

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

IMPACTO DO ESPAÇAMENTO, NÚMERO DE CORTES E DA IDADE DE CORTE
NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA SILAGEM

GISELE BONATO MURARO

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciências Veterinárias.
Área de concentração: Produção Animal.

CURITIBA

2007

**GISELE BONATO MURARO
ZOOTECNISTA**

**IMPACTO DO ESPAÇAMENTO, NÚMERO DE CORTES E DA IDADE DE CORTE
NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA SILAGEM**

**ORIENTADOR:
Prof. Dr. PAULO ROSSI JUNIOR**

CURITIBA

2007

Dedicatória

“Aos meus pais que sempre me apoiaram e incentivaram nos momentos difíceis e me ensinaram sobretudo a superar as dificuldades. As minhas queridas irmãs Daniele, Franciele e Mariane que também merecem título de mestre pela paciência que tem comigo.”

AGRADECIMENTOS

À UFPR, por meio do **Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias**, pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq** pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. **Paulo Rossi Junior** pela orientação na realização desse trabalho e que muito contribuiu para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos proprietários das fazendas Bela Aurora, Bela Vista e Santo André, nas pessoas de **Marco Baggio Filho, Marco Baggio Netto e Nelson Simionato**, pela disponibilização das áreas experimentais, equipamentos e pessoal para a realização do trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo **Rodrigo Luz Martins (Balú)** pelo esforço realizado na implantação do experimento.

Aos amigos da pós-graduação, em especial **Catia Chilanti Pinheiro e Eduardo Cardozo** pelo companheirismo e amizade.

A querida amiga **Ana Luiza Bachmann Schogor** pelo apoio e pelas luvas.

Aos estagiários **Pedro Marcos de Carli Granzotto e Vinícius Chimenez de Oliveira** que foram de grande ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Professor **Fukuo Morimoto**, pelo empréstimo do aparelho refratômetro a campo.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, **Aldo, Terezinha, Marcelo, Cleusa, Hair, Rui** e Professor **Alex Maiorka** que propiciaram uma harmoniosa convivência. E aos estagiários que passaram pelo Laboratório no período da minha permanência e que de alguma forma auxiliaram nas análises.

Aos professores do curso de Pós-graduação, em especial os Professores **José Luciano Andriguetto e Marson Bruck Warpeschowski**.

As funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação, **Maria José e Natália**.

As amigas da Casa 17, **Liana, Ana Cláudia e Talita; Ana Carolina Knaut, Aninha, Carla, Cíntia e Lis** pelas alegrias, conselhos e incentivos.

Ao meu cunhado **Alexandre** e meu querido primo **Henrique**.

Ao **Laudí da Cunha Leite** e Professor **Humberto Maciel França Madeira**, que me incentivaram a iniciar o mestrado.

A todos, que direta ou indiretamente, auxiliaram na realização desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“Maravilhar-se é o primeiro passo para o descobrimento”

Louis Pasteur

SUMÁRIO

LISTA DE TERMINOLOGIA.....	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E FREQUÊNCIA DE CORTES	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.2.1 Cana-de-açúcar Variedade RB72-454.....	19
2.2.2 Crescimento e Desenvolvimento da Cana-de-açúcar.....	20
2.2.3 Dados de Produtividade	21
2.2.4 Espaçamento de Plantio	23
2.2.5 Colheita	25
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.3.1 Local.....	27
2.3.2 Clima, Precipitação e Solo	27
2.3.3 Época de Plantio, Espaçamentos e Número de Cortes.....	28
2.3.4 Instalação e Condução dos Experimentos.....	28
2.3.5 Tratamentos.....	29
2.3.6 Avaliação da Produtividade e Colheita da Cana-de-açúcar	29
2.3.7 Medição do °Brix	31
2.3.8 Delineamento Experimental.....	31
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
2.4.1 Produção de Material Fresco.....	32
2.4.2 Produção de Material Seco.....	34
2.4.3 Número de Perfilhos.....	34
2.4.4 Peso Médio	36
2.4.5 ° Brix	37
2.4.6 % Toco	37

2.4.7 Produção de Material Fresco e Seco da Fração Feixe e Toco.....	38
2.5 CONCLUSÕES	40
2.6 LITERATURA CITADA	41
3 EFEITO DA IDADE DE CORTE SOBRE O VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA EM DOIS ESPAÇAMENTOS.....	44
RESUMO	44
ABSTRACT	45
3.1 INTRODUÇÃO	46
3.2 REVISÃO DE LITERATURA	47
3.2.1 Cana-de-açúcar Fresca e Ensilada na Alimentação de Bovinos	47
3.2.2 Composição da Cana-de-açúcar	48
3.3.3 Silagem da Cana-de-açúcar.....	51
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.3.1 Local.....	53
3.3.2 Clima, Precipitação e Solo	53
3.3.3 Época de Plantio, Espaçamentos e Idade de Cortes.....	54
3.3.4 Instalação e Condução dos Experimentos.....	54
3.3.5 Tratamentos.....	55
3.3.6 Colheita da Cana-de-açúcar	56
3.3.7 Medição do °Brix	56
3.3.8 Silos Experimentais.....	56
3.3.9 Confecção da Silagem.....	56
3.3.10 Análise das Amostras.....	57
3.3.11 Delineamento Experimental.....	58
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.4.1 Fração Feixe	58
3.4.1.1 Matéria Seca e °Brix	59
3.4.1.2 Resíduo Mineral.....	61
3.4.1.3 Extrato Etéreo.....	61
3.4.1.4 Proteína Bruta.....	61
3.4.1.5 Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina.....	63
3.4.2 Fração Toco.....	65
3.4.2.1 Matéria Seca.....	65

3.4.2.2 Proteína Bruta.....	66
3.4.2.3 Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina.....	66
3.4.3 Silagem.....	67
3.4.3.1 Matéria Seca.....	68
3.4.3.2 Proteína Bruta.....	69
3.4.3.3 Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido	69
3.4.3.4 Valor de pH e Nitrogênio Amoniacal	70
3.5 CONCLUSÕES	71
3.6 LITERATURA CITADA	72
4 CONCLUSÕES GERAIS.....	77

LISTA DE TERMINOLOGIA

Espaçamento entrelinhas*: posição relativa das soqueiras de cana-de-açúcar enfileiradas entre si. A distância entre cada uma delas define o espaçamento de plantio utilizado.

Cana-planta: denominação dada à planta de cana-de-açúcar oriunda da brotação da muda.

Cana-soca: denominação dada à cana-de-açúcar de rebrote, com ciclo de aproximadamente 12 meses.

Feixe: denominação dada neste trabalho ao conjunto de 20 colmos colhidos em cada linha de plantio amostrada.

Perfilho*: broto de colmos. Um conjunto deles formam uma soqueira.

Ponteiro (palmito) *: parte apical do colmo industrializável de cana-de-açúcar, constituído de internódios em formação recobertos pelas bainhas das folhas.

Rebolo*: fração de colmo decorrente da colheita mecanizada, por colhedoras de cana picada, de tamanho de 30-50 cm para mudas.

Soqueira*: após a colheita dos colmos restam sobre as fileiras de plantio tocos enraizados e que, por meio de suas gemas, fornecerão novos perfilhos dando continuidade ao ciclo fenológico da cultura.

Tocos*: frações de colmos remanescentes na soqueira, acima do nível do terreno e decorrente do corte manual ou mecanizado.

* Ripoli e Ripoli, 2004.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características morfológicas associadas à produtividade da cana-de-açúcar.	22
Tabela 2 -	Distribuição dos tratamentos testados.....	29
Tabela 3 -	Produção de material fresco (PMF), produção de material seco (PMS), número de perfilhos (NP), peso médio dos colmos (PM), % toco e °brix da variedade RB72-454.....	32
Tabela 4 -	Produção de material fresco (PMF) e produção de material seco (PMS) referente a fração feixe e fração toco da cana-de-açúcar variedade RB72-454.....	39
Tabela 5 -	Médias de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina (Lig), fibra em detergente neutro (FDN) e a relação de FDN/POL de nove variedades de cana-de-açúcar.....	50
Tabela 6 -	Distribuição dos tratamentos testados.....	55
Tabela 7 -	Teores de matéria seca (MS), °Brix, resíduo mineral (RM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) da fração feixe da cana-de-açúcar variedade RB72-454.....	59
Tabela 8-	Teores de matéria seca (MS), resíduo mineral (RM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) da fração toco da cana-de-açúcar, variedade RB72-454.....	65
Tabela 9 -	Quantidades de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido(FDA) e lignina (LIG) da fração toco da cana-de-açúcar, variedade RB72-454.....	67
Tabela 10 -	Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) das silagens de cana-de-açúcar.....	67

IMPACTO DO ESPAÇAMENTO, NÚMERO DE CORTES E DA IDADE DE CORTE NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA SILAGEM

Autor: GISELE BONATO MURARO

Orientador: Prof. Dr. PAULO ROSSI JUNIOR

RESUMO

Este projeto de pesquisa teve como objetivo principal avaliar a produtividade agrícola e composição bromatológica da cana-de-açúcar variedade RB72-454 plantada em dois espaçamentos e colhida manualmente na rotina de 1 ou 2 cortes no período de 420 dias, que corresponde a 1 corte em 420 dias ou 2 cortes no período de 240 dias e 180 dias. Para tanto, foram instalados dois experimentos em três fazendas experimentais no município de Santo Antônio da Platina – PR, região de clima subtropical. As lavouras de cana-de-açúcar foram implantadas em argissolo vermelho, em novembro de 2004. A cultura foi submetida à adubação de plantio com 60 kg de P_2O_5 e 100 kg de KCl por hectare, em fevereiro de 2005 foi realizada adubação de cobertura com 45 kg de nitrogênio; durante o período experimental realizou-se o controle de invasoras, sendo necessário 2 aplicações de herbicida para folhas largas e gramíneas mais a capina manual. O primeiro experimento (capítulo 2) constitui da avaliação da produtividade da cana-de-açúcar implantada no espaçamento de 0,90 m e 1,30 m entrelinhas de plantio, as frequências de cortes de 1 ou 2 cortes no período de 14 meses e a perda relativa a fração toco em situação de colheita mecanizada. A avaliação da produtividade foi realizada em 5 linhas consecutivas em cada espaçamento de plantio, onde se contou o número de perfilhos em 1 m e colheu-se 20 perfilhos em 10 m de cada linha amostrada. Foi também utilizado o corte de 20 cm da base do toco para simulação de perda em sistema de colheita mecanizada. Foi determinado o número de perfilhos, peso médio do perfilho, °brix, calculado a produtividade total de matéria verde e matéria seca. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições por espaçamento, as médias foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A produtividade variou de 142,49 a 225,70 ton/ha. O espaçamento de plantio não afetou significativamente ($P>0,05$) a produtividade e o número de perfilhos. O peso médio de perfilhos, para a frequência de 1

corte, sofreu efeito significativo ($P < 0,05$), sendo o maior peso de perfilho obtido para a cana-de-açúcar no espaçamento de 1,30 m entrelinhas. A frequência de cortes afetou significativamente ($P < 0,05$) a produtividade, sendo que a frequência de 1 corte foi 21,41% mais produtiva que em 2 cortes. A perda relativa a tocos em situação de colheita mecanizada representou, em média, 17,41% da produtividade total para a frequência de 2 cortes e 6,83%. O segundo experimento (capítulo 3) constituiu-se da determinação da composição bromatológica da cana-de-açúcar e sua ensilagem. A cana-de-açúcar utilizada foi a RB72-454 plantada nos espaçamentos de 0,90 m e 1,30 m entrelinhas, as idades de corte testadas foram de 240 dias de cana-planta, 180 dias de cana-soca e 420 dias de cana-planta. Como silos experimentais foram utilizados tubos de PVC com 60 cm de altura e 10 cm de diâmetro. As extremidades dos silos foram vedados com tampa própria e lona e fita plástica. A compactação foi feita com um soquete de madeira em camadas de 5 a 10 cm de espessura, atingindo 550 kg/m^3 por silo. Após a ensilagem, os silos experimentais foram guardados em pé em um local coberto, sob temperatura ambiente, até o momento da abertura. Os silos foram abertos após 90 dias, desprezando a silagem que estava presente nas extremidades. Foi determinado na cana-de-açúcar *in natura* e na fração toco o teor de matéria seca, resíduo mineral, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina a partir do FDA; para a silagem foi determinado o pH, nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina a partir do FDA. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições por espaçamento, as médias foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística demonstrou não haver efeito significativo ($P > 0,05$) do espaçamento de plantio sobre as características bromatológicas da cana-de-açúcar. A idade de corte teve efeito significativo ($P < 0,05$) no teor de matéria seca, proteína bruta, resíduo mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. Os teores dos constituintes da parede celular foram decrescentes conforme a planta atinge o estágio de maturação. A silagem apresentou acréscimo no teor de proteína e dos constituintes da parede celular em virtude da utilização dos carboidratos solúveis no processo de fermentação.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura de cana-de-açúcar é uma das primeiras atividades de importância econômica no Brasil, compõe o mais antigo setor agroindustrial do país e ocupa posição de destaque na economia nacional. Tal importância é atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser *in natura* sob a forma de forragem para alimentação animal e como matéria-prima na fabricação de álcool, açúcar, cachaça e outros produtos (Barbosa e Silveira, 2006).

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil recebeu grande incentivo do programa Proálcool na década de 70 e 80 que resultou em avanço nas técnicas de cultivo e no lançamento de variedades com maior potencial de produção de biomassa e açúcar. Conseqüentemente, houve também a expansão da cultura para regiões tradicionais de pecuária e de produção de grãos, viabilizando seu uso em confinamentos de bovinos de corte (Pedroso, 2003).

O sucesso da utilização da cana-de-açúcar como forragem para alimentação animal pode ser atribuído a características de elevada produtividade de forragem por unidade de área, baixo custo por unidade de matéria seca produzida, tradição no cultivo e disponibilidade constante durante o período de colheita, de maio a novembro, período crítico na produção de forragens de boa qualidade para atender às demandas nutricionais de bovinos.

O corte diário da cana-de-açúcar apresenta limitações por dificultar a homogeneidade de rebrota, prejudicando os tratos culturais, resultando em menor longevidade do canavial (Santos et al., 2006). O corte diário também se torna problemático em situações onde se deseja utilizar a cana-de-açúcar como forragem o ano todo, devido a mudanças no teor nutritivo, variações no teor de sacarose (Matsuoka e Hoffmann, 1993) e da dificuldade da colheita em dias de chuva.

A utilização de cana-de-açúcar ensilada é considerada uma excelente opção de ordem operacional, uma vez que permite a concentração de atividades em determinada época do ano, possibilitando a colheita de grandes áreas em um curto espaço de tempo, melhorando de forma considerável procedimentos de reforma e/ou tratos culturais do canavial. O processo de conservação desta forragem começou a ganhar mais importância a partir da popularização do uso em confinamentos ou em suplementações de pastagens durante todo o ano, bem como devido ao maior custo de mão-de-obra, que torna cada vez menos interessante a atividade de cortar diariamente a forragem (Valvasori et al., 1998).

Para testar a hipótese de que 2 cortes resultem em índices de produtividade significativamente semelhantes a 1 corte, ambos no período total de 420 dias, foi desenvolvido este trabalho de pesquisa que teve como objetivo geral avaliar características de produção e composição bromatológica da cana-de-açúcar e sua ensilagem, plantada em diferentes espaçamentos e submetida a duas rotinas de corte.

LITERATURA CITADA

BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.245-276

MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.17-35

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** 1.ed. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2001. p.204.

SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C. et al. Composição química da cana-de-açúcar e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1184-1189, 2006.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. et al. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v.35, n.3, p.139-142, 1998.

2 PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E FREQUÊNCIA DE CORTES

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo identificar o efeito do espaçamento de plantio a 0,90 m e 1,30 m entrelinhas e a frequência de cortes na produtividade agrícola da variedade de cana-de-açúcar RB72-454. O experimento foi realizado em três fazendas localizadas no município de Santo Antônio da Platina – PR, durante o período de Novembro de 2004 a Janeiro de 2006. A cultura foi implantada em novembro de 2004 e a variedade utilizada foi a RB72-454. Os tratamentos foram constituídos da combinação do espaçamento de 0,90 m e 1,30 m com a frequência de 1 ou 2 cortes no período de 420 dias. Para os tratamentos com frequência de 1 corte, estes foram realizados no final do período de 420 dias de crescimento de cana-planta. Para os tratamentos com duas frequências de cortes foram realizados com 240 dias cana-planta e 180 dias cana-soca. As parcelas foram dispostas em cinco linhas consecutivas de dez metros, respeitando uma bordadura de 5 linhas. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições por espaçamento. A produtividade variou de 142,49 a 225,70 ton/ha. O espaçamento de plantio não afetou significativamente ($P>0,05$) a produtividade e o número de perfilhos. A frequência de cortes afetou significativamente ($P<0,05$) a produtividade, sendo que a frequência de 1 corte foi mais produtiva em 44,4 ton/ha (21,41%) que em 2 cortes. A perda relativa a tocos em situação de colheita mecanizada representou, em média, 17,41% da produtividade total para a frequência de 2 cortes e 6,83%.

Palavras-chave: acúmulo de massa seca, cana-planta, colmo, tocos, *Saccharum spp*

PRODUCTIVITY OF SUGARCANE GROWING IN DIFFERENT ROW SPACING AND HARVESTING PERIODS

ABSTRACT

The aim of this trial was to identify the effect of row spacing (0.90 m and 1.30 m) and number of harvesting on the agronomical characteristics and productivity of the sugarcane variety RB72-454. The trial was performed in three farms located in Santo Antônio da Platina - PR, from November 2004 to January 2006. The crop was established in November 2004, the variety was RB72-454. Treatments were composed by combination of 0.90 m and 1.30 m row spacing and number of harvesting, being two harvesting (240 days of plant-cane and 180 days of regrowth), or one harvesting (420 days of plant-cane). The plots were in five consecutive lines of ten meters, respecting an edge of four lines. A randomized block statistical design was used, with five replications per treatment. The productivity varied among 142.49 to 225.70 ton/ha. The productivity and number of stalks were not affected by row spacing. The number of harvesting affected significantly ($P < 0.05$) the productivity, being that 1 harvest was more productive in 44.4 ton/ha (21.41%) than 2 harvest. The relative loss the stubbles of mechanized harvest represented, on average, 17.41% of the total productivity for 1 harvest and 6.38% for 2 harvests.

Key Words: accumulation of dry matter, plant cane, stalk, stubble, *Saccharum spp*

2.1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é uma das primeiras atividades de importância econômica no Brasil e ocupa uma posição de destaque na economia nacional (Barbosa e Silveira, 2006). Sua participação na geração de divisas deve-se, principalmente, à produção de açúcar, álcool e aguardente. De acordo com informações da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2006), a produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2006/07 está estimada em 471,17 milhões de toneladas, superior em 9,2% a da safra anterior que foi de 431,41 milhões de toneladas.

A cana-de-açúcar é uma planta da família das *Poaceas*, de metabolismo fotossintético C_4 , com característica de elevada taxa fotossintética, sendo altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química (Oliveira et al., 2004). O sucesso da utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes é devido a sua alta produtividade de matéria seca por área, tradição no cultivo e baixos custos com a cultura. A produtividade agrícola da cultura está sujeita a interferências do ambiente em que está instalada, promovendo diferentes resultados nas plantas de acordo com o estágio fenológico em que se encontram. Além das condições ambientais, como clima e solo, o manejo agrícola, variedade, idade da muda, época de corte e estágio de desenvolvimento da cultura também influenciam na produtividade.

O uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos tem ocupado importância cada vez maior em virtude do menor custo da cultura, substituindo silagem de milho e de sorgo. A principal restrição tem sido a mecanização do corte, porque as máquinas nacionais utilizadas para colheita são precárias, de baixo rendimento e tamanho de corte de partículas não adequado ao bom desempenho animal (Balsalobre et al., 1999).

De acordo com Nussio e Schmidt (2006), a maior dificuldade para atingir o potencial de exploração animal com o uso da cana-de-açúcar está no baixo desempenho agrônômico da cultura em resposta a deficiências de manejo que comprometem a produção e oneram o custo da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da cana-de-açúcar, variedade RB72-454, plantada em dois espaçamentos (0,90 m e 1,30 m) e submetida a duas frequências de corte (1 ou 2 cortes) no período de 420 dias. A hipótese principal é que o acúmulo de matéria verde em 2 cortes pode se equiparar à produção de 1 corte.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

2.2.1 Cana-de-açúcar Variedade RB72-454

A escolha da variedade é uma das decisões mais importantes para produção de cana-de-açúcar. Tratando-se de uma cultura que proporciona vários cortes, erros na implantação da cultura vão interferir na produtividade de sucessivos cortes. Sendo assim as condições de solo e climáticas e a escolha da melhor variedade adaptada a essas condições são de fundamental importância.

A característica da variedade da cana-de-açúcar a ser utilizada na alimentação animal deve também ser baseada em produtividade de massa, qualidade nutricional e facilidade de colheita (Barbosa e Silveira, 2006).

A variedade RB72-454 foi desenvolvida pela extinta Planalsucar e lançada no ano de 1987. De acordo com o Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar, a variedade RB72-454 é de alta produção agrícola, que se mantém nos sucessivos cortes devido à excelente brotação das soqueiras. Tem maturação média a tardia, raramente floresce, apresentando alta capacidade de produção de açúcar quando cortada no período de meio para final de safra, na região Centro-Sul. É de médio perfilhamento e bom fechamento entrelinhas.

No catálogo da extinta Planalsucar são apresentados dados referentes a 71 experimentos onde a variedade RB72-454 aponta produtividade média de 123,8 ton/ha.

A variedade RB72-454 é uma das mais cultivadas no Brasil para produção de álcool e açúcar e também indicada para fins forrageiros. Oliveira et al. (2002) afirmaram que essa variedade industrial tem sido a mais utilizada na alimentação de ruminantes. Avaliando cultivares de cana-de-açúcar na região oeste de Santa Catarina, Rocha et al. (1997) destacaram a produtividade de 175 ton/ha de material verde e 34,5 ton/ha de matéria seca com grau Brix médio de 15,1 para a variedade RB72-454.

Landell et al. (2002) mostraram média de produtividade para variedade RB72-454, em três cortes, de 117 ton/ha. Neste trabalho também são apresentados: dados biométricos, sendo: altura de 261 cm, diâmetro do colmo de 2,57 cm, número de colmos por planta de 11,47; e dados bromatológicos, sendo: 50,86% fibra em detergente neutro, 15,59% sacarose e 57,66% digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Hernandez et al. (1997), encontraram coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca em torno de 67,76%. Esses valores caracterizam a variedade RB72-454 como uma boa opção para alimentação de algumas categorias de bovinos, como animais em crescimento e engorda.

2.2.2 Crescimento e Desenvolvimento da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar se propaga vegetativamente através da brotação de suas gemas. O plantio é realizado através dos toletes ou da cana-de-açúcar inteira, de preferência com idade entre 11 e 12 meses. Quando plantada a cana-de-açúcar inteira, antes da cobertura com solo, é feito o seccionamento do colmo em toletes, com 3 a 4 gemas. Esse procedimento tem por objetivo quebrar a dormência apical, exercida pelos hormônios auxinas.

O acúmulo de matéria seca na cultura de cana-de-açúcar é dividido em três fases: I) fase inicial, de crescimento lento, onde ocorre a brotação das gemas, através do consumo das reservas presentes no tolete; II) fase de crescimento onde se acumula de 70-80% do máximo de matéria seca; III) fase de maturação, onde o crescimento é reduzido e inicia o acúmulo de sacarose, resultando no acúmulo de 10% de matéria seca do total Machado (1987)¹ citado por Machiori (2004).

Com condições de umidade e temperatura inicia-se o brotamento das gemas presentes nos toletes e também se inicia o desenvolvimento das raízes a partir do tolete. Nesta fase de desenvolvimento inicial o broto depende das reservas presentes no tolete. Após 20 a 30 dias se inicia a emergência do perfilho primário na superfície do solo e simultaneamente ao seu crescimento, a partir da base do colmo observa-se o desenvolvimento de novas raízes.

Depois de 20 a 30 dias da emissão do perfilho primário observa-se o desenvolvimento de outros perfilhos. À medida que se desenvolvem os perfilhos novas raízes são formadas. De 90 a 120 dias após o plantio, aproximadamente 100% do sistema radicular concentra-se nos primeiros 30 cm de solo e as raízes originárias do tolete não existem mais (Segato et al., 2006). Quando a planta atinge o máximo da produção de perfilhos a competição pelos fatores de crescimento se intensifica de maneira que o processo de perfilhamento cessa e os perfilhos que estão mais desenvolvidos continuam o crescimento em altura e espessura.

Sem a utilização da energia química produzida no processo da fotossíntese para emissão e crescimento de um grande número de perfilhos, inicia-se o processo de acúmulo de sacarose nos entrenós basais dos colmos mais velhos. Influenciados pela temperatura e umidade o processo de maturação aumenta, sendo então os colmos considerados industrializáveis (Segato et al., 2006).

Após o corte da cana-planta, permanece no solo as socas ou soqueiras da cana-de-açúcar. O corte possibilita a renovação da parte aérea e do sistema radicular da planta, contudo

¹ MACHADO, E.C. Fisiologia da produção da cana-de-açúcar. Crescimento. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.56-87

o sistema radicular apresenta-se mais superficial do que a cana-planta com 60% das suas raízes a uma profundidade de 30 cm (Segato et al., 2006) e caracterizando o ciclo da cana-soca de aproximadamente 12 meses.

O ambiente em que a cultura está instalada promove diferentes resultados nas plantas de cana-de-açúcar dependendo do seu estágio fenológico. A umidade do solo proporciona eficiência na absorção dos nutrientes que são fundamentais para o bom desenvolvimento da planta. Restrição hídrica pode causar limitação no comprimento dos entrenós do colmo. A temperatura é o fator de maior importância para o acúmulo de sacarose e na fase inicial de brotação temperaturas altas (30°C) são fundamentais. A luminosidade tem fator de importância devido ao processo de fotossíntese e a baixa luminosidade reduz drasticamente a emissão de novos perfilhos. Os nutrientes presentes no solo são de grande importância no processo de crescimento e maturação. A pouca disponibilidade de nitrogênio no solo afeta o desenvolvimento vegetativo da planta e é de fundamental importância na fase logo após a germinação e se estende até o 3º-5º mês de estabelecimento da cultura (Segato et al., 2006; Marchiori, 2004).

2.2.3 Dados de Produtividade

A cultura de cana-de-açúcar se destaca entre as forrageiras de clima tropical como a planta de maior potencial para a produção de massa seca e energia por unidade de área em um único corte por ano (França et al., 2006). De acordo com Lima e Mattos (1993) pode-se obter de 15 a 20 toneladas de NDT por hectare com a cana-de-açúcar, enquanto que com outras culturas, como o milho e sorgo, dificilmente se atingem 10 toneladas de NDT por hectare.

De acordo com dados da CONAB (2006) a região Sudeste possui a maior média de produtividade nacional, de 82,92 ton/ha, sendo o Estado de São Paulo o maior contribuinte para esse índice, com produção média de 86 ton/ha. A região Sul possui produtividade média de 75,26 ton/ha, seguida pela região Centro-Oeste, com produtividade média de 72,92 ton/ha. A região Norte com a segunda menor média, 66 ton/ha e a região Nordeste com 56,46 ton/ha é a de menor produtividade média.

Segundo dados da CONAB (2006), o Estado do Paraná possui 490,6 mil hectares com plantação de cana-de-açúcar, com produtividade estimada em 34.963 mil toneladas na safra de 2006/2007 com produtividade média de 79,89 ton/ha.

A elevada produtividade de massa da cana forrageira tem sido conseguida por meio de variedades utilizadas para produção de açúcar e álcool no Brasil. A base do agronegócio cana-de-açúcar é o melhoramento genético. A variedade é a tecnologia de maior importância

para aumento da produtividade da cana-de-açúcar e melhoria na qualidade da matéria-prima para fabricação de açúcar e álcool (Barbosa e Silveira, 2006).

Castro (1999)², citado por Marchiori (2004) aponta algumas características associadas à produtividade da cana-de-açúcar, como pode ser observado no Tabela 1.

Tabela 1 – Características morfológicas associadas à produtividade da cana-de-açúcar

Parte da planta	Característica desejável	Efeito na fotossíntese e na produção
Perfilhos	Vertical Grande quantidade	Melhor penetração de luz Desenvolvimento rápido do índice de área foliar
Folha	Espessa Curta e pequena Ereta	Hábito mais ereto Distribuição mais uniforme Aumento da área iluminada com índices de área foliares maiores
Colmos	Alta força de dreno de sacarose Firmes	Alta produtividade Previne o acamamento

Fonte: Adaptado de Castro (1999), citado por Marchiori (2004)

Com relação à cana-de-açúcar produzida para fins forrageiros, Landell et al. (2002) estimaram que 10% da produção total de cana-de-açúcar no Brasil seja destinado à alimentação de ruminantes. Tradicionalmente a cana-de-açúcar é utilizada como volumoso na alimentação de bovinos, embora existam situações em que o desempenho dos animais seja comprometido devido à inadequada correção dos nutrientes carentes na cana-de-açúcar, como nos teores de proteína e minerais e também na forma física de apresentação do alimento como no tamanho de partículas.

Nussio e Schmidt (2006) sugerem que a falta de interesse específico pela agricultura por pecuaristas ocorre em descaso com práticas agronômicas, como adubação, controle de invasoras, cuidado com a manutenção de maquinários, comprometendo os níveis de produtividade para canaviais com fins forrageiros. O nível de tecnificação de uma propriedade com cana-de-açúcar para produção de álcool e açúcar é muito distante de propriedades que utilizam cana-de-açúcar na alimentação de animais, principalmente no que se refere a colheita da cana-de-açúcar.

Thiago e Vieira (2002) apontam que a produtividade de cana-de-açúcar pode variar entre 60 e 120 ton/ha, por um período de até 5 anos. Rocha et al. (1997) relatam que as variedades de cana-de-açúcar recomendadas para a região Centro-Sul produzem em torno de

² CASTRO, P.R.C.. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4.,1999. Piracicaba, 1999. *Anais...* Piracicaba: Saccharum, v.1, p.12-16, 1999.

120 ton/ha, com teor de matéria seca oscilando em torno de 24%, o que representa uma produção anual de matéria seca de 28,8 ton/ano.

Rocha et al. (1997) obtiveram valores médios de 144,6 ton/ha de material fresco e 34,5 ton/ha de material seco, em um experimento conduzido com as variedades RB72-454, RB80-6043, RB76-5418, RB78-5750, SP71-6163 e SP71-1406 no oeste do Estado de Santa Catarina.

A média de produtividade obtida por França et al. (2006) foi de 199,96 ton/ha de cana-de-açúcar irrigada. As variedades testadas foram RB72-454, RB83-5486, RB84-5257, SP81-3250, RB85-5536, SP83-5073, SP80-1842, SP80-1816 e SP79-1011. A maior produção obtida foi para a variedade RB72-454 com 205,67 ton/ha de cana-de-açúcar colhidas aos 15 meses após o plantio. Galvani et al. (1997) obtiveram valores de 146 ton/ha a 100 ton/ha com cana-de-açúcar implantada nos espaçamentos de 1,30 m e 0,90 m, respectivamente.

Em um ensaio de produtividade realizado por Carvalho et al. (1993) com duas cultivares, IAC86-2480 e RB72-454, foi obtida produção no primeiro corte de 129,9 ton/ha e 143,5 ton/ha, respectivamente; no segundo corte de 93,9 ton/ha e 101,6 ton/ha e no terceiro de 94,3 ton/ha e 106 ton/ha. A redução de produtividade da variedade RB72-454 do primeiro ao segundo corte foi de 29,2%. A queda na produtividade ao longo dos cortes é inevitável na cana-de-açúcar (Oliveira et al., 1999). A queda no vigor produtivo está associada às práticas de colheita, tratos culturais, clima e compactação, estando a vida útil de uma cultura bem conduzida em torno de quatro anos (Teixeira, 2004).

2.2.4 Espaçamento de Plantio

Trabalhos pioneiros com redução de espaçamento entrelinhas revelaram tendência a aumento de produtividade em cultura de cana-de-açúcar nos menores espaçamentos de plantio. Stubbs (1895)³ citado por Galvani et al. (1997) conduziu experimentos precursores com cana-de-açúcar plantada em espaçamentos de 1,50 e 0,91 m entrelinhas obtendo resultados de aumento de produtividade, em cana-planta e cana-soca, de 23%. A distância entre as linhas de plantio é um dos fatores que contribuem para a produtividade final da cana-de-açúcar, em revisão de literatura há referência de várias pesquisas que confirmam aumentos de produtividade com adoção de espaçamentos de plantio reduzidos (Galvani et al., 1997; Paranhos, 1972; Pereira Júnior, 1984; Basile Filho, 1992).

³ STUBBS, W.C. **Cultivation of sugarcane**. Savannah, D.G. Purse, 1895. 98p.

Ainda em publicação de Galvani et al. (1997) encontramos referência a estudos conduzidos por Veiga e Amaral (1952)⁴ que constataram que o espaçamento de 0,90 m apresentou número de colmos e produtividade agrícola por hectare significativamente maiores quando comparada àquelas obtida com os espaçamentos de 1,50 m e 1,80 m.

Aguirre Júnior e Arruda (1954)⁵ citado por Basile Filho (1992), conduziram um experimento com cana-planta onde estudaram os efeitos dos espaçamentos de 1,00 m, 1,20 m, 1,40 m, 1,60 m e 1,80 m entrelinhas, na produção das variedades CP34-120 e CO 34 e CO 419. Obtiveram maior produtividade para os menores espaçamentos, independente da variedade utilizada. Porém, em condições de cana-soca, não foi observada diferença significativa na produtividade para o espaçamento entre 1,20 m e 1,80 m.

Pereira Júnior (1984) observou que a redução de espaçamento de 1,80 m para 1,50 m acarretou acréscimos de 23% na produtividade agrícola. Em experimentos conduzidos por Galvani et al. (1997), a redução do espaçamento de 1,80 m para 0,90 m, acarretou acréscimos da ordem de 9% na produtividade agrícola, representando um aumento de 9,24 toneladas de cana por hectare.

Paranhos (1972) conduziu experimento visando estudar os efeitos do espaçamento entrelinhas e da densidade de plantio sobre a população e a produção das variedades CB36-74, CB40-69 e CB41-76. Os espaçamentos simples testados foram de 1,00 m, 1,30 m, 1,60 m e 1,90 m entrelinhas. O experimento foi conduzido por 5 cortes consecutivos. Avaliou-se a porcentagem de emergência, número de colmos por área, peso médio dos colmos e produção de colmos e açúcar em toneladas por hectare. Com esse estudo, o autor concluiu que os espaçamentos mais estreitos produziram maior número de perfilhos por área e que os espaçamentos não influíram no peso médio dos colmos.

Basile Filho (1992) conduziu experimento testando o efeito do espaçamento de 1,00 m e 1,45 m entrelinhas na produtividade das variedades RB72-454, RB76-5418 e RB78-5148. Foi avaliado o perfilhamento, altura e diâmetro de colmos, produtividade e características tecnológicas da cana-de-açúcar, desde a brotação até os 300 dias de crescimento. Nesse estudo o autor concluiu que o processo de perfilhamento diminui em resposta ao espaçamento reduzido, proporcionando maior altura de plantas e menor número de perfilhos por touceira.

⁴ VEIGA, F.M.; AMARAL, E. Ensaio de espaçamento de cana-de-açúcar. **Boletim do Serviço de Pesquisas Agronômicas**. v.8, p.1-28, 1952

⁵ AGUIRRE JÚNIOR, J. M.; ARRUDA, H.C. Experiência de variedades de cana-de-açúcar combinada com espaçamento. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE AGRONOMIA, 2. 1954, Piracicaba. **Resumos**. Piracicaba, 1954, p.49

Entretanto, a maior produtividade obtida no menor espaçamento é resultado do maior número de perfilhos por unidade de área.

Em estudo conduzido por Paes et al. (1997), testando espaçamento de plantio de 1,00 m, 1,30 m, 1,60 m e 1,90 m, obtiveram redução na população de colmos nos espaçamentos de 1,00 m até 1,60 m e de acordo com os autores, enquanto não há o pleno estabelecimento da cultura há grande proliferação de perfilhos, porém com o crescimento dos primeiros perfilhos, observa-se que os mais tardios morrem em razão da menor capacidade de competição.

Basile Filho (1992) relata que a adoção de espaçamento reduzido tem encontrado algumas restrições. Entre elas, cita as dificuldades expostas por Stolf et al. (1987)⁶, sendo: dificuldade de execução das operações de sulcação, cobertura, plantio e principalmente tratamentos culturais mecanizados, devido à dificuldade de se adequarem as bitolas dos tratores aos espaçamentos estreitos. Entretanto, segundo este autor, alguns espaçamentos reduzidos como o de 0,90 m tem possibilidade de adaptação mecânica com relação às operações de plantio e tratamentos culturais. No caso do espaçamento de 0,90 m, o trator trafega com duas entrelinhas entre os rodados do trator, não danificando a soqueira. O espaçamento tradicional 1,30 m foi adotado por ser a opção mais simples, pois neste caso o trator trafega com uma linha de soqueira entre seus rodados, não danificando a soqueira.

2.2.5 Colheita

Cada sistema de colheita possui vantagens e desvantagens relacionadas à perdas de material, alteração na estrutura do solo, danos a soqueira, exigência de mão-de-obra qualificada, condições climáticas para realização do corte, relação custo x benefício. Entretanto, as perdas relativas à colheita mecanizada, visando à utilização da cana-de-açúcar para alimentação animal, dificilmente são quantificadas.

O planejamento da colheita da cana-de-açúcar busca otimizar o retorno econômico da cultura, baseado no conceito de que a cana-de-açúcar tem uma época durante o ano onde ocorre máxima concentração de sacarose nos colmos, mais propícia para a colheita (Marchiori, 2004). Ainda em referência deste autor encontramos referência a Beauclair e Penteado (1984)⁷, que afirmam que a programação do corte de uma lavoura de cana-de-açúcar é uma atividade fundamental na rentabilidade do empreendimento.

⁶ STOLF, R.; FURLANI NETO, V.L.; LUZ, P.H.C. Nova metodologia de mecanização e espaçamentos estreitos em cana-de-açúcar. **Álcool e Açúcar**, São Paulo, v.72, n.32, p.12-34. 1987.

⁷ BEUCLAIR, E.G.F.; PENTEADO, C.R. Cronograma do corte de cana-de-açúcar através da programação linear. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRÔNOMICA, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1984. p.424-434.

A cana-de-açúcar, quando cultivada para o corte mecanizado, deve ser adaptada para tal atividade. Devido às limitações das máquinas para o corte da cana-de-açúcar, a cultura deve ter algumas características consideradas prioritárias para o sucesso desse sistema de produção. O cultivo ideal para o corte mecanizado deve preconizar menor densidade de colmos na linha de plantio, alta produtividade e o porte ereto (não estar tombada, acamada). O desafio está em associar as duas primeiras características com boa produção da forragem, fatores na maioria das vezes contraditórios (Balsalobre et al., 1999).

O canavial pode apresentar uma longevidade reduzida quando a colheita é em sistema mecanizado. A colheita mecanizada é um dos principais fatores que afetam a longevidade do canavial, devido a rebrota irregular ou deficiente, em função do esmagamento de colmos, altura inadequada de corte, remoção de soqueiras e compactação. Esses fatores são agravados pela manutenção inadequada das facas das colhedoras, que devido à robustez da cana-de-açúcar induz ao desgaste das facas e perda na eficiência do corte prejudicando as touceiras no momento do corte, por esmagamento e maceração de colmos e remoção indevida da touceira. (Nussio e Schmidt, 2006).

Os danos causados ao canavial, sejam por má condução da cultura ou por falta de maquinário em condições adequadas para a colheita levam a valores modestos de produtividade, reduzindo o tempo de vida útil do canavial exigindo reformas mais freqüentes e aumentando o custo da cultura.

As perdas na colheita mecanizada são consideradas como visíveis e invisíveis, sendo que as visíveis se referem pedaços de colmos, toletes, material particulado e os tocos nas soqueiras. As perdas invisíveis incluem a perda na forma de caldo e estilhaços de cana (Pereira e Torezzan, 2006). Devido as máquinas não terem eficiente sistemas de corte, a altura onde o colmo é cortado pode chegar à 50 cm, sendo normal o corte à 20 cm do solo. A altura de corte do colmo em relação ao solo será maior quanto pior o sistema de cultivo da lavoura. Quando o sulco de plantio é muito profundo e a colocação de terra sobre a muda é reduzida, pode-se formar leiras muito altas que limitam que a máquina atinja a base do colmo (Balsalobre et al., 1999). As gemas que permanecem no toco eventualmente podem originar novos perfilhos, porém esses perfilhos morrem e o toco apodrece até a próxima colheita (Barbosa e Silveira, 2006).

De acordo com Balsalobre et al. (1999), o corte mecanizado da cana-de-açúcar tem por base o uso de máquinas forrageiras inicialmente utilizadas para a ensilagem de milho e sorgo. Problemas de manutenção, rendimento e longevidade dessas máquinas sempre se apresentaram como limitantes ao desenvolvimento e à evolução de grandes sistemas baseados

na utilização da cana-de-açúcar, embora nos últimos anos tem havido uma melhora no desempenho das forrageiras utilizadas para o corte da cana.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Local

Os trabalhos foram conduzidos em três propriedades localizadas no município de Santo Antônio da Platina no Estado do Paraná. As coordenadas geográficas do município de Santo Antônio da Platina são: latitude 023° 17' S e longitude 050° 04' W, com uma altitude média de 530 metros.

A área experimental constou de dois talhões de 1 ha cada, em cada uma das propriedades. A área foi delimitada por estacas de madeira, respeitando uma bordadura de 5 linhas de plantio em cada lado do talhão. As áreas escolhidas estavam sob mesma condição de relevo, com mesmos tratos culturais e de adubação e estão localizadas em um raio de aproximadamente 5 km.

2.3.2 Clima, Precipitação e Solo

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Cfa, subtropical com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência a concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

O solo é classificado como argissolo vermelho de relevo levemente ondulado.

As precipitações pluviométricas mensais (mm) foram coletadas nas fazendas experimentais entre o período de novembro de 2004 a janeiro de 2006 e são apresentadas na Figura 1.

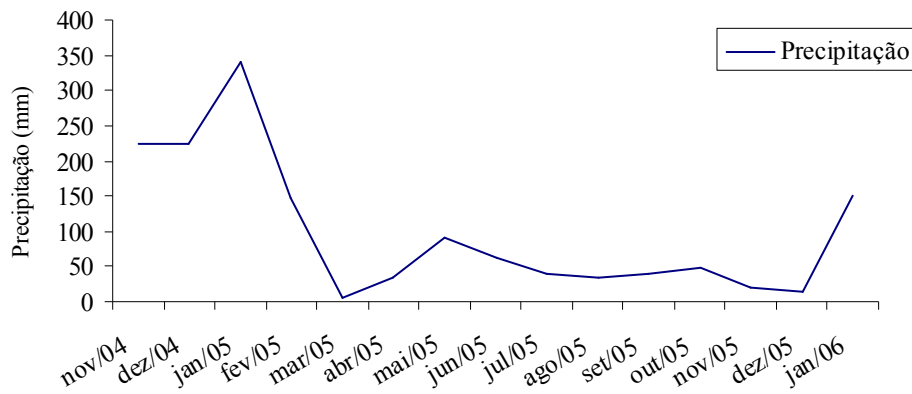


Figura 1- Precipitação mensal (mm) média nos meses de novembro de 2004 a janeiro de 2006 das 3 fazendas experimentais.

Fonte: O autor

2.3.3 Época de Plantio, Espaçamentos e Número de Cortes

O sistema de plantio adotado foi de cana-de-ano, plantada em 09 e 10 do mês de Novembro de 2004.

Foram testados dois espaçamentos entrelinhas: 1,30 m como espaçamento tradicional e 0,90 m como espaçamento reduzido.

As frequências de cortes utilizados foram de 1 ou 2 cortes. Para 1 corte a cana-de- açúcar foi colhida com 420 dias de desenvolvimento (cana-planta). Para 2 cortes foram colhidas com 240 dias (cana-planta) e 180 dias (rebrotas), totalizando a frequência de 1 ou 2 cortes no período de 420 dias.

2.3.4 Instalação e Condução dos Experimentos

Nos dias 09 e 10 de Novembro de 2004 promoveu-se a sulcação da área experimental à profundidade de 30 – 40 cm.

A adubação de plantio foi realizada no fundo dos sulcos antes da distribuição das mudas. Utilizou-se para esta adubação 60 kg de P_2O_5 e 100 kg de KCl por hectare.

Na distribuição das mudas utilizou-se a densidade média de 15 gemas por metro de sulco para ambos os espaçamentos, através da distribuição de colmos “pé com ponta”, em seguida efetuou-se o corte manual das mudas em rebolos de 3 gemas e posteriormente cobertos com uma camada de solo.

Duas semanas após o plantio foi realizado o controle de invasora com herbicidas para folhas largas e gramíneas. Em Janeiro de 2005 houve novo controle de invasoras com

aplicação de herbicida e capina manual. Para o talhão correspondente a rotina de 2 cortes, foi realizada novo controle de invasoras com aplicação de herbicidas em Outubro de 2005.

Foi realizada adubação de cobertura com 45 kg de nitrogênio por hectare em Fevereiro de 2005 nos talhões correspondentes a 1 e 2 cortes. No talhão correspondente a frequência de 2 cortes foi feita nova adubação de cobertura com 45 kg de nitrogênio e 45 kg KCl, em Outubro de 2005.

O plantio, adubação e tratos culturais foram realizados simultaneamente nas três fazendas.

2.3.5 Tratamentos

Os tratamentos testados foram distribuídos em delineamento fatorial 2 x 2, conforme Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Distribuição dos tratamentos testados

Tratamento	Espaçamento	Frequência de cortes	Período de desenvolvimento da cultura
1	0,90 m	1	420 dias
2	0,90 m	2	1º corte com 240 dias e 2º corte 180 dias
3	1,30 m	1	420 dias
4	1,30 m	2	1º corte com 240 dias e 2º corte 180 dias

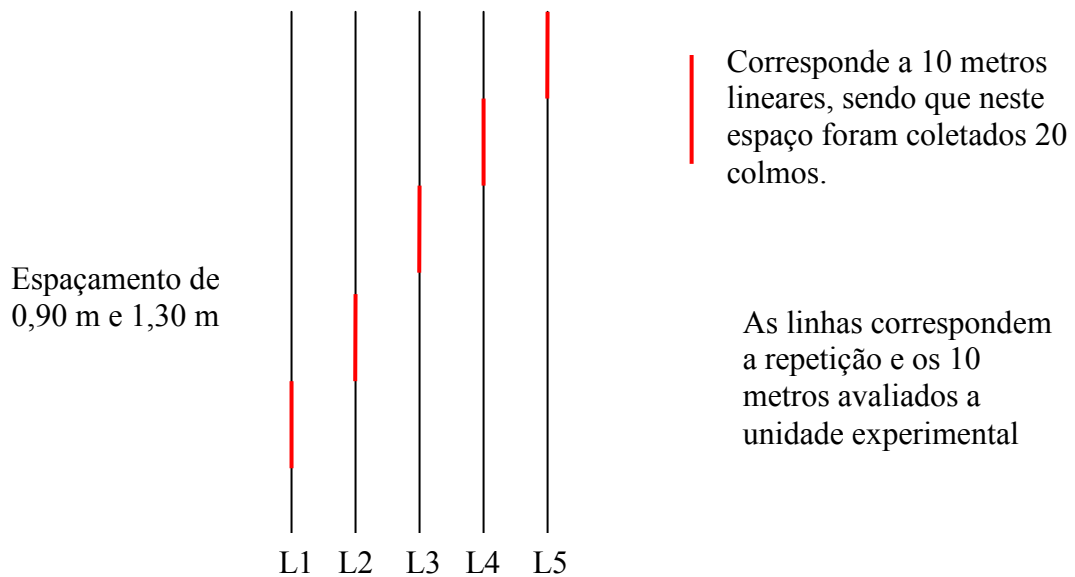
Os espaçamentos de plantio entrelinhas adotado foram de 0,90 m (reduzido) e 1,30 m (tradicional). A frequência de corte foi de 1 ou 2 cortes no período de 420 dias. Logo obtivemos cana-de-açúcar plantada no espaçamento de 0,90 m e 1,30 m que foram submetidas a 1 corte durante 420 dias e obtivemos cana-de-açúcar plantada no espaçamento de 0,90 m e 1,30 m que foram submetidas a 2 cortes durante 420 dias, sendo o primeiro corte realizado quando a cana-de-açúcar estava com 240 dias de crescimento e o segundo corte quando a cana-de-açúcar possuía 180 dias de crescimento (rebrotar).

As três fazendas experimentais apresentavam todos os tratamentos implantados.

2.3.6 Avaliação da Produtividade e Colheita da Cana-de-açúcar

As avaliações de produtividade foram realizadas em 10 metros de cinco linhas de plantio consecutivas. O início de uma linha escolhida para avaliação correspondia ao final da linha adjacente, permitindo assim uma avaliação mais distribuída em toda a extensão do

talhão, totalizando a amostragem em 50 metros lineares por espaçamento de plantio. Conforme esquema apresentado abaixo.



O primeiro parâmetro avaliado foi o número de perfilhos. Para isso, em 1 metro de cada linha de plantio foi contado o número de perfilhos. Após esse procedimento, foram cortados manualmente 20 perfilhos em cada linha, formando um feixe corresponde a cada linha de plantio. Foi mensurado o °brix conforme item 3.7.

Os feixes foram pesados e depois cortados 20 cm da base do perfilho (tocos). Os tocos foram pesados e subtraídos da fração do feixe para a simulação de perdas no campo em situações de colheita mecanizada.

Os valores mensurados para 2 frequências de cortes foram trabalhados da seguinte maneira: produção de material fresco, produção de material seco e ton/ha de toco foram obtidos através da soma dessas partes no 1° e 2° corte; para °brix, número de perfilhos e peso médio do perfilho os dados são apresentados na forma de média aritmética do 1° e 2° corte.

O peso médio do perfilho foi calculado dividindo-se o peso do feixe pelo número de perfilhos.

O cálculo de produtividade de material fresco (ton/ha) foi feito através da multiplicação do número de colmos por metro pelo fator de 11.111 para o espaçamento de 0,90 m e pelo fator 7.692 para o espaçamento de 1,30 m. Esses fatores de multiplicação referem-se à metragem linear teórica por hectare.

A produtividade em material seco foi calculada a partir da produtividade do material fresco multiplicado pelo teor de matéria seca. O teor de matéria seca foi calculado a partir do peso do material após secagem em estufa de ar forçado a temperatura de 60 °C, por 48 horas.

Os feixes e os tocos foram picados separadamente, sem a retirada da palha, através de uma picadora de forragem modelo estacionário, de modo que as partículas tivessem tamanho entre 1 e 2 cm.

2.3.7 Medição do °Brix

Para a determinação do °brix foi utilizado um refratômetro de campo (marca TOKYO® modelo 032), que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar.

O °brix da ponta, da base e do meio do perfilho foi determinado tomando-se aleatoriamente essas partes na colheita. Foram mensurados o °brix de 5 perfilhos para cada linha amostrada e os valores são apresentados como média aritmética dos 5 perfilhos avaliados.

2.3.8 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, onde cada fazenda representou um bloco, com 5 repetições para cada tratamento.

Os dados experimentais foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância, por meio do programa STATISTICA 6.0. Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção da cana-de-açúcar nos diferentes espaçamentos e frequência de corte encontram-se na Tabela 3.

Os blocos apresentaram diferenças estatísticas entre si para os seguintes parâmetros: produção de matéria seca, número de colmos e peso médio de perfilho. Os dados dos blocos estão apresentados na forma de média.

Como pode ser observado na Tabela 3, os coeficientes de variação estão dentro dos considerados adequados para experimentação a campo. Não há causa específica detectada para

diferença entre blocos, tendo em vista que as áreas experimentais foram muito homogêneas em solo, adubação, tratos culturais e mesma exposição a fatores climáticos.

Tabela 3 - Produção de material fresco, produção de material seco, número de perfilhos, peso médio dos colmos, % toco e °brix da variedade RB72-454.

Table 3 - Production of fresh material, production of dry matter material, number of stalks, average weight of stalks, % stubble and °brix of RB72-454 variety.

Variáveis <i>Variables</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				CV (%)
	0,90 m		1,30 m		
	1 corte <i>1 harvest</i>	2 cortes <i>2 harvests</i>	1 corte <i>1 harvest</i>	2 cortes <i>2 harvests</i>	
Produção de material fresco (ton/ha) <i>Production of fresh material(ton/ha)</i>	225,70 a	183,42 b	189,01 b	142,49 c	22
Produção de material seco (ton/ha) <i>Production of dry matter material(ton/ha)</i>	56,67 a	34,43 c	48,12 b	27,83 c	21
Número de perfilhos por metro linear <i>Number of stalks per linear meter</i>	12,87 b	17,10 a	13,73 b	17,40 a	22
Peso médio de perfilho (quilogramas) <i>Average weight of stalks (kilograms)</i>	1,62 b	0,48 c	1,86 a	0,54 c	19
Toco, ton/ha <i>Stubble, ton/ha</i>	16,74 c	31,27 a	11,79 d	25,33 b	29
% Toco da produção de material fresco <i>% Stubble of production of fresh material</i>	7,42 b	17,05 a	6,24 b	17,78 a	20
°brix <i>°brix</i>	16,87 a	8,24 b	17,45 a	8,88 b	19

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.
Averages followed of different letters in the lines, differ for the Tukey test 5% from probability.

2.4.1 Produção de Material Fresco

Como se observa na Tabela 3, a maior produtividade de material fresco foi obtida com a frequência de 1 corte no espaçamento de 0,90 m (225,70 ton/ha) e a menor produtividade foi para 2 cortes no espaçamento de 1,30 m (142,49 ton/ha).

A cultura sofreu período de restrição hídrica atípica para a época, aos 3 meses de desenvolvimento, fato que pode ter comprometido o acúmulo de massa verde, com efeito mais significativo para o 1º corte da cana-de-açúcar submetida ao tratamento de 2 frequências de corte. A cana-de-açúcar em questão foi colhida em julho de 2005, com 240 dias de desenvolvimento e experiências de observação anteriores a este estudo, nestas mesmas propriedades experimentais, permitem considerar que a produtividade foi abaixo da normalmente observada para cana-de-açúcar com esta mesma idade de desenvolvimento, considerando os mesmos tratos culturais e de adubação.

Os valores de produção de material fresco obtidos neste trabalho estão próximos ao obtidos por França et al. (2006), que obtiveram 205,67 ton/ha de cana-de-açúcar RB72-454

irrigada e colhida aos 450 dias. Rocha et al. (1997) obtiveram maior produtividade da variedade RB72-454 sobre as variedades de cana-de-açúcar RB80-6043, RB76-5418, RB78-5750, SP91-6163 e SP71-1406 plantadas no oeste de Santa Catarina. A média geral de produtividade foi de 144,6 ton/ha e a variedade RB72-454 obteve produção de 178,9 ton/ha em espaçamento de 1,40 m.

A frequência de cortes teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a produção de material fresco, sendo que os maiores valores de produção são para 1 corte, porém observa-se que não houve diferença significativa entre a produtividade de 1 corte com espaçamento de 1,30 m com a produtividade de 2 cortes com espaçamento de 0,90 m. A maior produtividade para a frequência de 1 corte é devido ao maior peso médio do perfilho (item 2.4.4), devido ao maior acúmulo de matéria seca e sacarose. O aumento do teor de matéria seca ocorre com o avanço do ciclo vegetativo da planta, na cana-de-açúcar o maior contribuinte no aumento do teor de matéria seca são os carboidratos solúveis, principalmente a sacarose.

Considerando a mesma frequência de cortes, podemos observar efeito significativo do espaçamento ($P < 0,05$) na produção de material fresco. Para ambas frequências de cortes, a maior produtividade foi obtida para o espaçamento de 0,90 m, sendo os valores obtidos de 183,42 ton/ha para 2 cortes e 225,70 ton/ha para 1 corte. O maior benefício da redução do espaçamento de 1,30 m para 0,90 m, no aumento da produtividade de material fresco, ocorreu para 2 cortes, com aumento de 22% contra 16% para 1 corte, representando 40,93 ton/ha.

A maior produtividade obtida neste trabalho está acima das obtidas por Pereira Júnior (1984), que observou efeito da redução de espaçamento de 1,80 m para 1,40 m em acréscimos de 23% na produtividade agrícola, porém quando o espaçamento foi reduzido de 1,20 m para 1,00 m o acréscimo foi de 10% na produção. Em experimentos conduzidos por Galvani et al. (1997), a redução do espaçamento de 1,80 m para 0,90 m, acarretou acréscimos na ordem de 9% na produtividade agrícola em 1 corte, representando um aumento de 9,24 ton/ha de cana-de-açúcar, aquém da produtividade obtida neste trabalho.

Veiga (1950)⁸, citado por Paranhos (1972) apresenta resultados de pesquisa deste autor testando espaçamentos de 0,90 m, 1,30 m, 1,50 m e 1,80 m e concluiu que para ambas as variedades utilizadas (CP27-139 e CO421) a maior produção agrícola foi obtida com o menor espaçamento. Paranhos (1972), testando espaçamento de 1,00 m, 1,30 m e 1,60 m obteve produção significativamente superior para o espaçamento de 1,00 m comparado ao espaçamento de 1,30 m, de magnitude de 20%. Em pesquisa de Basile Filho (1992) realizada

⁸ VEIGA, F.M. Ensaio de espaçamento de cana-de-açúcar. **Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas**, Rio de Janeiro, v.7, p.1-24, 1950.

com a variedade RB72-454 o efeito do espaçamento de plantio foi significativo na produtividade. O espaçamento de 1,00 m resultou em produtividade de 102,60 ton/ha, o espaçamento de 1,45 m em 81,33 ton/ha.

2.4.2 Produção de Material Seco

Ao se considerar a produção de material seco na Tabela 3, observa-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre a frequência de cortes, sendo que as maiores produções obtidas são para 1 corte, com valores de 56,67 ton/ha para espaçamento de 0,90m e 48,12 ton/ha para o espaçamento de 1,30 m. A maior produtividade de material seco para a cana-de-açúcar de 1 corte é devida ao início do acúmulo de carboidratos solúveis no colmo, como pode ser observado na página 30, representado pelo °brix e discutido no item 2.4.5.

O efeito do espaçamento de plantio foi significativo ($P < 0,05$) para 1 corte, com maior produção obtida para o espaçamento de 0,90 m, reflexo da maior produtividade de material fresco obtida neste espaçamento.

Rocha et al. (1997), obtiveram 42,2 ton/ha de material seco do total de 178,9 ton/ha de material fresco (23,5%MS), utilizando a mesma variedade utilizada neste trabalho, plantada a 1,40 m entrelinhas e colhidas aos 330 dias de crescimento. Andrade et al. (2003) obtiveram variações de 20,98 ton/ha a 53,86 ton/ha, avaliando 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. Schmidt (2006) encontrou valores de 34,9 ton/ha e 55,5 ton/ha para cana-de-açúcar variedades IAC86-2480 e IAC87-3184 colhidas aos 450 dias e plantadas em espaçamento de 1,40 m entrelinhas.

As diferenças encontradas para produção de material seco nos diversos trabalhos apresentados estão correlacionados com o teor de matéria seca característico das variedades testadas, bem como da época de colheita. Como observado no trabalho desenvolvido por Andrade et al. (2004), o teor de matéria seca da cana-de-açúcar colhida aos 12 meses foi superior ao da cana-de-açúcar colhida aos 18 meses, devido ao período de seca meses antes da colheita.

2.4.3 Número de Perfilhos

Analisando os dados referentes à frequência de cortes, houve efeito significativo ($P < 0,05$) no número de perfilhos, com maiores valores para frequência de 2 cortes. A cana-de-açúcar estava em fase de perfilhamento quando efetuado o 2º corte, fase que se caracteriza por crescimento e emissão intensa de perfilhos, a partir desta etapa a competição entre os perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, água, nutrientes, espaço) acentua-se, de modo que se

constata a diminuição e paralisação deste processo (Segato et al., 2006), como pode ser observado para cana-de-açúcar de 1 corte, que representa a planta no final do estágio de maturação.

No presente estudo, o número foi em média de 13,3 perfilhos/metro para a frequência de 1 corte. Os resultados estão de acordo com as características da variedade RB72-454, expostas por Landell et al. (2002) que relatam 11,47 perfilhos/metro em espaçamento de 1,30 m em cultura avaliada em estágio de maturação; e de acordo com França et al. (2006) que relatam número de 10,32 perfilhos/metro, avaliando a mesma variedade utilizada neste trabalho, com espaçamento de 1,30 m e corte aos 450 dias de idade.

Considerando a fase de desenvolvimento vegetativo, presente para a frequência de 2 cortes, os dados presentes neste trabalho estão de acima dos obtidos por Oliveira et al. (2004), que analisaram a mesma variedade deste estudo, em nove épocas de desenvolvimento com adubação nitrogenada de 20 kg/ha e obtiveram 13,6 perfilhos/m linear aos 182 dias e 9,4 perfilhos/m linear para 428 dias. Rocha et al. (1997) obtiveram número superior aos relatados, porém próximos a este estudo, de 17,5 perfilhos/m para cana-de-açúcar com 240 dias de idade.

Paes et al. (1997) conduziram pesquisa com as variedades NA56-79, CB45-3 e RB73-9359 em solo podzólico vermelho-amarelo com doses crescentes de nitrogênio (0, 50 e 100 kg/ha) e obtiveram número próximo a 14 e 12 perfilhos/m aos 160 dias para as variedades CB45-3 e RB73-9359, respectivamente. Os autores descrevem diferença significativa na avaliação do número de perfilhos de acordo com as variedades utilizadas e a época de adubação. Segundo Paes et al. (1997) de modo geral, uma das respostas usuais a aplicação de nitrogênio é o aumento na produção de novos perfilhos. E para otimização da utilização do nitrogênio pela planta de cana-de-açúcar, este nutriente deve ser aplicado na fase de perfilhamento tardio, devido a grande pressão de competição pela população de colmos de maior idade, não refletindo no aumento de massa verde por área.

Neste trabalho não houve efeito significativo ($P>0,05$) do espaçamento para a mesma frequência de cortes. Paranhos (1972) concluiu em sua pesquisa que o espaçamento entrelinhas de 1,60 m, 1,30 m e 1,00 m apenas afetou o número de perfilhos por área, sendo superior para o menor espaçamento, no entanto sem alteração no peso médio dos perfilhos. Ressalta também que a utilização de menores espaçamentos deve ser feita quando não há limitação nos fatores para um bom desenvolvimento da cultura, como umidade e fertilidade.

Basile Filho (1992) não obteve diferença significativa no número de perfilhos, para cana-de-açúcar com 300 dias. O menor espaçamento (1,00 m) proporcionou 9,7 perfilhos/m,

enquanto que o espaçamento de 1,45 m resultou em 8,8 perfilhos/m. Raheja (1956)⁹, citado por Paranhos (1972) aponta que ocorre redução na mortalidade de brotos e perfilhos nos espaçamentos mais largos, principalmente em ambientes onde há restrição de fatores de crescimento.

O índice de perfilhamento da cana é uma característica varietal. A capacidade que uma planta apresenta de mobilizar suas reservas emitindo mais ou menos brotos, em determinada condição ambiental, é o que a caracteriza em alto, médio ou baixo índice de brotação (Balsalobre et al., 1999). O número de perfilhos é afetado pela adubação e disponibilidade de água, como demonstrado no trabalho de Moura et al. (2005), que obtiveram aumento no número de perfilhos de 7,8 para 8,6 na variedade SP79-1011 em sistema de irrigação.

Segundo Terauchi et al. (1999)¹⁰, citado por Oliveira et al. (2004), o elevado perfilhamento é uma característica inadequada para a obtenção de cultivares melhorados, pois promoveria um gasto energético para a produção destes perfilhos, que não representa uma correlação positiva com o aumento de produtividade da cultura. Essa afirmativa é válida quando o interesse é a utilização da cana-de-açúcar no final do período vegetativo, porém se considerarmos sua utilização em 2 cortes, o maior perfilhamento pode contribuir para aumento da produtividade agrícola devido ao maior acúmulo de massa verde, porém esse efeito não foi observado neste trabalho.

2.4.4 Peso Médio

O peso médio dos perfilhos não sofreu efeito do espaçamento ($P > 0,05$) para a frequência de 2 cortes, porém apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para frequência de 1 corte. O maior peso de perfilho se encontra para cana-de-açúcar colhida com 1 corte, no espaçamento de 1,30 m, apresentando valor médio de 1,86 kg por perfilho. Paranhos (1972) não obteve efeito significativo da redução do espaçamento no peso médio dos colmos. Entretanto, o efeito do espaçamento de plantio no peso médio dos perfilhos foi significativo no estudo de Basile Filho (1992), que obteve peso médio de 1,05 kg e 1,33 kg para o espaçamento de 1,00 m e 1,45 m, respectivamente. Este autor conclui que a produção de colmos mais leves observada no menor espaçamento entrelinhas se relaciona de maneira direta com o menor diâmetro e com a maior altura das plantas.

⁹ RAHEJA, P.C. Growth studies on sugarcane (*Saccharum officinarum*) Bombay: Asia Publication, 1956.

¹⁰ TERAUCHI, T.; MATSUOKA, M. Ideal characteristics for the early growth of sugarcane. **Japanese Journal of Crop Science, Japan**, v.69, n.3, p.286-292, 2000.

A frequência de cortes teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o peso médio dos perfilhos, sendo que os perfilhos com maior peso são os referentes a 1 corte, devido ao acúmulo de matéria seca, principalmente na forma de carboidratos solúveis, como pode ser verificado pelo °brix. O peso médio de perfilho obtido por Moura et al. (2005) foi de 1,06 kg e 0,99 kg no sistema de cana-de-açúcar com e sem irrigação, respectivamente. Andrade et al. (2002) testando espaçamento de 1,00 m entrelinhas, na avaliação de 60 cultivares para alimentação animal, obtiveram peso médio do colmo de 662 g a 236,71g de matéria seca.

2.4.5 ° Brix

O °brix variou significativamente ($P < 0,05$) com a idade de corte e não teve efeito significativo do espaçamento. Os valores médios encontrados neste trabalho foram de 8,56 e 17,16 para a cana-de-açúcar de 2 e 1 corte, respectivamente. As magnitudes encontradas estão de acordo com os relatados por Rodrigues et al. (1997) de 17,8, porém abaixo do encontrado por Shigaki et al. (2003) 21,93, com cana cortada aos 330 dias. Para a cana de 2 cortes, os valores estão bem abaixo dos relatados por Rocha et al. (1997) de 15,1 e Banda e Valdez (1976) de 14,5.

Cabe ressaltar que a variedade utilizada neste trabalho é considerada de acúmulo de sacarose intermediária-tardia, sendo que o final do período de maturação dá-se nos meses de setembro – outubro. O acúmulo de sacarose também é relacionado com condições climáticas, sendo a umidade e a temperatura os fatores predisponentes; períodos de seca e temperaturas abaixo de 19 °C intensificam o processo de maturação. Neste trabalho, a cana-de-açúcar de frequência 1 corte foi colhida no período de janeiro, época característica de altos índices de precipitação. A maior disponibilidade de água é um estímulo para a planta reiniciar o desenvolvimento vegetativo, com utilização da energia presente na forma de sacarose, além disso, a maior umidade presente na planta é um fator diluidor da sacarose que já estava acumulada nos internódios da planta. E certamente esses efeitos influenciaram fortemente o °brix obtido neste trabalho.

2.4.6 % Toco

A porcentagem de toco apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para a frequência de cortes, independente do espaçamento. O toco que permanece após a colheita mecanizada é considerado uma perda visível e de acordo com esse estudo, pode representar 17,78% da produção total, em caso de 2 cortes e 7,42% para 1 corte na cana-planta. Cabe ressaltar que o

presente estudo avaliou as perdas referentes a 1 corte e sugere-se que as perdas reduzam a medida que aumente o número de cortes, em virtude do rebaixamento natural da linha de plantio.

Dado referencial desta perda é encontrado em referência de Ripoli e Ripoli (2001) que comparam as perdas visíveis (colmos, rebolos, tocos e material particulado) por três colhedoras e relatam perda média de 1,56% da produção, porém com colhedoras próprias para canaviais destinados a usina, em que o corte é feito rente ao solo.

Neste trabalho, os valores da fração toco tiveram amplitude de 11,79 ton/ha a 31,27 ton/ha, as perdas foram significativamente superiores para a frequência de 2 cortes. A única referência encontrada no sentido de perdas pela fração toco em canaviais forrageiros são de Balsalobre et al (1999) que relatam que fazendas que fizeram a coleta de toco após a colheita encontram perdas de até 8 ton/ha.

Informações sobre colheita mecanizada de cana-de-açúcar para usina e para fins forrageiros não são passíveis de comparação, tendo em vista que os equipamentos para colheita de cana-usina são muito especializados e o mesmo não acontece para a cana forragem. Para colheita mecanizada de cana-de-açúcar existem algumas peculiaridades relacionadas às interações solo-máquina-planta que tem causado preocupações devido às perdas de cana no campo, redução da qualidade da matéria-prima e redução da longevidade do canavial. No corte basal das colhedoras de cana-de-açúcar a deficiência no controle da altura de corte provoca danos na soqueira causando perdas na matéria prima, diminuição da população de colmos e redução da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (Salvi, 2006).

De acordo com recomendações técnicas de Balsalobre et al. (1999), em cortes mecanizados é provável que seja mais interessante que a produção esteja baseada no peso do colmo, que no número de perfilhos, pois com menor perfilhamento um menor número de colmos devem ser cortados por unidade de tempo, o que pode ser vantajoso. No entanto, menor perfilhamento poderá provocar colmos mais grossos e portanto, maior dificuldade de corte pela máquina.

2.4.7 Produção de Material Fresco e Seco da Fração Feixe e Toco

Os resultados de produção de material fresco e seco do feixe e do toco, nos diferentes cortes estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Produção de material fresco e produção de material seco referente a fração feixe e fração toco da cana-de-açúcar variedade RB72-454.
 Table 4 – Productivity of fresh material and production of dry matter material referring of sheaf and stubble fraction of RB72-454 variety.

Variáveis <i>Variables</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				CV (%)
	0,90 m		1,30 m		
	1 corte <i>1 harvest</i>	2 cortes <i>2 harvests</i>	1 corte <i>1 harvest</i>	2 cortes <i>2 harvests</i>	
Produção de material fresco do feixe (ton/ha) <i>Production of fresh material of sheaf (ton/ha)</i>	209,01 a	152,36 b	177,26 ab	117,66 c	23
Produção de material seco do feixe (ton/ha) <i>Production of dry matter material of sheaf (ton/ha)</i>	52,50 a	28,35 b	45,14 a	22,71 b	27
Produção de material fresco do toco (ton/ha) <i>Production of fresh material of stubble (ton/ha)</i>	17,26 c	31,06 a	11,75 d	25,06 b	29
Produção de material seco do toco (ton/ha) <i>Production of dry matter material of stubble (ton/ha)</i>	4,31 b	6,08 a	2,99 c	5,16 b	29

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.
Averages followed of different letters in the columns, differ for the Tukey test 5% from probability.

A produção de material fresco do feixe apresentou diferença significativa entre as freqüências de corte, sendo que para 2 cortes com espaçamento de 0,90 m não foi significativamente diferente ($P > 0,05$) da produção obtida com 1 corte no espaçamento de 1,30 m. No entanto, quando consideramos a produção em material seco, a diferença estatística ($P < 0,05$) se apresenta para número de cortes, independente do espaçamento. A maior produção de material seco para freqüência de 1 corte é reflexo da maior produção (ton/ha) com maiores teores de matéria seca, dado que pode ser observado no Capítulo 2.

Observando a produção de material fresco relativo a fração do toco, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para freqüência de cortes e para espaçamento. A produção de material seco do toco é relativa a % de toco e o teor de matéria seca. A produção de material fresco do toco, neste estudo, representou 6,62% e 8,25 para 1 corte e 21,29% e 20,38% para 2 cortes, para espaçamento de 1,30 m e 0,90 m respectivamente. Considerando a produtividade de material seco, os percentuais encontrados são de 6,62% a 8,25% para 1 corte e 22,72 % a 21,44% para 2 cortes, para espaçamento de 1,30 m e 0,90 m respectivamente.

A fração toco apresentada na Tabela 4 demonstra a produção de material fresco e seco que poderia potencialmente ser pertencente à fração feixe em um sistema de colheita mais rente ao solo. A fração toco representou, neste trabalho, em material fresco e seco de 6,62% a 22% da fração feixe.

2.5 CONCLUSÕES

A variedade de cana-de-açúcar RB72-454 plantada no espaçamento de 0,90 m entrelinhas é mais produtiva que a cana-de-açúcar plantada a 1,30 m entrelinhas. A maior produtividade é resultado da maior produção de colmos por unidade de área, embora não tenha sido verificada diferença significativa no número de perfilhos entre os espaçamentos de plantio, para as duas frequências de corte.

A redução do espaçamento de plantio na cultura de cana-de-açúcar aumentou em 22% a produtividade para frequência de 2 cortes e em 16% para a frequência de 1 corte, no período de 420 dias.

A frequência de 1 corte, neste trabalho, foi 21,41% mais produtiva que a frequência de 2 cortes no período de 420 dias.

A perda por toco em simulação de colheita mecanizada resultou em média 6,83% e 17,41% da produtividade total para a frequência de 1 e 2 cortes, respectivamente. A fração toco representou 6,62 a 22% da produtividade total da fração feixe, indicando perdas de até $\frac{1}{4}$ da produção da fração feixe.

2.6 LITERATURA CITADA

- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Produção e composição de cultivares de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v.40, p.287-296, n. 4, 2003.
- BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; FERNANDES, R.A.T. Cana-de-açúcar: quando e como cortar para o consumo animal. **Revista Balde Branco**, n. 421, p.19-13, 1999.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Tampico, v.1, n.2, p.94-97, 1976.
- BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.245-276.
- BASILE FILHO, A. **Desenvolvimento, produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar, conduzidas sob espaçamento reduzido e tradicional de plantio em condições de cana-de-ano**. Piracicaba: Escola Superior Luiz de Queiroz, 1992. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Luiz de Queiroz, 1992.
- CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; EVANGELISTA, A.R. et al. Avaliação do potencial forrageiro de cinco variedades de cana-de-açúcar de ciclo de ano em diferentes estádios de desenvolvimento. **STAB**, v.11, p.16-23, 1993.
- CONAB (2006). Avaliação de safra de cana-de-açúcar 2006/2007: Segundo levantamento. Agosto, 2006. < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento_cana-de-açúcar_safra_2006_07.pdf > (Acesso em 18 de janeiro 2007)
- FRANÇA, A.F.S.; MELLO, S.Q.S; ROSA, B. et. al. Avaliação do potencial produtivo e das características químico-bromatológicas de nove variedades de cana-de-açúcar irrigada. **Livestock Research for Rural Development**, vol.17, art.#7, 2006.
- GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A.B. et al. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agricola**, v.54, n.1-2, p.62-68, 1997.
- HERNANDEZ, M.R.; SAMPAIO, A.A.M.; OLIVEIRA, M.D.S. et al. Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através do estudo de digestibilidade aparente com bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.443-445.
- 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: IAC, 2002. p.2-19 (Boletim Técnico n. 193)
- LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.77-105.

- MARCHIORI, L.F.S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 284p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- 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 Agricola**, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
- MOURA, M.V.P.S.; FARIAS, C.H.A.; AZEVEDO, C.A.V. et al. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.753-760, 2005.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. “Tecnologia de produção e valor alimentício” < http://www.guabi.com.br/rc/bovinos_corte/palavraspecialista.asp > (Acesso em 25 de novembro de 2006)
- OLIVEIRA, M.D.S.; TOSI, H.; SAMPAIO, A.A.M. et al. Avaliação de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.8, p.1435-1442, 1999.
- 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 E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002. p.2-3.
- OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p.87-94, 2004.
- PAES, J.M.V.; BRITO, C.H.; AMANE, M.I.V. et al. Efeito de doses de nitrogênio e de espaçamentos na produção e no perfilhamento da cana-planta. **Revista Ceres**, v.44, n.253, p.358-370, 1997.
- PARANHOS, S.B. **Espaçamentos e densidades de plantio em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972.
- PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1984. 123p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1984.
- PEREIRA, L.L.; TORREZAN, H.F. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V., PINTO, A.S., JENDIROBA, E. et. al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1.ed. Piracicaba: Livrocere, 2006. p.333-344.
- RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 1.ed. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2001. p.204.
- ROCHA, R.; MIRANDA, M.; GONDIN, P. Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no oeste de Santa Catarina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.92-93.
- RODRIGUES, J.D., “Fisiologia da cana-de-açúcar”, 1995, < <http://www.residenciaagronomica.ufpr.br/bibliografia/MATURAD.pdf> > (Acesso em 24 de Janeiro de 2007)

RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.12, p.1333-1338, 1997.

SALVI, J.V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2006. 229p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2006.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V., PINTO, A.S., JENDIROBA, E. et. al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1.ed. Piracicaba: Livrocere, 2006. p.19-36.

SHIGAKI, F.; FREITAS, N.; BERTO, A. et al. Avaliação do valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar para alimentação bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.

TEIXEIRA, C.B. **Determinantes da degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

THIAGO, L.R.L.; VIEIRA, J.M. **Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca**. Mato Grosso do Sul: Embrapa Gado de Corte, 2002. (Comunicado Técnico – COT, n. 73). Disponível em: < <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html> > (Acesso em 16 de dezembro de 2006).

3 EFEITO DA IDADE DE CORTE SOBRE O VALOR NUTRITIVO E CARACTERÍSTICAS DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA EM DOIS ESPAÇAMENTOS

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo identificar o efeito do espaçamento de plantio a 0,90 m e 1,30 m entrelinhas e a idade de corte na composição bromatológica e característica da silagem de cana-de-açúcar variedade RB72-454. O experimento foi realizado em três fazendas localizadas no município de Santo Antônio da Platina – PR, durante o período de Novembro de 2004 a Janeiro de 2006. A cultura foi implantada em Novembro de 2004 e a variedade utilizada foi a RB72-454. Os tratamentos foram constituídos da combinação do espaçamento de 0,90 m e 1,30 m com a idade de corte de 240 (cana-planta), 180 (rebrotas) e 420 dias (cana-planta). O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições por tratamento. Foram utilizados como silos experimentais tubos de PVC com tampas próprias para vedação e após fechamento foram armazenados em lugar arejado por 90 dias. A análise dos dados demonstrou não haver efeito significativo do espaçamento de plantio sobre as características bromatológicas da cana-de-açúcar. A idade de corte teve efeito significativo ($P < 0,05$) no teor de matéria seca, proteína bruta, resíduo mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. Os teores dos constituintes da parede celular foram decrescentes conforme a planta atinge o estágio de maturação. A silagem apresentou acréscimo no teor de proteína e dos constituintes da parede celular em virtude da utilização dos carboidratos solúveis no processo de fermentação.

Palavras-chave: ensilagem, fibra, idade de corte, parâmetros fermentativos, *Saccharum spp*

EFFECT OF AGE OF HARVESTING ON THE NUTRITIVE VALUE AND CHARACTERISTICS OF SILAGE OF SUGARCANE GROWING IN TWO ROW SPACING

ABSTRACT

The aim of this trial was to identify the effect of row spacing (0.90 m and 1.30 m) and ages of harvesting on the chemical composition and characteristics of sugarcane silage and productivity RB72-454 variety sugarcane. The trial was carried in three farms located in Santo Antônio da Platina - PR, from November 2004 to January 2006. The crops were implanted at November 2004, using RB72-454 sugarcane variety. Treatments were composed by combination of 0.90 m and 1.30 m row spacing and ages harvesting, being 240 days (plant-cane), 180 days (regrowth) and 420 days (plant-cane). A randomized block statistical design was used, with five replications per treatment. The experimental silos were PVC pipes with proper covers, stored in place aired per 90 days. The analysis of the data demonstrated not to have significant effect of the row spacing on the chemical composition of the sugarcane. The harvest age had significant effect ($P < 0.05$) in dry matter content, crude protein, mineral, neutral fiber detergent, acid fiber detergent and lignin. The content of the cellular wall decreased in agreement the plant reach the maturation stadium. The ensilage showed addition in protein content and cellular wall constituent in device the use of the soluble carbohydrates in the fermentation process.

Key Words: ages of harvest, ensilage, fiber, fermentative parameters, *Saccharum spp*

3.1 INTRODUÇÃO

De acordo com a CONAB (2006), a área plantada de cana-de-açúcar no Brasil é superior a 6,2 milhões de hectares, sendo que a região Centro-Sul possui 87,5% desta área. Landell et al. (2002) estimaram que 10% deste montante seja destinado à alimentação de ruminantes.

Há muito se preconiza que a melhor variedade de cana-de-açúcar para a indústria de açúcar é também a melhor para ser utilizada como forrageira, pois apresenta melhor teor de açúcar, interessante na alimentação animal. No entanto, a cana-de-açúcar envolve numerosas variedades com características bastante diversificadas e, especificamente quando se destina à alimentação animal, as principais características são a produção de matéria seca (cana-planta e cana-soca), a facilidade de colheita e a qualidade nutritiva, observando não somente seu teor de açúcar, como também a qualidade da fibra (Freitas et al., 2006a).

Uma das limitações quanto ao uso da cana-de-açúcar é o baixo teor de proteína, aliado à baixa degradabilidade da fibra. Na seleção de variedades para a indústria, pouca atenção é dada à qualidade da fibra da planta, o que pode afetar de maneira adversa o seu valor nutritivo para bovinos.

A utilização da cana-de-açúcar ensilada tem sido utilizada como alternativa ao uso como capineira, que implica em cortes diários da forragem. De acordo com Nussio et al. (2006), os principais apelos à adoção dessa tecnologia são: concentração de atividades de colheita, podendo essa ser terceirizada em um período curto, redução dos custos com transporte interno na fazenda e redução na necessidade diária de mão-de-obra. Ainda, o aumento da longevidade do talhão, devido à melhor execução de práticas agrônômicas de manejo, é um benefício adicional que deve ser considerado.

Segundo Oliveira (1999), devido à produtividade elevada da cana-de-açúcar e a necessidade de pequena área para o canavial, pequenos produtores poderão utilizar a silagem para alimentar os animais, permitindo paralelamente a rebrota do canavial. Outro aspecto a ser colocado por este autor, é que a silagem proporciona um material homogêneo e econômico, uma vez que os produtores poderão concentrar as atividades em determinado período do ano, não havendo necessidade de mão-de-obra diária para o corte da forragem.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição bromatológica da cana-de-açúcar, variedade RB72-454, *in natura* e ensilada, plantada em dois espaçamentos (0,90 m e 1,30 m) e submetida a três idades de corte (180, 240 e 420 dias de crescimento).

3.2 REVISÃO DE LITERATURA

3.2.1 Cana-de-açúcar Fresca e Ensilada na Alimentação de Bovinos

Na atualidade, a cana-de-açúcar tem atraído a atenção dos pecuaristas e se tornado um volumoso de uso preferencial, principalmente nos confinamentos para terminação de bovinos de corte, por apresentar características de facilidade de cultivo, altas produções de forragem por unidade de área, persistência da cultura, baixo custo por unidade de matéria seca produzida e manutenção do valor nutritivo por 4-6 meses após a maturação, que é a época recomendada para colheita no período de escassez de forragem.

A cultura se destaca entre as forrageiras de clima tropical como a planta de maior potencial para produção de massa seca e energia por unidade de área em um único corte por ano (França et al., 2006). De acordo com Lima e Mattos (1993), pode-se obter de 15 a 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais por hectare com a cana-de-açúcar, enquanto que com outras culturas, como o milho e sorgo, dificilmente se atingem 10 toneladas de nutrientes digestíveis totais por hectare.

Quando se faz uso da cana-de-açúcar como alimento exclusivo para ruminantes é importante estar atento a limitações do ponto de vista nutricional, devido ao desequilíbrio de nutrientes, apresentando teores muito baixos de proteína bruta e da maioria dos minerais, principalmente fósforo. A ingestão voluntária de matéria seca e a utilização da energia digerida da cana-de-açúcar são baixas, apesar da digestibilidade ser considerada como de valor intermediário (54 a 65% da MS) (Boin e Tedeschi, 1993).

A correção de proteína é amplamente feita com a utilização de uréia e sulfato, porém para se obter bons resultados é necessário que se faça a correção com proteína não degradável no rúmen, elevando assim, de forma significativa, o custo destas rações (Santos et al., 2006). Como proteína verdadeira é recomendado a suplementação com utilização farelos de soja e algodão, caroço de algodão, glúten de milho e grãos como milho e soja.

A cana-de-açúcar tem a capacidade de manter seu valor nutritivo durante um período de 4-6 meses após a maturação e essa característica a torna interessante para pequenas propriedades, que podem utilizá-la fresca, colhida diariamente. Porém em propriedades que são exigidos grandes volumes, o corte diário é inviável e dificulta muito os tratos culturais, tendo em vista que sempre terão plantas em diversos estádios de desenvolvimento.

A ensilagem de cana-de-açúcar é um processo que tem sido utilizado como recurso operacional de sucesso. A conservação da cana-de-açúcar através de silagem permite sua utilização em períodos fora da safra, concentra o período de colheita em determinada época do ano, permitindo o manejo adequado dos talhões, e reduz o uso da mão-de-obra diária na propriedade.

Silagens de cana-de-açúcar sem a utilização de aditivos são de baixa qualidade, levando a redução do consumo voluntário, comprometendo das taxas de ganho de peso em comparação aos animais que recebem cana-de-açúcar fresca. A silagem de cana-de-açúcar não aditivada se caracteriza por fermentação alcoólica e altas perdas no valor nutritivo (Preston et al., 1976).

De acordo com Nussio et al. (2006), a utilização da cana-de-açúcar como volumoso suplementar se baseia em critérios econômicos, por constituir-se em opção competitiva. A cana-de-açúcar tem apresentado resultados que asseguram sua posição consolidada, prevalecendo como uma das opções mais interessantes para minimizar o custo das rações.

3.2.2 Composição da Cana-de-açúcar

Os colmos da cana-de-açúcar possuem composição extremamente variável em função de diversos fatores, como idade cronológica e fisiológica da cultura, variedade, época de corte, sanidade das plantas, condições climáticas e adubação, etc. Os colmos são constituídos de caldo e sólidos insolúveis em água (Barbosa e Silveira, 2006).

O caldo contém a água e os sólidos solúveis totais, representado pelo Brix. O caldo possui basicamente três açúcares: sacarose, glicose e frutose. A sacarose é o principal produto de estocagem nas células do parênquima. Em menor porcentagem tem-se a glicose e frutose, geralmente abaixo de 0,5%. Os sólidos insolúveis em água se referem à fibra da cana-de-açúcar. A fibra é formada pela celulose, hemicelulose, lignina, pectina e outros componentes da parede celular (Barbosa e Silveira, 2006).

Os compostos nitrogenados estão pouco presentes na cana-de-açúcar e são representados majoritariamente por aminoácidos. Mesmo as canas de alto teor protéico são forrageiras de baixa proteína, sendo a suplementação necessária para alimentação de ruminantes (Teixeira, 2004). As folhas da cana-de-açúcar têm conteúdo de nitrogênio cinco a seis vezes superior aos colmos, mas como o colmo representa mais de 80% da planta, o teor da planta inteira não ultrapassa 2% da matéria seca (Rodrigues et al., 1997).

Rodrigues et al. (1997) analisando 11 variedades de cana-de-açúcar colhidas aos 15 meses encontraram teores de proteína variando entre 0,72 a 1,35% nos colmos, 4,61 e 6,05% nas folhas e 1,40 a 2,08% na planta inteira.

Segundo Teixeira (2004), o teor de extrato etéreo presente na cana-de-açúcar é composto em maior parte pela camada de material seroso que recobre o colmo, mais freqüentemente encontrada na região dos entrenós. O material seroso externo atua como proteção contra a evaporação excessiva da umidade presente na superfície do caule. A importância da cana-de-açúcar como fonte de energia na forma de gordura é praticamente nula.

Os teores de extrato etéreo variam de 0,61 % a 0,89% da matéria seca, na pesquisa de Mello et al. (2006), 0,65% no estudo de Fernandes et al. (2003) e 1,95% no trabalho de Hernandez et al. (1997). Nussio et al. (2006), em trabalho de revisão, relatam o valor máximo de 1,28% em 26 amostras analisadas no laboratório de Nutrição Animal da ESALQ/USP.

De acordo com Boin (1987), a proporção de minerais nas cinzas da cana-de-açúcar é extremamente baixa, principalmente cálcio e fósforo. O único mineral de importância nutricional presente na cana é o potássio. A cana-de-açúcar também é rica em sílica, sendo que esta fração está presente na análise de resíduo mineral.

Os materiais fibrosos presentes na cana-de-açúcar são constituídos de celulose, hemicelulose e lignina. A celulose e a hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo incrustado por lignina. Embora as enzimas dos microrganismos ruminais tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, há dificuldade de acesso quando estão ligadas com a lignina, resultando na diminuição da extensão da digestão da fibra (Zeoula et al., 1995).

A hemicelulose e a celulose são fermentadas pelos microrganismos do rúmen, entretanto à medida que aumenta o teor de lignina, esta forma complexo com esses carboidratos e o grau da fermentação diminui (Silva, 1993).

Quando em estágio final de maturação, o teor de fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar é baixo, comparado a outras forrageiras tropicais. O baixo conteúdo de fibra é sinônimo de alto conteúdo energético, que propicia menor uso de alimentos concentrados, reduzindo o custo das dietas (Resende et al., 2003).

O aumento do valor nutritivo da cana-de-açúcar observado com a maturidade da planta ocorre pela elevação do teor de sacarose e redução dos constituintes da parede celular, resultando em melhoria da digestibilidade (Lima e Mattos, 1993).

A variação entre os genótipos de cana-de-açúcar foi avaliada em 9 variedades em um estudo conduzido por Rodrigues et al. (2006) e os dados estão apresentados no Tabela 5.

Tabela 5 - Médias de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina (Lig), fibra em detergente neutro (FDN) e a relação de FDN/POL de nove variedades de cana-de-açúcar.

Variedade	MS (%)	PB	Lig	FDN	FDN/POL
IAC87-3396	31,48 b	1,75	3,44 ab	47,45 ab	3,05 ab
IACSP93-3046	30,52 bc	1,81	3,50 ab	43,59 bc	2,69 c
IACSP94-2094	32,38 ab	1,91	2,95 b	51,44 a	3,34 ab
IACSP94-2101	31,38 b	1,93	4,83 a	45,78 bc	2,90 bc
IACSP94-4004	27,39 d	2,09	3,13 b	41,98 c	2,62 c
IACSP94-5041	33,71 a	1,94	4,13 b	47,66 ab	2,87 bc
IACSP94-6025	29,23 cd	1,93	2,96 b	44,11 bc	2,77 bc
RB72-454	30,38 bc	2,11	3,84 ab	46,39 bc	3,03 ab
SP80-1816	31,95 ab	2,07	3,27 ab	45,85 bc	2,82 bc

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Nussio et al. (2006).

Segundo alguns autores como Mello et al. (2006) a relação de FDN e açúcar (POL) é um parâmetro importante na escolha da variedade de cana-de-açúcar a ser utilizada na alimentação de ruminantes, pois quanto menor esta relação mais energia o animal estará consumindo. De acordo com Rodrigues et al. (1997) deve-se ressaltar que uma variedade que apresente um teor de FDN menor permitirá ao animal maior consumo de energia que uma variedade com teor um pouco melhor de açúcar, porém com FDN mais alto. Este mesmo autor recomenda que a relação FDN/POL deva ser menor que 3,00.

A cana-de-açúcar possui comportamento fisiológico diferente de outras gramíneas tropicais, pois seu valor nutricional aumenta conforme atinge o estágio de maturação. Matsuoka e Hoffmann (1993) relatam que nas variedades de cana-de-açúcar, a curva de maturação é diferente, sendo distintas a porcentagem de sacarose e a qualidade da fibra.

Segundo Oliveira (1999) a maturação da cana-de-açúcar ocorre da base para o ápice do colmo, nos distintos nós e entrenós. A cana imatura apresenta valores distintos nesses segmentos, os quais vão se aproximando no processo de maturação.

Kung Jr. e Stanley (1982) caracterizaram o valor nutritivo da cana-de-açúcar entre 6 e 24 meses de crescimento e as principais variações na composição bromatológica foram: o conteúdo de MS aumentou de 21,4 para 31,5%; o teor de PB diminuiu de 6,4 para 1,8% na MS; os teores de FDN e FDA diminuíram, respectivamente, de 68,5 para 52,6% e de 41,5 para 34,2% na MS; o teor de extrativo não nitrogenado aumentou de 47,7 para 65,5% na MS e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca aumentou de 52,6 para 60,3% da MS.

Com o início da estação chuvosa diminui o teor de carboidratos solúveis na planta e, portanto, nessa época o valor nutritivo da cana-de-açúcar é menor. Assim, o período no qual se recomenda utilizá-la é na seca, ou seja, quando a cana-de-açúcar apresenta níveis máximos de açúcares (Landell et al., 2002).

3.3.3 Silagem da Cana-de-açúcar

O sucesso no processo de ensilagem depende de se conseguir um ambiente anaeróbio o mais rápido possível, permitindo a acidificação do meio através da produção de ácidos orgânicos (queda do pH), controlando o desenvolvimento de fungos e bactérias presentes nas culturas (flora epífita), mantendo assim o material conservado.

A cana-de-açúcar possui características ideais para ensilagem, como alto teor de carboidratos solúveis, representado pela sacarose, alta produção de matéria seca, baixa resistência a queda do pH no silo, sendo que o reduzido teor de proteína bruta e a elevada concentração de carboidratos solúveis desta gramínea favorecem a baixa capacidade-tampão da forragem (Lima et al., 2002).

Alli et al. (1982) demonstraram que a ensilagem exclusiva da cana-de-açúcar é caracterizada por perda considerável de carboidratos solúveis da planta, redução rápida do pH para valores abaixo de 3,5 e formação de grandes quantidades de etanol. O valor de pH e os teores de nitrogênio amoniacal constituem os parâmetros mais facilmente empregados na avaliação da qualidade da silagem quanto às mudanças ocorridas durante a fermentação. Porém o pH em silagens de cana-de-açúcar não tem sido indicativo de adequada fermentação, tendo em vista que estas silagens atingem pH abaixo de 4,0 com 2 a 3 dias de fechamento do silo (Pedroso, 2003), tempo insuficiente para estabilização do processo fermentativo.

De acordo com Costa et al. (2001) três características podem interferir fortemente no processo de ensilagem: teor de matéria seca, poder tampão e teor de carboidratos solúveis das forrageiras. O teor de matéria seca das forrageiras no momento da ensilagem, além da produtividade e da qualidade da forragem na época do corte, determina a natureza da fermentação e a conservação da massa ensilada. Pesquisas apontam como ideal, valores próximos a 30-35% (Silveira, 1975). Teores mais elevados de umidade favorecem o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, com produção de ácido butírico e elevadas quantidades de efluentes, obtendo-se silagem de baixa qualidade.

A quantidade inicial de carboidratos solúveis na forrageira a ser ensilada contribui para uma rápida fermentação com produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico (Lopes, 1975). De acordo com Woolford (1984) e McDonald et al. (1991), os teores mínimos

de carboidratos solúveis que garantem adequada fermentação láctica estão na faixa de 8-10% da MS, enquanto outros autores preconizam 13-16% (Kearney e Kennedy, 1962) da matéria seca da forrageira.

A acidez atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microorganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, sensíveis a pH abaixo de 4,0 (Whittenbury et al., 1967). Um pH elevado indica perda de nutrientes, principalmente, proteínas resultando em material menos palatável e de odor desagradável (Faria, 1986).

Na forragem fresca, 75 a 90% do nitrogênio total está na forma de proteína, constituindo principalmente peptídeos, aminoácidos livres, amidas, nucleotídeos e clorofila. Durante a ensilagem, a ação de enzimas microbianas e da própria planta causam uma proteólise, onde cerca de 40 a 60% deste nitrogênio é solubilizado em compostos nitrogenados não protéicos. Rápidas taxas de redução de pH são importantes, pois a atividade das enzimas proteolíticas é inibida quando o pH reduz de 4,5 a 4,0 (Silveira, 1975).

Altos níveis de amônia têm sido associados a um grande desdobramento de aminoácidos e, de acordo com a maioria dos pesquisadores, é uma indicação de silagens de baixa qualidade. Com o propósito de estabelecer limites ou faixas de pH e nitrogênio amoniacal, Silveira (1975) diz ser boa silagem aquela que tem pH menor que 4,2 e nitrogênio amoniacal entre 5-8% do nitrogênio total.

Os maiores problemas observados na ensilagem de cana-de-açúcar são decorrentes da intensa atividade de leveduras que convertem os carboidratos solúveis em etanol, gás carbônico e água, levando a grandes perdas de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento no teor de fibra (Alli et al., 1982).

Bernardes et al. (2002) utilizando cana-de-açúcar com 12 meses de crescimento, mensuraram teor de 6,87% de etanol na matéria seca da silagem. Embora o etanol possa ser aproveitado como substrato energético, o etanol é rapidamente volatilizado no silo, podendo acarretar em perdas de até 48% da matéria seca (McDonald et al., 1991). A presença de etanol ainda pode causar rejeição dos animais ao alimento no cocho (Schmidt, 2006).

Segundo McDonald et al. (1991) as leveduras não são inibidas pelo pH das silagens, podendo ser encontradas com valores variando de 3,0 a 8,0. Em condições anaeróbias elas são capazes de tolerar ácidos orgânicos melhor do que qualquer microorganismo, obtendo energia pela fermentação de açúcares.

Evangelista et al. (2003) estudando o perfil de fermentação durante 100 dias, observaram redução acentuada no teor de matéria seca até o décimo dia (36% do material

original para 25,3%) e variação nos teores de FDN de 55,6% para 75,6% aos 50 dias e no teor de FDA modificação de 24,8% a 49,1% na matéria seca, aos 88 dias.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Local

Os trabalhos foram conduzidos em três propriedades localizadas no município de Santo Antônio da Platina no Estado do Paraná. As coordenadas geográficas do município de Santo Antônio da Platina são: latitude 023° 17' S e longitude 050° 04' W, com uma altitude média de 530 metros.

A área experimental constou de dois talhões de 1 ha cada, em cada uma das propriedades. A área foi delimitada por estacas de madeira, respeitando uma bordadura de 5 linhas de plantio em cada lado do talhão.

As áreas escolhidas estavam sob mesma condição de relevo, com mesmos tratamentos culturais e de adubação e estão localizadas em um raio de aproximadamente 5 km.

3.3.2 Clima, Precipitação e Solo

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, subtropical com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência a concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

O solo é classificado como argissolo vermelho de relevo levemente ondulado.

As precipitações pluviométricas mensais (mm) foram coletadas nas fazendas experimentais entre o período de novembro de 2004 a janeiro de 2006 e são apresentadas na Figura 2.

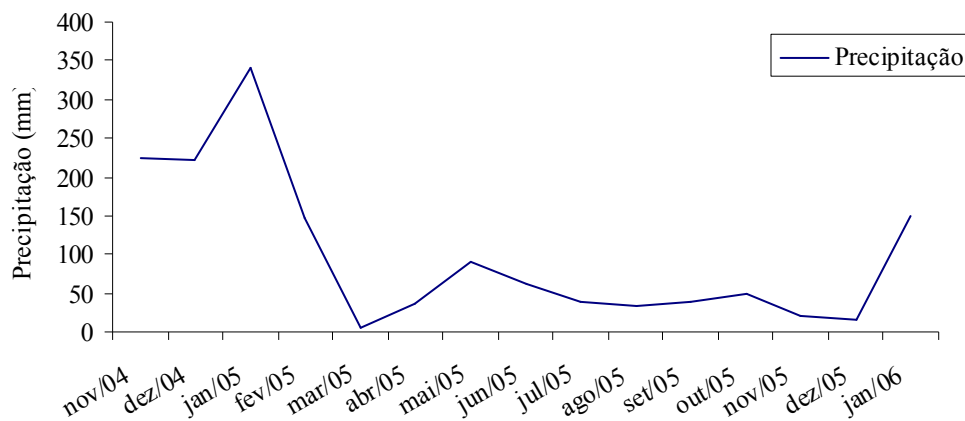


Figura 2- Precipitação mensal (mm) média nos meses de novembro de 2004 a janeiro de 2006 das 3 fazendas experimentais.

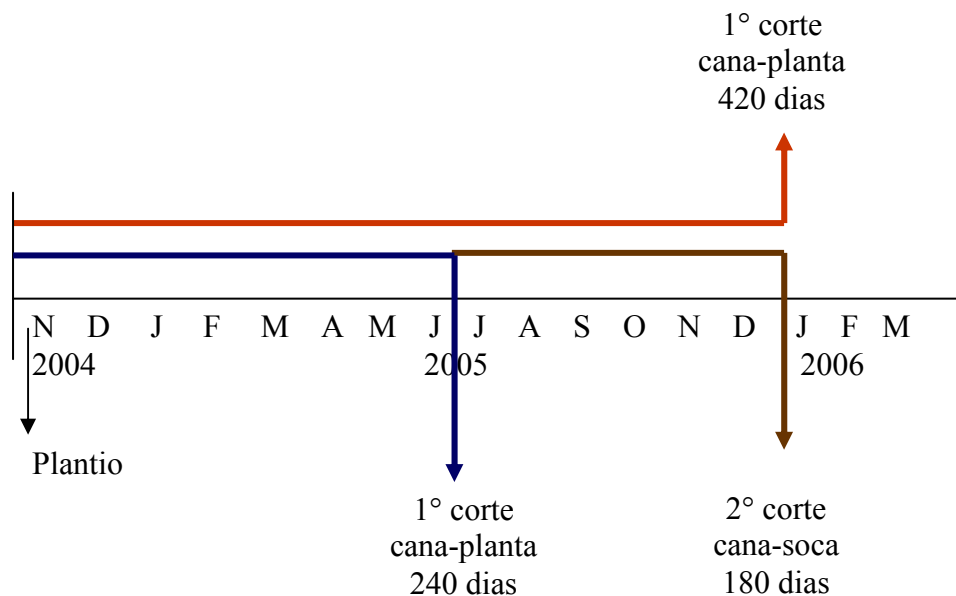
Fonte: O autor

3.3.3 Época de Plantio, Espaçamentos e Idade de Cortes

O sistema de plantio adotado foi de cana-de-ano, plantada em novembro.

Foram testados dois espaçamentos entrelinhas: 1,30 m como espaçamento tradicional e 0,90 m como espaçamento reduzido.

As idades de corte utilizadas foram de 180 dias para cana-soca, 240 para cana-planta e 420 dias para cana-planta. O primeiro corte foi realizado em julho, com a cana-planta de 240 dias de desenvolvimento, o segundo corte foi realizado em janeiro para a cana-de-açúcar de 180 dias de rebrote e 420 dias de cana-planta, como mostra o esquema a seguir.



3.3.4 Instalação e Condução dos Experimentos

Nos dias 09 e 10 de Novembro de 2004 promoveu-se a sulcação da área experimental à profundidade de 30 – 40 cm.

A adubação de plantio foi realizada no fundo dos sulcos antes da distribuição das mudas. Utilizou-se para esta adubação 60 kg de P_2O_5 e 100 kg de KCl por hectare.

Na distribuição das mudas utilizou-se a densidade média de 15 gemas por metro de sulco para ambos os espaçamentos, através da distribuição de colmos “pé com ponta, em seguida efetuou-se o corte manual das mudas em rebolos de 3 gemas e posteriormente cobertos com uma camada de solo.

Duas semanas após o plantio foi realizado o controle de invasora com herbicidas para folhas largas e gramíneas. Em Janeiro de 2005 houve novo controle de invasoras com aplicação de herbicida e capina manual. Para o talhão correspondente ao rebrote de 180 dias foi realizado novo controle de invasoras com aplicação de herbicidas em Outubro de 2005.

Foi realizada adubação de cobertura com 45 kg de nitrogênio por hectare em Fevereiro de 2005. No canavial que estava implantado a cana-de-açúcar para corte aos 180 dias foi feita nova adubação de cobertura, com 45 kg de N e 45 kg KCl, em Outubro de 2005.

O plantio, adubação e tratos culturais foram realizados simultaneamente nas três fazendas.

3.3.5 Tratamentos

Os tratamentos testados foram distribuídos em delineamento fatorial 2 x 6, com 5 repetições, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição dos tratamentos testados.

Tratamento	Espaçamento	Idade de corte
1	0,90 m	180 dias (cana-soca)
2	0,90 m	240 dias (cana-planta)
3	0,90 m	420 dias (cana-planta)
4	1,30 m	180 dias (cana-soca)
5	1,30 m	240 dias (cana-planta)
6	1,30 m	420 dias (cana-planta)

Fonte: O autor

Os espaçamentos de plantio entrelinhas adotado foram de 0,90 m (reduzido) e 1,30 m (tradicional). Foram realizados 1 ou 2 cortes no período de 420 dias. Logo obtivemos cana-de-açúcar plantada no espaçamento de 0,90 m e 1,30 m que foram submetidas a 1 corte durante 420 dias e obtivemos cana-de-açúcar plantada no espaçamento de 0,90 m e 1,30 m que foram submetidas a 2 cortes durante 420 dias, sendo o primeiro corte realizado quando a cana-de-açúcar estava com 240 dias de crescimento e o segundo corte quando a cana-de-açúcar possuía 180 dias de crescimento (rebrotar).

As três fazendas experimentais apresentavam todos os tratamentos implantados.

3.3.6 Colheita da Cana-de-açúcar

Os períodos de colheita foram em Julho de 2005 e Janeiro de 2006. Em Julho de 2005 procedeu-se o corte para a cana-de-açúcar com 240 dias (cana-planta). Em Janeiro de 2006 procedeu-se o corte para a cana de 180 dias (rebrotas) e 420 dias (cana-planta).

Foram escolhidas cinco linhas de plantio consecutivas para cada espaçamento testado, medindo 10 metros cada uma, conforme esquema 1 (Capítulo 2). Cortou-se manualmente 20 perfilhos, ao nível do solo, em cada linha, formando um feixe corresponde a cada linha de plantio. Foi mensurado o °brix conforme item 3.3.7.

Os feixes foram pesados e depois 20 cm da base do perfilho (tocos), para simulação do corte mecanizado, conforme Capítulo 2.

Os feixes e os tocos foram picados separadamente, sem a retirada da palha, através de uma picadora de forragem modelo estacionário, de modo que as partículas tivessem tamanho entre 1 e 2 cm.

3.3.7 Medição do °Brix

Para a determinação do °brix foi utilizado um refratômetro de campo (marca TOKYO® modelo 032), que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar.

O °brix da ponta, da base e do meio do perfilho foi determinado tomando-se aleatoriamente essas partes na colheita. Foram mensurados o °brix de 5 perfilhos para cada linha amostrada e os valores são apresentados como média aritmética dos 5 perfilhos avaliados.

3.3.8 Silos Experimentais

Como silos experimentais foram utilizados tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 60 cm de comprimento. Uma extremidade do silo foi fechada com tampa própria à vedação e a outra com duas lonas plásticas e lacradas com fita plástica.

3.3.9 Confeção da Silagem

Para confeção da silagem foi utilizada a parte do feixe sem os tocos, picados juntamente com a palhada, em picadeira modelo estacionário, em partículas de aproximadamente 1-2 cm.

A ensilagem foi realizada compactando-se 2,5 kg de cana-de-açúcar por silo. A compactação foi feita com um soquete de madeira em camadas de 5 a 10 cm de espessura, atingindo 550 kg/m³ por silo. Após a ensilagem, os silos experimentais foram guardados em pé em um local coberto, sob temperatura ambiente, até o momento da abertura.

Os silos foram abertos após 90 dias, desprezando a silagem que estava presente nas extremidades.

3.3.10 Análise das Amostras

3.3.10.1 Cana-de-açúcar fresca

Para a cana-de-açúcar fresca, amostras foram colhidas dos feixes e dos tocos, a partir do material previamente picado. As amostras foram identificadas, congeladas e posteriormente levadas ao laboratório para análise.

No laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná, as amostras foram preparadas para determinação do teor de matéria seca, para tanto foram pré-secas a 60°C em estufa com ventilação forçada.

Após secas, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm e devidamente identificadas.

As amostras secas foram analisadas para teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo AOAC (1990). Também foram determinados os componentes: fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina, de acordo com metodologia proposta por Goering e Van Soest (1970).

3.3.10.2 Silagem de Cana-de-açúcar

Os silos foram abertos após 90 dias da ensilagem. As amostras foram colhidas desprezando as porções das extremidades do silo (10 cm em cada extremidade), considerando apenas a parte central da massa ensilada, que foi homogeneizada para retirada amostra.

Para a mensuração do pH e nitrogênio amoniacal, amostras foram imediatamente preparadas para a determinação. As amostras utilizadas para análises químico-bromatológicas foram colocadas em bandejas de alumínio e secas em estufa com ventilação forçada a 60°C, moídas em moinho tipo Willey, peneira de 1 mm e devidamente armazenadas.

As amostras secas foram analisadas para teor de umidade e proteína bruta de acordo com a AOAC (1990). Também foram determinados os componentes: fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina de acordo com metodologia proposta por Goering e Van Soest (1970).

Para determinação do pH da silagem, 25 g de amostra úmida da silagem foram processadas com 225 mL de água destilada, em liquidificador, durante um minuto, em seguida o pH foi determinado no extrato através de um potenciômetro digital da marca Digimed® modelo DM 20.

Para determinação do nitrogênio amoniacal da silagem, foi amostrado 5 g de silagem úmida e deixadas em repouso com 250 mL de água destilada por 30 minutos, logo após adicionado 2 g de óxido de magnésio, destiladas e tituladas (Silva e Queiroz, 2002).

3.3.11 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, onde cada fazenda representou um bloco, com 5 repetições para cada tratamento.

Os dados experimentais foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância, por meio do programa STATISTICA 6.0. Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os blocos apresentaram diferenças estatísticas entre si e os dados dos blocos estão apresentados na forma de média.

Para a fração feixe foi detectado efeito de fazenda para os seguintes parâmetros: matéria seca, resíduo mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro e lignina. Para a fração toco: resíduo mineral, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Para as silagens: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, lignina, pH e nitrogênio amoniacal.

3.4.1 Fração Feixe

Na Tabela 7 estão apresentados os valores da composição bromatológica da fração feixe da cana-de-açúcar plantada em espaçamentos de 0,90 m e 1,30 m colhidas com 180, 240 e 420 dias de idade.

Analisando a composição bromatológica da fração feixe, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) do espaçamento de plantio para a mesma idade de corte. Esses dados corroboram com revisões realizadas por Pate et al. (2002), Pereira Júnior (1984) e Paranhos (1972) que pesquisando espaçamentos entrelinhas de plantio entre 1,00 m e 1,80 m não obtiveram alteração na composição bromatológica das plantas.

Tabela 7 - Teores de matéria seca (MS), °Brix, resíduo mineral (RM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) da fração feixe da cana-de-açúcar variedade RB72-454.

Table 7 - Average contents of dry matter (DM), °brix, as (ASH), ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin (LIG) of sheaf of sugarcane variety RB72-454..

Componentes Compounds	180 dias 180 days		240 dias 240 days		420 dias 420 days		EPM ¹
	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	
MS (%) DM (%)	16,00 c	16,63 c	21,30 b	21,90 b	25,48 a	25,15 a	0,143
°Brix °Brix	6,27 c	6,90 c	10,21 b	10,86 b	16,86 a	17,45 a	0,280
RM (%) ASH (%)	7,08 a	7,25 a	6,27 b	6,05b	4,79 c	4,41 c	0,126
EE (%) EE (%)	2,75 a	2,85 a	2,25 b	2,07 b	2,02 b	2,14 b	0,046
PB (%) CP (%)	5,37 c	5,62 bc	6,34 a	6,03 ab	3,44 d	3,50 d	0,091
FDN (%) NDF (%)	75,93 a	75,29 a	69,00 b	67,27 b	59,99 c	60,77 c	0,359
FDA (%) ADF (%)	43,56 a	43,62 a	42,10 a	43,04 a	36,61 b	35,84 b	0,301
LIG (% do FDA) LIG (% of ADF)	5,75 bc	4,77 c	7,00 ab	7,40 a	5,26 c	4,46 c	0,177

¹Erro Padrão da Média (Standard error of the mean)

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Averages followed of different letters in the lines, are different ($P < 0.05$) by Tukey test.

3.4.1.1 Matéria Seca e °Brix

O teor de matéria seca da cana-de-açúcar foi influenciado significativamente ($P < 0,05$) pela idade de corte. A cana-de-açúcar com 420 dias apresentou, em média, teores mais elevados de matéria seca (25,15% e 25,48%) quando comparada à idade de 240 dias (21,30% e 21,90%) e 180 dias (16,00% e 16,63%), conforme se verifica na Tabela 7.

Andrade et al. (2003), avaliaram 60 cultivares de cana-de-açúcar para alimentação animal e obtiveram valores entre 24,39% a 36,84%, sendo que mais da metade dos cultivares testados apresentaram teores acima de 25% de matéria seca. Freitas et al. (2006b) encontraram teores de matéria seca de 26% e 27,8% para cana-de-açúcar colhida aos 330 dias (maio) e 390 dias (junho), respectivamente. Hernandez et al. (1997) encontraram valor de 32,55% de matéria seca para a mesma variedade deste estudo.

O aumento do teor de matéria seca ocorre com o avanço do ciclo vegetativo da planta, na cana-de-açúcar o maior contribuinte no aumento do teor de matéria seca são os carboidratos solúveis, quase que exclusivamente a sacarose. A variedade RB72-454 utilizada neste experimento é de acúmulo médio-tardio, ou seja, apresentam teor de sacarose superior a outras variedades no meio da safra (julho, agosto, setembro). De acordo com Barbosa e Silveira (2006), a cana-de-açúcar perde aproximadamente 10% de umidade no período compreendido entre os meses de abril até novembro. Essa perda de umidade é explicada pelo aumento do brix a partir de abril, devido ao acúmulo de sacarose, e também pela restrição ao crescimento vegetativo em temperaturas menores do que 14 a 19°C e favorecimento do processo de maturação.

Os menores teores de matéria seca encontrados neste estudo para a cana-de-açúcar de 420 dias estão relacionados à época de colheita do material (janeiro) caracterizada pelo acúmulo tardio de sacarose na variedade RB72-454 e pela precipitação característica neste período do ano, aumentando a participação de água na planta.

Neste trabalho o °brix sofreu efeito significativo ($P < 0,05$) da idade de corte. Sendo que os menores valores encontrados são para a cana-de-açúcar colhida em janeiro, com 180 dias (6,27 e 6,90). Para a cana de 420 dias, os teores encontrados estão próximos aos relatados por Rodrigues et al. (1997), de 17,8 para a mesma variedade com 450 dias de idade. Porém abaixo do encontrado por Shigaki et al. (2003) de 21,93, com cana-de-açúcar RB72-454 cortada aos 330 dias (setembro).

A época em que é realizada a colheita da cana-de-açúcar é determinante no teor de sacarose presente nos colmos, tendo em vista que o acúmulo de sacarose é fortemente influenciado pelas condições ambientais, desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento vegetativo (temperaturas mais baixas, períodos de seca moderados e carência de nitrogênio).

No presente estudo a cana-de-açúcar colhida em janeiro (época das águas), referente a 180 e 420 dias não sofreu período de restrição hídrica, o que seguramente influenciou de maneira negativa para o acúmulo de sacarose e também a precipitação atuou como fator diluente da sacarose que estava presente nas plantas.

Os valores de brix encontrados para a cana-de-açúcar com 240 dias (10,21 e 10,86) estão abaixo dos relatados por Banda e Valdez (1976), que obtiveram valores próximos a 14,5, com cana-de-açúcar com 240 dias e abaixo dos encontrados por Rocha et al. (1997) de 15,1 para a mesma variedade utilizada neste experimento. Os baixos teores observados neste trabalho estão correlacionados com a época de colheita dessas plantas (julho). A variedade

utilizada neste experimento é considerada média-tardia em acúmulo de sacarose, sendo assim, a maior presença de sacarose nos internódios ocorreria em setembro-outubro.

3.4.1.2 Resíduo Mineral

A fração de resíduo mineral foi diferente significativamente ($P < 0,05$) entre as idades de corte. Os maiores valores são para cana com 180 dias e decrescem com o avanço da idade, variando de 4,41% a 7,25%. Os valores encontrados estão dentro da faixa de valores compilados por Nussio et al. (2006) de 0,81 e 6,42%, com exceção da cana com 180 dias (7,08% e 7,25%). Entretanto, estes valores estão próximos aos citados por Kung Jr. e Stanley (1982), quando avaliaram cana-de-açúcar com 180 dias de idade e obtiveram teores de resíduo mineral de 7,43%.

3.4.1.3 Extrato Etéreo

Neste trabalho, os teores de extrato etéreo para cana-de-açúcar sofreram efeito significativo ($P < 0,05$) da idade de corte. Os maiores teores se encontram para cana-de-açúcar com 180 dias de 2,85% e 2,75%, os teores para cana-de-açúcar para 240 dias e 420 dias não diferiram estatisticamente e apresentam média de 2,12%. Kung Jr. e Stanley (1982) relatam valores de 3,2% e 2,6% para cana-de-açúcar com 180 dias e 270 dias, respectivamente. Valores compilados por Pinto et al. (2003) relataram média de 1,47% e Mello et al. (2006) de 0,68% para cana-de-açúcar com 450 dias.

De acordo com Teixeira (2004), o teor de extrato etéreo na cana é representativo da camada de material seroso que recobre o colmo e, mesmo os teores encontrados neste trabalho estarem de acordo com a literatura, cabe ressaltar que a análise de extrato etéreo remove também ceras, pigmentos e compostos lipossolúveis, que pode resultar em teor de gordura super estimadas.

3.4.1.4 Proteína Bruta

Os teores de proteína bruta variaram significativamente ($P < 0,05$) de acordo com as idades de corte. A média para cana de 180, 240 e 420 foram, respectivamente, 5,49%, 6,18% e 3,47%.

Os valores encontrados neste trabalho estão acima dos relatados na literatura para a cana-de-açúcar de 420 dias, que de acordo com Oliveira et al. (1999) e Hernandez et al. (1997), situam-se em média de 2,3% para cana-de-açúcar em estágio de maturação.

Entretanto, estão de acordo com obtidos por Andrade et al. (2004), que analisaram 60 genótipos de cana-de-açúcar e observaram teores de 3,20% para cana-de-açúcar com 360 dias. Santos et al. (2006) encontraram valor de 4,08% de proteína bruta para cana-de-açúcar com 330 dias de idade e Mello et al. (2006) obtiveram o maior valor médio de proteína bruta, dentre 9 variedades testadas, para a variedade RB72-454 com teor de 3,34% para cana-de-açúcar com 450 dias de idade.

Considerando a cana-de-açúcar com 180 dias de idade, encontramos teor médio de proteína bruta de 5,4%, valor inferior ao relatado por Kung Jr. e Stanley (1982) que obtiveram teor de 6,4%. Para a cana-de-açúcar com 240 dias de idade, o valor médio encontrado é de 6,18%, acima do relatado por Banda e Valdez (1976) de 4,19%.

O maior teor de proteína bruta para a cana-de-açúcar de 240 dias comparado com a cana-de-açúcar com 180 dias estão contrários aos observados por Banda e Valdez (1976) e Kung Jr. e Stanley (1982) que obtiveram decréscimo no teor de proteína bruta com o avanço da idade. É fato que a cana-de-açúcar colhida com 240 dias teve seu crescimento entre período de novembro a julho, se beneficiando de todo o período do verão, que apresenta condições climáticas ideais ao crescimento vegetativo da cana-de-açúcar. O maior teor de proteína bruta provavelmente deva-se ao maior número de folhas (observação visual) e a maior atividade enzimática presente nesta fase, contudo a diferença numérica no teor de proteína bruta entre as idades de 180 e 240 dias é reduzida.

O maior teor de proteína bruta para a cana-de-açúcar de 180 e 240 dias, observado neste trabalho, é explicado pela maior participação de folhas de ponta (ponteiro), presentes na planta nestes estádios de desenvolvimento. De acordo com Rodrigues et al. (1997), as folhas da cana têm conteúdo de nitrogênio 5 a 6 vezes superior aos colmos e com o avanço dos estádios de desenvolvimento ocorre maior desenvolvimento do colmo em relação ao número de folhas, reduzindo a proporção folhas/colmo, diminuindo o teor de proteína das plantas no final do ciclo.

Entretanto, de acordo com Teixeira (2004), buscar o aumento na proporção de folhas na cana, com vista à melhoria no teor de proteína bruta, não é de real importância, uma vez que as folhas têm maior teor de FDN e menor digestibilidade que os colmos. Sendo assim, na opinião desse autor, as canas desejáveis nutricionalmente deveriam ter baixo teor de proteína bruta, refletindo a alta proporção de colmos, este último positivamente correlacionado com a digestibilidade. Entretanto, devemos lembrar que a base do agronegócio da cana-de-açúcar tem sido o melhoramento genético baseado em parâmetros de importância para a indústria, principalmente no que se refere ao acúmulo de açúcar.

A primeira tentativa de buscar uma variedade mais adaptada para alimentação animal foi realizada pelo Instituto Agrônômico (IAC), que lançou a variedade IAC86-2480 em 2002. Pesquisadores desta instituição priorizaram, no processo de seleção, a digestibilidade da fibra e seu conteúdo de açúcares, além de características de produtividade.

3.4.1.5 Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina

No que se refere aos teores dos componentes de parede celular, aqui expresso em %FDN, %FDA e %lignina, os valores apresentam o mesmo comportamento da proteína bruta e resíduo mineral, decrescendo com o avanço da idade. Os dados estão de acordo com as amplitudes de variação observadas por Azevêdo et al. (2003), Fernandes et al. (2003), Freitas et al. (2006b).

Análise para FDN demonstrou efeito significativo ($P < 0,05$) para a idade de corte. O menor teor de FDN está presente na cana colhida aos 420 dias (valor médio de 60,38%), como efeito da diluição dos componentes da parede celular, devido ao aumento do teor de sacarose promovido pela maturação da planta, como pode ser observado através dos valores de °brix (Tabela 3).

Dados apresentados neste trabalho para o teor de FDN são superiores de valores apresentados para a mesma variedade por Oliveira et al. (1999) 40,86%; Faria et al. (1998) 45,7%, Shigaki et al. (2003) 46,96%; Santos et al. (2006) 48,60%.

Outros trabalhos, como de Rodrigues et al. (2001) e Freitas et al. (2006a) encontram teores de 50,86% e 55,46%, respectivamente. Ambos experimentos colheram a cana-de-açúcar no mês de maio, com 12 e 11 meses de idade. O maior teor de FDN, assim como o observado neste trabalho, pode ser resultado do acúmulo tardio de sacarose, característica varietal da RB72-454.

Os teores obtidos para a idade de 180 e 240 dias obtiveram média de 75,61% e 68,13%, respectivamente. Independente da idade de corte, os teores encontrados estão acima dos recomendados por Rodrigues et al. (1997), que preconizam teores de FDN mais baixos que 52%, pois a fibra poderá limitar em determinado grau a ingestão de cana-de-açúcar, comprometendo o desempenho animal.

O efeito do amadurecimento tardio da variedade utilizada neste experimento também afetou os teores de FDA e lignina. Da mesma forma que para o teor de FDN, a idade de corte exerceu efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o teor de FDA e lignina.

O teor médio de FDA para a cana-de-açúcar de 180, 240 e 420 dias foi de 43,59%, 42,57% e 36,22%, respectivamente. Entretanto não foi observado efeito significativo da idade

de corte ($P>0,05$) para a cana-de-açúcar colhida aos 180 e 240 dias. Os dados obtidos estão próximos aos relatados por Kung Jr. e Stanley (1982), que encontraram valores de 41,5% para cana com 180 dias e 40,8% para 270 dias.

Considerando a cana-de-açúcar com 420 dias, os valores encontrados (36,61% e 35,54%) são superiores a média apresentada por Pinto et al. (2003) de 31,12% e 30,3% por Teixeira et al. (2004). Valores inferiores são relatados na literatura por Oliveira et al. (1999) de 25,5%; Santos et al. (2006) de 26,2%; Faria et al. (1998) de 26,7% FDA; e Freitas et al. (2006a) de 32,3%.

A fração FDA das forragens é constituída principalmente pelas frações celulose e lignina (Van Soest, 1994) que vão aumentando com o avanço da idade das plantas, implicando na qualidade do alimento. Os maiores teores observados neste trabalho com relação a trabalhos expostos por outros autores devem-se ao efeito da época de colheita. É provável que houve mobilização dos carboidratos solúveis para nova fase de crescimento vegetativo, aumentando assim a participação do FDA na análise.

O teor de lignina sofreu efeito significativo ($P<0,05$) de idade de corte, sendo o maior valor encontrado para a cana-de-açúcar com 240 dias, com valor médio de 7,2%, estando próximo do apresentado por Banda e Valdez (1976) de 6,24% de lignina para cana-de-açúcar com 240 dias.

Os teores para a cana-de-açúcar com 180 dias e 420 dias não diferiram estatisticamente entre si. O menor teor observado para a cana-de-açúcar colhida com 180 dias (5,26%) é resultado do material ser muito novo e ainda não ter completado a fase de diferenciação e maturação dos tecidos para iniciar a lignificação. No caso da cana-de-açúcar com 420 dias (4,86%), o menor teor é explicado pela diluição dos componentes da parede celular devido ao acúmulo de sacarose, como pode ser observado pelo °brix.

Considerando a cana-de-açúcar colhida aos 420 dias encontramos valor médio de 4,86% lignina, dentro da faixa de variação obtida por Andrade et al. (2004) que analisando 60 variedades de cana-de-açúcar, colhida aos 360 dias relataram variação de 2,71% a 7,11% da FDA.

Azevêdo et al. (2003) encontraram valor médio de 14,10% da FDN para 15 variedades analisadas; Mello et al. (2006) com 11,54% do FDN; Freitas et al. (2006a) e Freitas et al. (2006b) relataram teores de 11,6% e 14,7% da FDN para a variedade RB72-454 colhida aos 420 dias.

3.4.2 Fração Toco

Na Tabela 8 estão apresentados os valores da composição bromatológica da fração toco das canas plantadas em espaçamentos de 0,90 m e 1,30 m colhidas com 180, 240 e 420 dias de idade.

Tabela 8 – Teores de matéria seca (MS), resíduo mineral (RM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) da fração toco da cana-de-açúcar, variedade RB72-454.

Table 8 - Average contents of dry matter (DM), ash (ASH), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber(ADF) and lignin (LIG) of stubble of sugarcane, RB72-454 variety.

Componentes Compounds	180 dias 180 days		240 dias 240 days		420 dias 420 days		EPM ¹
	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	
MS (%) DM (%)	15,99 c	16,63 c	23,09 b	24,60 ab	25,10 a	25,47 a	0,200
RM (%) ASH (%)	5,40 a	5,15 a	3,89 b	3,03 bc	3,29 bc	2,50 c	0,137
EE (%) EE (%)	2,01 a	1,87 a	1,48 b	1,29 b	1,49 b	1,35 b	0,029
PB (%) CP (%)	3,26 c	3,82 bc	5,10 a	4,30 b	2,96 c	2,92 c	0,085
FDN (%) NDF (%)	62,84 a	61,20 a	53,03 b	49,66 c	49,23 c	50,28 c	0,430
FDA (%) ADF (%)	37,90 a	36,95 a	34,03 b	31,26 c	31,21 c	31,67 c	0,288
Lignina (% do FDA) Lignin (% of ADF)	4,10 b	4,24 b	5,96 a	5,05 ab	4,03 b	5,11 ab	0,156

¹Erro Padrão da Média (Standard error of the mean)

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Averages followed of different letters in the lines, are different ($P < 0.05$) by Tukey test.

O objetivo da análise bromatológica da fração toco foi indicar a composição do material referente ao toco que permanece na soqueira em situação de colheita mecanizada, como explicado no Capítulo 1 e como pode ser observado na Tabela 8.

3.4.2.1 Matéria Seca

Os menores valores de matéria seca foram encontrados para os tocos da cana-de-açúcar referente ao corte com 180 dias de crescimento e não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os espaçamentos de plantio (15,99 e 16,63%).

O teor de matéria seca para a fração toco de 240 dias não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os tocos da cana-de-açúcar colhida aos 420 dias, indicando que os perfilhos mais desenvolvidos já teriam iniciado o processo de acúmulo de sacarose nos entrenós basais dos colmos mais velhos, como resultado da produção de excedente de fotoassimilados (Segato et al., 2006).

3.4.2.2 Proteína Bruta

O teor de proteína bruta da fração feixe possui média de 5,49%, 6,18% e 3,47% para as idades de 180, 240 e 420 dias, respectivamente. Esses valores são superiores aos observados para a fração toco, de 3,54%, 4,79% e 2,89%, nas idades de 180, 240 e 420, respectivamente. Pode-se afirmar que o menor teor seja devido a pouca ou ausência de folhas na porção do toco, que contribuiriam para aumentar o teor de nitrogênio na análise.

Considerando as perdas da fração toco na forma de proteína, as quantidades neste trabalho variaram entre 73,33 a 186,67 kg/ha.

3.4.2.3 Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido e Lignina

Para os teores de FDN e FDA da fração toco, assim como da fração feixe, também apresentaram redução no valor das observações.

Comparando 180, 240 e 420 dias podemos observar teores de FDN da fração feixe e toco, respectivamente, 75,61; 68,13 e 60,38% para 66,02; 51,35 e 49,75%, ou seja, redução de 12%, 24% e 17% no teor de FDN na fração toco.

Para o FDA observamos redução de 14%, 23% e 13% na fração toco, para as idades de 180, 240 e 420 dias.

Analisando essas proporções, pode observar que o maior efeito de redução no teor de FDN e FDA ocorre para a cana-de-açúcar com 240 dias (início da maturação), indicando que a presença dos carboidratos solúveis foi o fator diluente do teor de fibra.

A Tabela 9 traz os valores em kg/ha de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido que permanece no canavial. As magnitudes apresentadas estão correlacionadas com a produtividade obtida em cada situação de idade e espaçamento de plantio.

Tabela 9 – Quantidades de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) da fração toco da cana-de-açúcar, variedade RB72-454.

Table 9 - Average contents of dry matter (DM), as (ASH), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin (LIG) of stubble of sugarcane, RB72-454 variety.

Componentes Compounds	180 dias 180 days		240 dias 240 days		420 dias 420 days	
	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	1,30 m	0,90 m
	PB (kg/ha) CP (kg/ha)	73,33	90,00	186,67	120,00	106,67
FDN (kg/ha) NDF (kg/ha)	1406,67	1420,00	1956,67	1426,67	1866,67	1463,33
FDA (kg/ha) ADF (kg/ha)	850,00	850,00	1270,00	910,00	1196,67	923,33

3.4.3 Silagem

Na Tabela 10 estão apresentados os dados de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, pH e nitrogênio amoniacal, após 90 dias de ensilagem da cana-de-açúcar.

As silagem de todos os tratamentos apresentaram maiores concentrações dos componentes da fibra e proteína e redução no teor de matéria seca em relação aos valores das canas-de-açúcar correspondentes, antes da ensilagem. A única exceção foi para o teor de matéria seca da cana colhida aos 180 dias.

Tabela 10 – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens de cana-de-açúcar.

Table 10 – Average contents of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), pH and ammonia-N (N-NH₃) of sugarcane silages.

Parâmetros Parameters	180 dias 180 days		240 dias 240 days		420 dias 420 days		EPM ²
	0,90 m	1,30 m	0,90 m	1,30 m	1,30 m	0,90 m	
	MS (%) DM (%)	17,97 c	18,85 c	20,19 b	20,54 b	24,29 a	
PB (% da MS) CP (% of DM)	5,04 b	5,40 b	6,37 a	6,11 a	3,71 c	3,91 c	0,132
FDN (% da MS) NDF (% of DM)	79,76 a	78,73 a	73,50 b	71,12 b	73,40 b	73,56 b	0,456
FDA (% da MS) ADF (% of DM)	49,79 a	49,24 a	45,53 b	45,27 b	45,68 b	45,94 b	0,298
pH pH	4,13 a	3,85 b	3,97 b	3,87 b	3,45 c	3,50 c	0,035
N-NH ₃ ¹ N-NH ₃ ¹	2,06 c	1,73 c	2,52 b	2,16 bc	3,10 a	2,59 b	0,001

¹ Em % do N total (% of N total)

² Erro Padrão da Média (Standard error of the mean)

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.
Averages followed of different letters in the lines, are different (P<0.05) by Tukey test.

3.4.3.1 Matéria Seca

A análise para teor de matéria seca das silagens apresenta diferença significativa ($P < 0,05$) para as idades de corte, sendo os menores teores para a silagem de cana-de-açúcar com 180 dias (18,41%).

Comparando com os dados apresentados na Tabela 3, podemos observar que houve aumento do teor de matéria seca para duas das seis observações. O aumento no teor de matéria seca foi observado para a silagem de cana-de-açúcar de 180 dias, possivelmente devido a maior produção de efluentes que migraram para a parte de baixo do silo experimental, parte essa da massa que foi descartada na amostragem.

Para Rotz e Muck (1994)¹¹, citado por Pedroso (2003), o objetivo primário da conservação de forragens é manter a matéria seca colhida com perdas mínimas dos nutrientes. Esses autores afirmam que as perdas médias na produção de silagem variam de 14 a 24%, de modo que aproximadamente a metade das perdas ocorre durante a estocagem e que, geralmente, a soma das perdas físicas ou a exaustão de nutrientes como os carboidratos solúveis ocasionam aumentos de 3 a 12 pontos percentuais no teor de FDN na matéria seca de silagens produzidas e pequena variação, para menos ou para mais, na concentração de proteína.

Os valores de matéria seca para a cana-de-açúcar ensilada com 180 dias (18,41%) estão de acordo com os relatados por Kung Jr. e Stanley (1982), que obtiveram valor de 18,71%. Segundo dados destes autores, a redução no teor de matéria seca observado para silagem de cana-de-açúcar com 180 dias foi de 16%.

Para a silagem de cana-de-açúcar de 240 dias, os dados mostram média de 20,36% de matéria seca. Para idade de corte próxima a testada neste trabalho, encontramos referências de Kung Jr. e Stanley (1982) de 17,92% de matéria seca para silagem de cana-de-açúcar com 270 dias. Andrade et al. (2001) estudando o valor nutritivo de silagem com cana-de-açúcar cortada aos 210 dias obtiveram valores de matéria seca de 16,45%.

A média do teor de matéria seca para a cana-de-açúcar com 420 dias foi e 23,74%, aquém dos citados por Lima et al. (2002) de 27,59%, Lopes (2006) de 30,12%. Freitas et al. (2006b) e Santos et al. (2006) apresentaram valores mais próximos a esse estudo, de 20,7% e 23,59%, para cana-de-açúcar colhida aos 330 e 390 dias de crescimento, respectivamente.

¹¹ ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Forage quality, evaluation and utilization. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p.828-868.

A redução do teor de matéria seca do material *in natura* para o material ensilado foi de 5,74% para a idade de 240 dias e 6,24% para a idade de 420 dias. De acordo com pesquisa de Pedroso (2003) e Lopes (2006) as reduções de matéria seca obtidas foram de 14,76% e 23%, respectivamente, para cana-de-açúcar com 360 e 540 dias de crescimento.

De acordo com Woolford (1984), a redução de matéria seca está relacionada à diminuição de conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis, durante o processo fermentativo. Outras vias comuns de perdas de matéria seca são através do efluente e produção de água resultante de reações metabólicas. No caso de silagens de cana-de-açúcar, devido à elevada população de leveduras encontradas no material, no início do processo de ensilagem, as perdas de matéria seca provocadas pelo metabolismo destes microrganismos podem torna-se bastante significativas (McDonald et al., 1991).

3.4.3.2 Proteína Bruta

O teor de proteína bruta na matéria seca das silagens de cana-de-açúcar apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre as idades de corte e mantiveram a tendência de valores observadas na composição do material *in natura*, ou seja, maiores teores para cana de 240, 180 e 420 dias.

Os teores de proteína bruta das silagens aumentaram em quatro das seis observações. Lopes (2006) obteve aumento de 20,49% no teor de proteína bruta do material ensilado; Santos et al. (2006) obtiveram acréscimo de 27% e Pedroso (2004) obteve aumento de 6,68%. O aumento no teor de proteína bruta é explicado pela redução da fração solúvel presente na cana-de-açúcar. Neste trabalho ocorreu aumento de 4,9%, 1,0% e 9,79% para as silagens de cana-de-açúcar colhidas aos 180, 240 e 420, respectivamente.

O menor incremento no teor de proteína bruta observado neste trabalho é devido ao menor teor de sacarose presente no material ensilado comparado com os obtidos pelos autores citados acima. Quanto maior for a presença de sacarose na planta a ser ensilada maior serão as perdas no processo fermentativo, aumentando linearmente a participação dos teores de proteína bruta e dos componentes da parede celular.

3.4.3.3 Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido

Os teores de FDN neste trabalho oscilaram de 79,76% a 71,12%. De acordo com dados apresentados Schmidt (2006), testando diferentes idades de corte (12, 15 e 18 meses)

obteve valores de 61,3%, 65,8% e 67,9% de FDN na variedade IAC86-2480. Lima et al.(2002) obtiveram valores próximos a 59,35% para variedade RB72-454 com 390 dias de rebrota.

O teor de FDN neste trabalho estão acima dos citados por Pedroso (2003) que obteve valores de 59,5% para cana com 12 meses de crescimento e Nussio et al. (2006) que em revisão de análises realizadas no laboratório de bromatologia da USP/ESALQ, citaram como valor máximo encontrado de 72,42%.

Silagens bem manejadas apresentam aumento nas concentrações de FDN e FDA,variando entre 1% e 6% em relação aos teores originalmente presentes na forragem, como consequência da perda de carboidratos solúveis por respiração (Rotz e Muck 1994, citado por Pedroso, 2003).

O aumento no teor de FDN após o processo de ensilagem foi de magnitudes de 4,8%, 6,13% e 21,69% para a silagem de cana-de-açúcar colhidas aos 180, 240 e 420 dias, respectivamente. Pedroso (2003) obteve aumento de 12,5% e Lopes (2006) teores de 21,6%.

Segundo Pedroso (2003) tal fato ocorre por causa da redução nos teores dos carboidratos solúveis no processo de fermentação e segundo Schmidt (2006) o aumento nos constituintes da parede celular são proporcionais ao maior consumo de carboidratos solúveis. Este comportamento pode ser observado neste trabalho, onde a silagem de cana-de-açúcar colhida aos 420 dias apresentou maior aumento percentual nos constituintes da parede celular.

De acordo com os dados deste estudo, verificou-se um aumento médio de 43,59% para 49,51%; 42,57% para 45,38% e 36,22% para 45,81% para o teor de FDA do material *in natura* e ensilado nas idades de 180, 240 e 420 dias, respectivamente. Lima et al. (2002) encontraram valores de 55% para a variedade RB72-454 colhida aos 390 dias.

3.4.3.4 Valor de pH e Nitrogênio Amoniacal

A maior parte dos trabalhos com silagem de cana-de-açúcar apontam valores de pH entre 3,2 e 3,8 (Pedroso, 2003; Lopes, 2006; Santos et al., 2006). Entretanto, Schmidt (2006) ressalta que estudos de dinâmica de fermentação de silagens de cana-de-açúcar já obtêm valores de pH próximos a 4,0 no segundo dia de fechamento do silo. Este autor afirma que em substratos com alto teor de carboidratos solúveis, como a cana-de-açúcar, o pH não é inibitório para as leveduras, que podem se desenvolver nesses ambientes sob pH de 3,5 ou inferior.

Schmidt (2006) expõe em seu trabalho de pesquisa que o pH não pode ser exclusivamente utilizado como medida de qualidade das silagens de cana-de-açúcar, uma vez que essa variável não está associada a estabilização da fermentação e redução de perdas neste tipo de material.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, os valores de pH da cana-de-açúcar ensilada situam-se entre 3,50 e 4,43. De maneira geral, o pH nas silagens foram superiores para a cana mais nova e diminuindo conforme ocorre o aumento da idade. O menor teor de matéria seca na cana de 180 dias e a carência de carboidratos solúveis podem ter limitado o processo de fermentação e a queda do pH.

De modo geral, a faixa de pH encontrada neste trabalho está de acordo com a relatada por Pedroso (2003) que obteve valor de 3,69; Lopes (2006) de 3,76; 3,47 obtido por Santos et al. (2006) e 3,52, 3,68 e 3,57 para canas de 180, 270 e 450, respectivamente, no estudo de Kung Jr. e Stanley (1982).

Os resultados de nitrogênio amoniacal, expressos em % do nitrogênio total, situam-se entre 1,58 e 3,66% e não sofreram efeito significativo ($P>0,05$) na idade de corte. Esses valores estão na amplitude relatada por Lopes (2006) que obteve 2,06%; Lima et al (2002) 3,05 e 3,21% e estão dentro dos estabelecidos por Silveira (1975) de 5-8% do nitrogênio total.

3.5 CONCLUSÕES

A redução do espaçamento de plantio, de 1,30 m para 0,90 m não alterou as características nutritivas da cana-de-açúcar.

A perda no valor nutritivo na silagem de cana-de-açúcar aumentou conforme a maturidade da planta, devido ao maior consumo dos carboidratos presentes na forragem em estágio de maturação.

3.6 LITERATURA CITADA

- ALLI, I.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, p.411-417, 1982.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, v.63, n.3, p.341-349, 2004.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, p.287-296, n. 4, 2003
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com 0,25% de hidróxido de sódio e 0,50% de uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD ROOM.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington D.C.: AOAC, 1990. 1015 p.
- AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Tampico, v.1, n.2, p.94-97, 1976.
- BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.245-276.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.
- BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987. p.55-57
- BOIN, C., TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.
- CONAB (2006). Avaliação de safra de cana-de-açúcar 2006/2007: Segundo levantamento. Agosto, 2006. < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento_cana-de-açúcar_safra_2006_07.pdf > (Acesso em 18 de janeiro 2007)
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.87-126.

- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; SIQUEIRA, G.R.; et al. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.
- FARIA, A.E.L.; OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M. et al. Avaliação da cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.79-81.
- FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.119-144.
- 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.32, n.4, p.977-985, 2003.
- FRANÇA, A.F.S.; MELLO, S.Q.S; ROSA.B. et. al. Avaliação do potencial produtivo e das características químico-bromatológicas de nove variedades de cana-de-açúcar irrigada. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, art.#7, 2006.
- FREITAS, A.W.P; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.229-236, 2006a.
- FREITAS, A.W.P; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
- HERNANDEZ, M.R.; SAMPAIO, A.A.M.; OLIVEIRA, M.D.S. et al. Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através do estudo de digestibilidade aparente com bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.443-445.
- KEARNEY, P. C., KENNEDY, W. K. Relationships between losses of fermentable sugars and changes in organic acid as silage. **Journal Agronomy**, v.54, n.2, p.144-15, 1962.
- KUNG Jr., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.689-696, 1982.
- 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: IAC, 2002. p.2-19 (Boletim Técnico n. 193)
- LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.77-105.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

- LOPES, J. Valor nutritivo das silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 187-218.
- LOPES, J. **Qualidade da silagem de cana-de-açúcar elaborada com diferentes aditivos.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 85 p. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagens) Universidade Federal de Lavras, 2006.
- MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.17-35.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** Ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991.
- MELLO, S.Q.; FRANÇA, A.F.S; LIMA, M.L.M. et al. Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.373-380, 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., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.277-328.
- OLIVEIRA, M.D.S.; TOSI, H.; SAMPAIO, A.A.M. et al. Avaliação de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.8, p.1435-1442, 1999.
- PARANHOS, S.B. **Espaçamentos e densidades de plantio em cana-de-açúcar.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972.
- PATE, F.M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J.D. **Sugarcane as cattle feed: production and utilization.** Flórida: Department of Animal Science, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2002. p.2-8. (Bulletin, 844).
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
- PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1984. 123p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1984.
- PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y. Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Semina: ciências agrárias**, v.24, n.1, p.73-84, 2003.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v.1, p. 120-126, 1976.
- PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR http://www.udop.com.br/geral.phpitem=variedades_rb (Acesso em 07 de Fevereiro de 2007)
- RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; PINTO, R.V.G. et. al. Ruminant silage degradability and productivity of forage. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.457-463, 2003.
- ROCHA, R.; MIRANDA, M.; GONDIN, P. Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no oeste de Santa Catarina. In: REUNIÃO ANUAL DA

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.92-93.
- RODRIGUES, J.D., “Fisiologia da cana-de-açúcar”, 1995, <<http://www.residenciaagronomica.ufpr.br/bibliografia/MATURAD.pdf>> (Acesso em 24 de Janeiro de 2007)
- RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.12, p.1333-1338, 1997.
- RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD-ROM.
- SANTOS, R.V; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1184-1189, 2006.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar.** Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2006. 229p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2006.
- SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V., PINTO, A.S., JENDIROBA, E. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 2006. p.19-36.
- SHIGAKI, F.; FREITAS, N.; BERTO, A. et al. Avaliação do valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar para alimentação bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: SIMPÓSIO SOBRE VOLUMOSOS PARABOVINOS, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.59-74.
- SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 2º Piracicaba, ESALQ, 1975. **Anais...** p. 156-180
- TEIXEIRA, C.B. **Determinantes da degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2004.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N. et al. Consumo voluntário e digestibilidade aparente do caroço integral de algodão e bagaço hidrolisado de cana-de-açúcar para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p. 38-48, 1995.
- WHITTENBURY, R., McDONALD, P., BRYAN-JONES, D. J. A short review of some biochemical and microbiological aspects of silage. **Journal of Science Food and Agricultural**, v.18, p.441-44, 1967.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A adoção de espaçamento de plantio de 0,90 m aumenta a produtividade em virtude do maior número de perfilhos por área, sem afetar significativamente o peso médio dos colmos.

A utilização de 2 cortes na cana-de-açúcar no período de 420 dias comprometeu a produtividade da cana-de-açúcar.

A adoção de cortes em idades de ciclo vegetativo da cana-de-açúcar deve ser realizada com cautela, tendo em vista que a cana-de-açúcar aumenta seu valor nutritivo com o avanço da idade da planta.