) 160 kg ha⁻¹ de N via formulado 18 00 27. O fertilizante foi aplicado uma semana após o

cutre e imediatamente incorporado ao solo. A dose de K_2O nos tratamentos 5, 6 e 7 foi a mesma usada nos tratamentos 2 ($108,5 \text{ kg ha}^{-1}$), 3 ($162,7 \text{ kg ha}^{-1}$) e 4 ($217,0 \text{ kg ha}^{-1}$), respectivamente.

As características químicas do ajifer utilizado no experimento estão compiladas na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros de caracterização do Ajifer® L1419 e L14.

| Parâmetro | Unidade | Ajifer® L1419 | Ajifer® L14 |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|
| pH | | 4,1 | 3,8 |
| Nitrogênio total | % | 1,6 | 1,5 |
| Umidade, a 65°C | % | 80,5 | 91 |
| Matéria orgânica | % | 14,3 | 8,8 |
| Carbono orgânico | % | 1,2 | 1,5 |
| Fósforo (P_2O_5) | % | 0,05 | 0,02 |
| Potássio (K_2O) | % | 1,8 | 0,02 |
| Cálcio | % | < 0,01 | < 0,01 |
| Magnésio | % | < 0,01 | < 0,01 |
| Enxofre (S) | % | 1,4 | 0,4 |
| Cobre | mg kg^{-1} | <1,0 | <1,0 |
| Zinco | mg kg^{-1} | <1,0 | <1,0 |
| Sódio | % | 0,01 | 0,01 |
| Cloreto | % | 0,02 | 0,03 |
| Condutividade elétrica | dS m^{-1} | 45,2 | 29,6 |
| Densidade | g cm^{-3} | 1,07 | 1,04 |

A adubação fosfatada foi homogênea em todas as parcelas, aplicando-se a dose de 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo.

As parcelas foram demarcadas com dimensões de $10 \times 7\text{m}$ e uma faixa de caminhamento de duas linhas de cana-de-açúcar entre os blocos.

O corte foi realizado de forma manual, considerando como parcela útil as três linhas centrais e desconsiderando-se um metro de cada extremidade. O material foi pesado imediatamente após o corte para determinação da biomassa, enquanto a biomassa seca foi obtida através de amostragem, da forragem, com a coleta de 10 plantas do material cortado de cada parcela, a qual foi seca em estufa com ventilação forçada a 65 °C até peso constante.

Para a avaliação do estado nutricional das plantas, foi realizada análise laboratorial dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas usadas para diagnose (folha +3), utilizando-se os 20 cm centrais sem a nervura central (Malavolta et

al., 1997), colhidas na fase de maior desenvolvimento vegetativo (aproximadamente 4 meses após brotação).

Para determinação da qualidade bromatológica da cana-de-açúcar seguiu-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002):

Matéria Seca: a umidade é eliminada da amostra pela secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 55^oC por 16 a 24 horas (pré-secagem), a 135^oC por duas horas, ou 100^oC por 24 horas, ou 105^oC por 16 horas (secagem definitiva). A matéria seca parcial (pré-secagem) ou total (secagem definitiva) é determinada gravimetricamente com o resíduo remanescente após secagem.

Fibra Bruta: A amostra seca e desengordurada é submetida às digestões ácida (H₂SO₄ – 1,25%) e básica (NaOH – 1,25%) durante 30 minutos em cada digestão. O resíduo orgânico é recebido em cadinho de vidro. Calcula-se a fibra bruta pela diferença de peso do cadinho antes e após a queima do resíduo em mufla, a 500^oC.

Fibra em Detergente Neutro: processo que utiliza de detergente neutro para a determinação de constituintes das paredes celulares, e um processo rápido para a determinação da fibra total em alimentos. Fraciona a matéria seca do alimento bastante próximo do ponto em que separa os constituintes nutricionais solúveis e disponíveis daqueles incompletamente disponíveis ou dependentes de fermentação microbiana. Esse método não é adequado para alimentos que possuam altos teores de proteínas e baixa fibra. A fibra em detergente neutro é constituída por celulose, hemicelulose e lignina.

Fibra em Detergente Ácido: a determinação da fibra em detergente ácido é um método rápido na determinação da lignocelulose em alimentos. O resíduo, entretanto, também inclui a sílica. A diferença entre parede celular e fibra em detergente ácido é uma estimativa da porção hemicelulose solubilizada no processo, em que a FDA é constituída por celulose e lignina.

Nitrogênio total e Proteína Bruta: o método Kjeldahl é o método-padrão de determinação de nitrogênio (N), principalmente em forragens. Ele consiste em três passos básicos: 1) digestão da amostra em ácido sulfúrico com um catalisador, que resulta em conversão do nitrogênio em amônia; 2) destilação

da amônia em uma solução receptora; e 3) quantificação da amônia por titulação com uma solução-padrão.

As proteínas e outros compostos nitrogenados são decompostos na presença do ácido sulfúrico concentrado, a quente, com produção de sulfato de amônio. O sulfato de potássio ou de sódio é adicionado, a fim de aumentar a ponto de ebulição do ácido sulfúrico, apressando a digestão. Outros compostos, como sulfato de cobre, selênio etc., também ajudam na digestão da matéria orgânica.

O sulfato de amônio resultante, na presença da solução concentrada de hidróxido de sódio, libera amônia, que é recebida na solução de ácido bórico, titulada com ácido sulfúrico ou clorídrico de título conhecido; assim, determina-se o teor de nitrogênio da amostra. Para cálculo da proteína bruta, basta multiplicar o resultado pelo fator 6,25.

Matéria Mineral: esse procedimento é aplicável na determinação de cinzas em todos os tipos de forragens e alimentos. Não é adequado para a determinação de cinzas de alimentos líquidos ou alimentos com alto teor de açúcar.

Cinza ou resíduo mineral é o produto que se obtém após o aquecimento de uma amostra à temperatura de 600°C, ou seja, até o aquecimento ao rubro, porém não superior a 600°C, durante quatro hora ou até a combustão total da matéria orgânica. Se a temperatura da mufla for além de 600°C, alguns cátions e ânions são parcial ou totalmente perdidos por volatilização. Portanto, tempo e temperatura têm que ser observados de perto.

Extrato Etéreo: este método é aplicável na determinação de extrato etéreo de forragens secas ou misturas de alimentos, mas não é adequado para sementes de oleaginosas, rações líquidas ou alimentos que contêm lácteos.

Gorduras, óleos, pigmentos e outras substâncias gordurosas solúveis contidas em uma amostra seca serão dissolvidos através da extração com éter, o qual é, então, evaporado desta solução gordurosa. O resíduo resultante é pesado, sendo chamado de extrato etéreo ou gordura bruta. O éter e as amostras devem estar livres de umidade, para evitar a co-extração de componentes solúveis em água presentes na amostra, como carboidratos, uréia, ácido láctico, glicerol. Se componentes solúveis em água estiverem

presentes em grande quantidade na amostra, eles deverão ser eliminados da amostra antes da secagem. Baixas temperaturas são usadas na evaporação do éter e remoção da umidade residual, a fim de prevenir a oxidação da gordura. O éter usado no processo é aquecido até se tornar volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. Este é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é calculada por diferença de pesagem.

Extrato Não Nitrogenado: é constituído por carboidratos não-estruturais solúveis em ácidos e bases, geralmente compostos por amido e açúcares. O extrativo não-nitrogenado é calculado por diferença da matéria-seca, fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM).

Os resultados das análises foram avaliados estatisticamente mediante análise da variância e comparação de médias (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002) usando o programa SAS (Statistical Analysis System Institute).

Quando o teste F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade para tratamentos foi feito o desdobramento do respectivo número de graus de liberdade: testemunha vs. Fatorial, fontes, doses e interação. Para o caso de interação não significativa foi feita a comparação entre médias de fontes e média da testemunha pelo teste de Tukey a 5%.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de forragem de cana-de-açúcar não apresentou interação entre fontes e doses de nitrogênio. No entanto, na média das doses e das fontes foi observado efeito significativo. A maior produção foi observada a partir do tratamento com 120 kg ha⁻¹ de N que foi superior em relação ao tratamento sem adubação nitrogenada (Tabela 3). Estes resultados evidenciam a importância da utilização do nutriente na adubação para potencializar a produção de forragem de cana-de-açúcar, corroborando os resultados observados por Heinrichs e Soares Filho (2006) com outras gramíneas forrageiras.

Em relação às fontes, verificou-se que na média das duas fontes de ajifer® não houve variação e foram superiores a testemunha e a formulação 18 00 27 (Tabela 3).

Tabela 3 – Produção média de forragem (t ha⁻¹) de cana-de-açúcar variedade RB867515 de terceiro ciclo submetida a doses e fontes de nitrogênio associadas à adubação potássica. Guararapes, SP, 2005/2006

| Doses de N (kg ha ⁻¹) | | | |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| 0 | 80 | 120 | 160 |
| 76,48b | 80,45ab | 85,51a | 85,31a |
| Fontes | | | |
| Testemunha | Ajifer® L1419 | Ajifer® L14 + KCl | Formulação 18 00 27 |
| 76,48b | 85,81a | 86,9a | 78,56b |

CV: 6,4%

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 e 5 estão compilados os teores de macronutrientes encontrados na folha diagnose da cana-de-açúcar (folha +3). Somente houve interação significativa entre os tratamentos no teor de enxofre. As maiores concentrações foram verificadas nos tratamentos com ajifer® L1419, independente da dose utilizada. Esse resultado é devido à composição do produto que apresenta enxofre (Tabela 4), principalmente o ajifer® L1419 que

utiliza como fonte potássica o sulfato, conseqüentemente aumentando a sua concentração no produto (1,4% de S). Os teores de enxofre encontrados nas folhas usadas para diagnose estão dentro da faixa considerada adequada (1,4 – 3,0 g kg⁻¹) quando da utilização de ajifer[®] L1419, o mesmo não correndo com as demais fontes. Quando comparado com a Tabela 5 verifica-se que as plantas melhor nutridas com enxofre foram as que apresentaram maior produção de colmos, no entanto, foi significativo apenas na média das fontes ajifer[®] L1419 e ajifer[®] L14 + KCl. A cultura da cana-de-açúcar requer 50 a 60 kg ha⁻¹ de S por ano (VITTI; MAZZA, 2002). No presente experimento foram aplicadas as doses de 22,8, 34,2 e 45,6 kg ha⁻¹ de S, respectivamente, para as doses de 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ajifer[®] L14 + KCl. Por sua vez, nos tratamentos com a aplicação de ajifer[®] L1419 as doses de enxofre (S) foram iguais às utilizadas para o nitrogênio. Segundo Orlando Filho (1993), para se atingir produções acima de 100 toneladas de colmos por hectare é necessário corrigir a área após o segundo corte da cana-de-açúcar com calcário, gesso e fósforo, pois um dos fatores que limita a produção é a redução do sistema radicular.

Resumindo, os níveis críticos de referência (MALAVOLTA et al., 1997; MILLS; JONES, 1996; RAIJ et al., 1996) considerados adequados para diagnose foliar são: 18 - 26 g kg⁻¹ de N, 1,5 - 3,0 g kg⁻¹ de P, 10 - 18 g kg⁻¹ de K, 2 - 10 g kg⁻¹ de Ca, 1 - 3,5 g kg⁻¹ de Mg e 1,4-3,0 g kg⁻¹ de S. De modo geral, observou-se que a cana-de-açúcar apresentou um bom estado nutricional, exceto o enxofre, inclusive no tratamento testemunha que não recebeu adubação nitrogenada e potássica, revelando um solo de boa fertilidade. Possivelmente, motivo pelo qual o tratamento apresentou uma produtividade semelhante ao tratamento com utilização do fertilizante formulado (Tabela 3).

Tabela 4 - Teores foliares (folha +3) de enxofre na cana-de-açúcar de terceiro ciclo submetida a doses e fontes de nitrogênio associadas à adubação potássica. Guararapes, SP. Ano agrícola 2005/2006.

| Fontes de nitrogênio | Doses de nitrogênio (kg ha ⁻¹) | | | | Média |
|---|--|---------|--------|--------|-------|
| | 0 | 80 | 120 | 160 | |
| | S (g kg ⁻¹) | | | | |
| Ajifer® L 1419 | 1,07B | 1,47ABa | 1,42AB | 1,72Aa | 1,42a |
| Ajifer® L 14 + KCl | 1,07 | 1,22ab | 1,2 | 1,27ab | 1,19b |
| Fomulação 18 00 27 | 1,07 | 0,95b | 1,22 | 1,00b | 1,06b |
| Média | 1,07B | 1,21AB | 1,28A | 1,33A | |
| ----- CV: 15,25% ----- DMS doses: 0,20 ----- DMS fontes: 0,16 ----- | | | | | |

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 5 - Teores foliares (folha +3) na cana-de-açúcar de terceiro ciclo submetida a doses e fontes de nitrogênio associadas à adubação potássica. Guararapes, SP. Ano agrícola 2005/2006.

| Tratamentos | N | P | K | Ca | Mg |
|-----------------|--------------------------------|------|-------|------|------|
| | ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | |
| Testemunha 0N | 17,72 | 2,00 | 22,30 | 4,60 | 1,67 |
| Aj 1419 80N | 17,12 | 1,90 | 17,22 | 4,85 | 1,70 |
| Aj 1419 120N | 16,15 | 2,02 | 23,27 | 4,57 | 1,70 |
| Aj 1419 160N | 15,90 | 1,85 | 22,75 | 5,22 | 1,62 |
| Aj 14+ KCl 80N | 15,80 | 1,90 | 23,42 | 4,12 | 1,47 |
| Aj 14+ KCl 120N | 18,97 | 1,82 | 25,90 | 4,47 | 1,30 |
| Aj 14+ KCl 160N | 19,35 | 1,87 | 24,27 | 3,80 | 1,37 |
| 18 00 27 80N | 18,27 | 1,92 | 26,07 | 4,20 | 1,62 |
| 18 00 27 120N | 20,77 | 1,92 | 18,55 | 4,70 | 1,57 |
| 18 00 27 160N | 15,82 | 2,00 | 26,27 | 4,57 | 1,52 |
| CV (%) | 17,6 | 6,7 | 15,9 | 19,8 | 19,2 |

O teste F da análise da variância não foi significativo a 5% de probabilidade.

Os valores de umidade, MS (massa seca), PB (proteína bruta), EE (extrato etéreo), MM (matéria mineral), FB (fibra bruta), ENN (extrativo não nitrogenado), FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido) e NDT (nutrientes digestíveis totais) não apresentaram diferenças entre os tratamentos aplicados (Tabela 6).

Tabela 6 - Composição bromatológica na forragem de cana-de-açúcar variedade RB867515 de terceiro ciclo submetida a doses e fontes de nitrogênio associadas à adubação potássica. Guararapes, SP, 2005/2006

| Tratamentos | Umidade | MS | PB | EE | MM | ENN | FB | FDN | FDA | NDT | FDN/Pol |
|-------------------|---------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| -----%----- | | | | | | | | | | | |
| Testemunha 0 N | 69,57 | 30,42 | 1,76 | 0,87 | 2,27 | 71,21 | 23,87 | 41,32 | 27,98 | 66,64 | 2,54 |
| Aj 1419 80 N | 68,59 | 30,52 | 1,79 | 0,83 | 1,81 | 71,86 | 23,69 | 40,76 | 27,55 | 67,21 | 2,45 |
| Aj 1419 120 N | 68,85 | 31,15 | 1,82 | 1,05 | 1,69 | 73,18 | 22,3 | 40,19 | 26,75 | 68,14 | 2,40 |
| Aj 1419 160 N | 69,39 | 30,60 | 1,97 | 1,02 | 2,17 | 72,36 | 22,46 | 39,7 | 26,21 | 67,61 | 2,37 |
| Aj 14 + KCl 80 N | 69,47 | 31,10 | 1,79 | 0,66 | 1,92 | 72,74 | 22,87 | 39,77 | 27,09 | 67,51 | 2,54 |
| Aj 14 + KCl 120 N | 69,06 | 30,93 | 1,72 | 0,94 | 2,07 | 73,16 | 22,08 | 39,66 | 25,97 | 67,8 | 2,41 |
| Aj 14 + KCl 160 N | 68,28 | 31,72 | 1,86 | 0,82 | 2,18 | 73,06 | 22,14 | 39,81 | 25,8 | 67,67 | 2,35 |
| 18 00 27 80 N | 69,13 | 30,87 | 1,77 | 0,69 | 1,77 | 71,33 | 24,43 | 42,43 | 27,59 | 66,81 | 2,56 |
| 18 00 27 120 N | 68,83 | 31,15 | 1,69 | 0,70 | 1,86 | 72,00 | 23,73 | 42,53 | 27,69 | 67,06 | 2,68 |
| 18 00 27 160 N | 69,08 | 30,92 | 1,90 | 0,89 | 2,04 | 70,98 | 24,18 | 41,42 | 27,68 | 66,77 | 2,52 |
| CV (%) | 1,4 | 3,3 | 15 | 24,5 | 22,4 | 2,6 | 6,9 | 6,8 | 8,3 | 1,5 | 9,7 |

O teste F da análise da variância não foi significativo a 5% de probabilidade.

Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT estimado), Pol (teor de sacarose).

Os valores de matéria seca (MS) variaram de 30,42 a 31,72% os quais estão dentro do esperado para a cana-de-açúcar com idade de rebrota de 12 meses. Os valores encontrados na literatura apresentam-se na faixa de 20,4 a 33,9% de MS. Normalmente a cana-de-açúcar cortada com 11 a 12 meses de rebrota apresenta-se com 30% de MS. Nussio et al. (2007) encontraram valor médio de 21 amostras de cana-de-açúcar de 27,7 % de MS.

Os teores de proteína bruta (PB) variaram na faixa de 1,69 a 1,97%, demonstrando que não houve oscilação significativa com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 6). Os valores encontrados na literatura para a cana-de-açúcar estão na faixa de 1,19 a 4,43% dependendo da variedade a ser analisada. Nussio et al. (2007) encontraram valor médio de 33 amostras de cana-de-açúcar de 2,73% de PB.

Com o aumento das doses de N não ocorreu, concomitantemente, o aumento do teor de PB, como, geralmente, ocorre com as gramíneas forrageiras. Isto se deve porque a cana-de-açúcar foi selecionada para

produção de açúcar e, portanto o nitrogênio é utilizado e metabolizado pela planta para o desenvolvimento da parte aérea e acúmulo de sacarose. A cana-de-açúcar é considerada um volumoso bastante deficiente em termos de proteína bruta e a variação que encontramos está dentro do esperado. Para a utilização na alimentação animal o ruminante precisa ingerir um volumoso com no mínimo 7 a 8% de PB para suprir as bactérias do rúmen. Normalmente, em dietas à base de cana-de-açúcar é realizada a correção com nitrogênio não protéico (uréia pecuária) ou nitrogênio protéico verdadeiro proveniente de farelos de soja, algodão e amendoim.

Os valores de extrato etéreo (EE) e de matéria mineral (MM) variaram respectivamente na faixa de 0,66 a 1,05% e de 1,69 a 2,27%. Os valores encontrados nas amostras estão dentro da faixa considerada ótima (0,31 a 1,28%) para o EE e de MM (abaixo de 3%), encontrados por Nussio et al. (2007).

Os valores de fibra bruta (FB), de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) variaram respectivamente na faixa de 22,08 a 24,43%, de 32,83 a 42,53%, de 25,80 a 27,98% (Tabela 6). Os valores encontrados demonstram que a variedade de cana-de-açúcar avaliada apresenta baixo teor de fibra característica importante, pois quanto menor o teor de fibra melhor é o aproveitamento pelo animal e conseqüentemente melhor a sua digestibilidade. Nussio et al. (2007) encontraram valor médio de 26 amostras de cana-de-açúcar de 25,4 % de FB e valor médio de 23 amostras de 47,3% de FDN e 30,0% de FDA. Pode-se constatar que esta variedade RB867515 apresenta alto teor de sacarose e baixo FDN o que em termos de alimentação animal é o que se almeja, traduzindo-se num aumento do consumo voluntário de forragem pelo animal.

Os valores de extrativo não nitrogenado (ENN), referentes aos carboidratos solúveis, variaram na faixa de 70,98 a 73,16%, e estão acima do esperado quando comparados com os valores obtidos na literatura nacional (NUSSIO et al., 2007). A cana-de-açúcar para ser utilizada como volumoso na alimentação animal considera-se um valor bom de ENN porque este está diretamente relacionado com os nutrientes digestíveis totais (NDT). A cana é um alimento com bastante energia (58 a 62% de NDT), no entanto pobre em

proteína bruta. Nussio et al. (2007) encontraram valor médio de 26 amostras de cana-de-açúcar de 68,0 % de ENN.

Com os valores de MS, PB, EE, MM, FB e ENN foi calculado o NDT pela equação proposta por Kearl (1982). Observa-se na Tabela 6 que os valores variaram de 66,64 a 68,14%. Os valores encontrados demonstram que esta variedade de cana-de-açúcar acumulou bastante sacarose. NUSSIO et al. (2007) colheram a cana-de-açúcar observando os efeitos do ciclo de produção e idade de corte e encontraram valores de 62,47 a 63,51% de NDT.

Rodrigues et al. (2006) avaliando nove variedades de cana-de-açúcar encontrou valores médios de 30,94% de MS, 1,95% de PB, 46,03% de FDN, 15,99 de Pol (teor de sacarose) e 2,88 de relação FDN/Pol. Segundo o autor o que se deseja é muito açúcar e baixo teor de fibra, pois quanto menor a relação FDN/Pol maior é a digestibilidade do material.

Os valores encontrados da relação FDN/Pol na forragem variaram de 2,35 a 2,68, que estão dentro da faixa descrita por Rodrigues et al. (2001) que variou de 2,30 a 4,14. Resultados também foram semelhantes aos encontrados por Figueiredo et al. (2008) quando avaliou diversas variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob as condições edafo-climáticas do oeste paulista.

Pode-se constatar que o terceiro ciclo da cana-de-açúcar revelou um surpreendente efeito residual das adubações nos anos anteriores, pois não apresentou diferenças significativas na qualidade bromatológica entre testemunha e as doses de fertilizantes (Tabela 6). Isto demonstra a importância da realização da repetição de anos em estudos realizados no campo.

Os valores de fósforo (P) variaram de 0,8 a 1,1 g kg⁻¹ de P, os quais estão dentro da faixa média encontrada na literatura (0,8 g kg⁻¹ de P, NUSSIO et al., 2007). A cultura da cana-de-açúcar recebe normalmente uma alta dose de adubação fosfatada no plantio e, portanto os valores observados estão dentro da faixa considerada normal. A cana-de-açúcar é uma cultura geralmente pobre na concentração em termos de minerais para a utilização em alimentação animal, assim estes valores já eram esperados (Tabela 7).

Os teores de potássio, de cálcio, de ferro, de sódio e de zinco oscilaram, respectivamente, de 8,2 a 10,0 g kg⁻¹, de 1,8 a 2,5 g kg⁻¹, de 145,75 a 276,25 mg kg⁻¹, de 0,05 a 0,07 mg kg⁻¹ e de 8,25 a 14,00 mg kg⁻¹ os quais estão

próximos dos valores encontrados na literatura (9,6 g kg⁻¹ de K, 2,3 g kg⁻¹ de Ca, 160 a 235 mg kg⁻¹ de Fe, 0,05 mg kg⁻¹ de Na e 10 mg kg⁻¹ de Zn, NUSSIO et al., 2007).

Os valores de magnésio, de cobre e de manganês oscilaram, respectivamente, de 0,5 a 0,7 g kg⁻¹, 0,87 a 2,39 mg kg⁻¹ e 15,75 a 30,50 mg kg⁻¹, os quais estão um pouco abaixo da referência média encontrada na literatura (1,4 g kg⁻¹ de Mg, 3,5 a 4,0 mg kg⁻¹ de Cu e 50 mg kg⁻¹ de Mn, NUSSIO et al., 2007).

Tabela 7 - Teores de macro e micronutrientes na forragem de cana-de-açúcar variedade RB867515 de terceiro ciclo submetida a doses e fontes de nitrogênio associadas à adubação potássica Guararapes, SP, 2005/2006.

| Tratamentos | P | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Na | Zn |
|-------------------|-------------------------------|------|-----|------|--------------------------------|--------|-------|------|-------|
| | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | |
| Testemunha 0 N | 1,0 | 8,2 | 2,0 | 0,5 | 2,39 | 276,25 | 20,50 | 0,07 | 8,25 |
| Aj 1419 80 N | 1,0 | 9,5 | 2,2 | 0,6 | 1,61 | 228,50 | 23,25 | 0,06 | 9,25 |
| Aj 1419 120 N | 0,8 | 8,4 | 2,1 | 0,6 | 0,87 | 163,25 | 22,25 | 0,05 | 8,75 |
| Aj 1419 160 N | 0,8 | 10,0 | 2,5 | 0,6 | 0,90 | 157,50 | 30,50 | 0,06 | 9,75 |
| Aj 14 + KCl 80 N | 0,8 | 9,4 | 2,1 | 0,6 | 1,84 | 145,75 | 22,75 | 0,06 | 8,75 |
| Aj 14 + KCl 120 N | 0,8 | 9,9 | 2,2 | 0,6 | 1,65 | 199,75 | 22,75 | 0,06 | 14,00 |
| Aj 14 + KCl 160 N | 1,0 | 9,3 | 2,2 | 0,6 | 1,99 | 243,25 | 25,50 | 0,05 | 10,50 |
| 18 00 27 80 N | 1,1 | 9,2 | 2,3 | 0,7 | 2,15 | 171,00 | 21,50 | 0,06 | 11,00 |
| 18 00 27 120 N | 1,1 | 9,1 | 2,0 | 0,6 | 2,29 | 181,50 | 19,75 | 0,06 | 10,50 |
| 18 00 27 160 N | 0,9 | 9,7 | 1,8 | 0,5 | 1,88 | 173,50 | 15,75 | 0,06 | 8,75 |
| CV% | 27,6 | 18,2 | 25 | 26,7 | 28,4 | 21,9 | 29,9 | 16,8 | 16,8 |

O teste F da análise da variância não foi significativo a 5% de probabilidade.

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições edafo-climáticas estudadas, pôde-se concluir que:

A maior produção de forragem de cana-de-açúcar variedade BR867515 foi com a utilização das fontes ajifer[®] L1419 e ajifer[®] L14 + KCl;

As doses de 80 a 160 kg ha⁻¹ de N não diferiram significativamente na produção de forragem, destacando que a partir da dose de 120 kg ha⁻¹ houve diferença significativa em relação à testemunha;

A aplicação de ajifer[®] L1419 na cana-de-açúcar proporcionou o aumento da concentração de enxofre;

Na média das fontes, observou-se que os fertilizantes ajifer[®] apresentaram maior produção, possivelmente devido ao fornecimento de enxofre, que está associado ao produto;

A qualidade bromatológica não variou em função da adubação nitrogenada associada à potássica.

Outros trabalhos poderão ser realizados para avaliar a digestibilidade em função da relação FDN/Pol da cana-de-açúcar relacionados à adubação de nitrogênio e potássio.

REFERÊNCIAS

AROEIRA, J.M.A.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL OF CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990. 1298p.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.35, n.1, p.45-55, 1978.

BOIN, C.; ALEONI, G.F.; BEISMAN, D.A. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 3. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., Pelotas, RS, 1983. **Anais...Pelotas** : SBZ, 1983. p.85.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMPRAPA, 1999. 171p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2nd. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2005. 400p.

FIGUEIREDO, P.A.M.; HEINRICHS, R., FRUCHI, V.M.; et al. Potencial produtivo de variedades de cana-de-açúcar destinadas para forragem. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DA STAB. 9., 2008. **Anais ...** Maceió: STAB leste, 2008. p. 527-531.

HEINRICHS, R; SOARES FILHO, C. V. **Eficiência agrônômica de fertilizante líquido Ajifer proveniente da aplicação de Lisina em pastagem de braquiária MG5.** Relatório Científico, 2006. 39 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola mundial 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2008.

KEARL, L.C. **Nutrient requirement of ruminants in developing countries.** Logan: International Feedstuffs Institute, Utah State University, 1982, 271p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos. 1997. 319p.

MILLS, H.A.; JONES JUNIOR, J.B. **Plant's analysis handbook II.** Athens: Micromacro Publishing, 1996. 422p.

NAUFEL, F.; GOEDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.26, n. único, p.9-22, 1969.

NUSSIO, L.G.; SCHIMIDT, P.; SCHOGOR, A.L.B. et al. Utilização da cana-de-açúcar em sistemas de produção de leite. In: Workshop leite competitivo: como competir com a cana-de-açúcar. **Agripoint.**, São José do Rio Preto, SP. P. 41-66, 8 fev. 2007.

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

ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO. et al. Relações K, Ca, Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Stab, Açúcar e Subprodutos**, Piracicaba, v.14, n.5, p.13-17, 1996.

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim da Indústria Animal**, v.20, n. único, p.301-6, 1962.

PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: GARDNER, A.L.; ALVIM, M.J. **Manejo de pastagem**. Coronel Pacheco – MG: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1985. 54p.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: Fealq, 2002, 309 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC. 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; et al., Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., 2001. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. CD ROOM. 5p.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M ; BATISTA, et al. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos.. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 43., 2006. **Anais...** 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, João Pessoa, 2006.

SAS - Statistical Analysis System Institute. SAS/STAT **Procedure guide personal computers**. 9. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2002. 235p.

VALVASORI, E.; ZANETTI, M.A.; MELOTTI, L. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar através de ensaio de digestibilidade (aparente) com ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, v.54, n.1, p.75-79, 1997.

VAN SOEST, P.J.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L. et al. (Eds.) **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. p.104-119.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Encarte Técnico, Piracicaba:POTAFOS, 2002. 16p.