Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Avaliação nutricional da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal

Rodrigo Dener Ribeiro Tabone Thiago

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Rodrigo Dener Ribeiro Tabone Thiago
Zootecnista

Avaliação nutricional da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal

Orientador:
Prof. Dr. **LUIZ GUSTAVO NUSSIO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2008

Aos meus pais

Dulce Ribeiro Tabone e Humberto Thiago da Silva

DEDICO.

À minha avó Tereza Ribeiro Tabone

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por toda força e coragem, para seguir em frente e vencer os obstáculos.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ), por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao Professor Dr. Luiz Gustavo Nussio pela oportunidade e orientação na realização desse trabalho, exemplo de profissionalismo e caráter.

À Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Instituto Agronômico de Campinas, IAC) – Pólo de Ribeirão Preto, SP, em especial ao Dr. Marcos Guimarães de Andrade Landell e ao Dr. Ivan Antônio dos Anjos, pela oportunidade e atenção.

Às empresas Menta Mit Máquinas Agrícolas e Valtra, pelo fornecimento de máquinas e implementos para realização do trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto.

À Equipe de Qualidade e Conservação de Forragens, em especial aos grandes amigos Rodrigo S. Goulart (Chara), Thiago F. Bernardes (Severino), Jhones O. Sarturi, João Luiz P. Daniel e Rafael Camargo. Aos amigos e companheiros Maity Zopollato, Bruna C. Matos, Oscar Cézar M. Queiroz, Mateus C. Santos, Vanessa P. dos Santos, José Guillermo M. Maldonado, Gisele B. Muraro, Sergio Gil de Toledo Filho. Obrigado pela ajuda, amizade e pelos ensinamentos.

À todos os estagiários que passaram pela equipe durante esses últimos anos.

Aos grandes e eternos amigos de república (Tapéra Véia), Marlon, Nino, Yuri e Tiago. Obrigado pela convivência, apoio e conselhos.

Aos amigos de Pós-Graduação: Juninho, Neto, Marcão, Harry, Evandro, Shimu, Ingrid, Vinícius, Pelego, Jorge e ao grande amigo Salim.

Aos amigos e parceiros da república Zona Rural.

Aos meus irmãos.

Aos amigos de longa data Denner, Marcelo, Bazé, Pedro, Cearense, Diego e ao Sr. João (Sucuri).

Aos meus Professores da graduação, em especial ao Luiz Carlos Vínhas Ítavo e ao Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior. Obrigado por todos os ensinamentos e incentivo.

Em especial à minha namorada, Susana Losi, pelo amor, paciência, apoio incondicional e compreensão durante todo esse tempo.

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

MUITO OBRIGADO!!

“O pessimista vê dificuldade em cada oportunidade. O otimista vê a oportunidade em cada dificuldade.”

Winston Churchill

SUMÁRIO

RESUMO.....11
ABSTRACT 13
LISTA DE FIGURAS 15
LISTA DE TABELAS 19
LISTA DE SIGLAS 21
1 INTRODUÇÃO 23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 27
2.1 A cultura e o melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil.....27
2.2 Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar.....29
2.3 Utilização da cana-de-açúcar para produção animal.....33
2.4 Relação fibra/açúcares em cana-de-açúcar.....37
2.5 Cana-de-açúcar variedade IAC86-2480.....38
2.6 Métodos de colheita de cana-de-açúcar destinada a alimentação animal.....39
2.6.1 Colheita manual.....39
2.6.2 Colheita mecânica.....40
3 MATERIAL E MÉTODOS.....43
3.1 Local e Período experimental.....43
3.2 Área experimental.....43
3.3 Clima e solo.....44
3.4 Variedade.....46
3.5 Tratamentos.....46
3.6 Amostragens.....47
3.7 Análises químico-bromatológicas.....48
3.8 Determinação do Brix.....49
3.9 Determinação do Pol.....49
3.10 Delineamentos experimental.....50
3.11 Produtividade, forragem disponível e perdas.....51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....53

4.1 Brix.....53
4.2 Pol.....55
4.3 Matéria Seca (MS).....58
4.4 Proteína Bruta (PB) 63
4.5 Matéria Mineral (MM).....66
4.6 Fibra em Detergente Neutro (FDN).....71
4.7 Fibra em Detergente Ácido (FDA).....75
4.8 Digestibilidade in vitro da matéria seca (DVIVMS).....79
4.9 Relação FDN/Brix.....84
4.10 Relação FDN/Pol.....87
4.11 Correlações.....91
5 CONCLUSÕES.....93
REFERÊNCIAS 95

RESUMO

Avaliação nutricional da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal

O objetivo desta pesquisa foi estudar a composição químico-bromatológica sobre a variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 submetida a três métodos de colheita. Os tratamentos corresponderam a três métodos de colheita: colheita manual (MAN), colheita mecanizada (MEC) e colheita mecanizada seguido de rebaixamento manual (MEC+MAN). O tratamento relativo ao corte manual foi efetuado na região do colo da planta, rente ao solo, com uso de podão.No caso do corte mecanizado, foi utilizada uma colhedora de forragem regulada para altura de corte de 20 cm. O terceiro tratamento foi aquele em que as plantas foram submetidas ao procedimento de corte mecanizado, e na seqüência, a porção remanescente do colmo (toco) foi cortada rente ao solo com o uso de podão. A área experimental (0,34 ha) foi constituída por seis blocos, com 3 parcelas cada. As parcelas eram formadas por 8 linhas de plantio com 15 m de comprimento em espaçamento entrelinhas de 1,3 m. Os perfilhos eram então separados em 3 frações: colmo, folha e planta inteira. Para a determinação da composição químico-bromatológica (PB, FDN, FDA, DVIVMS e MM) utilizou-se o método de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRS). O Brix foi determinado em refratômetro digital e a Pol a partir da leitura sacarimétrica do caldo. O Brix, a Pol, o teor de MS, PB, MM, FDN, FDA, DVIVMS, e as relações FDN/Pol e FDN/Brix foram similares (P>0,05) entre os tratamentos. O Brix e a Pol apresentaram comportamento semelhante, revelando os maiores valores na fração colmo, onde também foram encontradas as menores relações FDN/Brix e FDN/Pol. O teor de MM das 3 frações estudadas apresentou oscilações durante o ciclo da cultura, com o maior valor observado na planta inteira aos 90 DAC (8,34%). O teor de PB revelou declínio ao longo do ciclo da cultura, com efeito menos pronunciado observado na fração folha. Do início das avaliações aos 90 DAC, houve decréscimo no teor de MS, atingindo seu menor valor nesta data (16,4%). A partir de então, a cultura apresentou aumento no teor de MS, atingindo 32,3% aos 360 DAC planta inteira. O teor de FDN apresentou queda de 34,8 unidades percentuais, do maior valor (79,7%) para o menor valor encontrado (44,9%) na planta inteira. Dos 90 aos 360 DAC, a DVIVMS aumentou 24,5 unidades percentuais, com média de 2,7 unidades percentuais/mês, atingindo então 66,2% de DVIVMS aos 360 DAC na planta inteira. O método de colheita imposto à variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 não influenciou a composição químico-bromatológica e a planta atingiu valor nutritivo elevado a partir de 270 DAC. O Brix do colmo revelou-se como estimador adequado das relações FDN/Pol e FDN/Brix da planta inteira, que mostraram-se satisfatórias como critério de avaliação nutricional da variedade IAC86-2480.

Palavras-chave: Colheita manual; Colheita mecânica; Digestibilidade; Relação FDN/Pol

ABSTRACT

Nutritional evaluation of sugarcane (*Saccharum ssp.*) submitted to harvesting methods for animal production

The aim of this research was to study the chemical composition of a sugarcane variety (IAC86-2480) under three harvesting methods: manual harvesting (MAN), mechanical harvesting (MEC) and mechanical harvesting followed by manual (MEC + MAN). In manual harvesting (MAN) plants were harvested to ground level, using a cutter. In the case of mechanical harvest, the harvester (adjusted for a cutting height of 20 cm) was pulled by a tractor. For mechanical harvesting followed by manual (MEC+MAN) the same procedures for MEC were followed, however, after cutting, the remaining stalks were cut to ground level with a cutter. The experimental units (0.34 ha) was composed of six blocks, with 3 plots each. The plots were formed by 8 rows with 15 m length spaced by 1.3 m. The tillers were then separated into 3 fractions: stem, leaf and whole plant. To determine the chemical composition (CP, NDF, ADF, IVDDM and Ash) dried samples were scanned through the near infrared reflectance spectroscopy technique (NIRS). The Brix was determined by digital light refractometer and the Pol was determined based on the predicted sacarose from the plant juice. The Brix, the Pol, the content of DM, CP, Ash, NDF, ADF, IVDDM, and the relationships NDF/Pol and NDF/Brix were similar ($P>0.05$) across all treatments. The Brix and Pol showed similar trends, with the highest value observed in the stem fraction, where the lowest NDF/Pol and NDF/Brix ratios were also observed. The Ash content, of the 3 fractions studied, showed a range of altered values during the crop cycle, reaching the maximum value (8.34%) at 90 DAH (days after harvesting). The mean content of CP declined across the maturity stages studied, with less pronounced effect observed in the leaf fraction. From the beginning of the assessments to the 90 DAH, there was a decrease in the DM content, reaching its lowest (16.4%). Further, the crop tended to increase the DM content, reaching 32.3% for the whole plant at 360 DAH. The content of NDF showed a decrease of 34.8 percentage units, from the highest value (79.7%) to the lowest value found (44.9%) in the whole plant. From d-90 to d-360 DAH, the IVDDM increased 24.5 percentage units, with an average of 2.7 percentage units per month, reaching 66.2% of IVDDM at 360 DAH, in the whole plant. The method of harvesting applied to the variety of sugarcane IAC86-2480 did not affect its chemical composition and the whole plant reached its high standard of nutritive value after 270 DAH. The Brix from the stem was a appropriate predictor of the NDF/Brix and NDF/Pol from the whole plant, which in turn, became reliable criteria for nutritional analysis from the variety IAC86-2480.

Keywords: Manual harvest; Mechanical harvest; Digestibility; Relation NDF/Pol

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática das parcelas (8 linhas de plantio) e nomenclaturas adotada.....43

Figura 2 - Balanço hídrico diário da cultura de cana-de-açúcar do período de 02 de novembro de 2006 a 15 de novembro de 2007 (CAD=40mm).....45

Figura 3 - Média dos três tratamentos para a variável Brix (% caldo) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....54

Figura 4 - Média dos três tratamentos para a variável Brix (% caldo) da planta Inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....55

Figura 5 - Média dos três tratamentos para a variável Pol (% caldo) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....57

Figura 6 - Média dos três tratamentos para a variável Pol (% caldo) da planta Inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....58

Figura 7 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....60

Figura 8 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....61

Figura 9 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....62

Figura 10 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....64

Figura 11 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....65

Figura 12 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....66

Figura 13 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da fração planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....68

Figura 14 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....69

Figura 15 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....70

Figura 16 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....72

Figura 17 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....73

Figura 18 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....75

Figura 19 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....76

Figura 20 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....77

Figura 21 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....79

Figura 22 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....81

Figura 23 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....82

Figura 24 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....84

Figura 25 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Brix da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....85

Figura 26 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Brix da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....87

Figura 27 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Pol da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....88

Figura 28 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Pol da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura.....90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição média e amplitude de variação de amostras de cana-de-açúcar analisadas no Laboratório de Bromatologia da USP/ESALQ entre os anos de 2000 e 2006.....32

Tabela 2 - Relações FDN/Brix e FDN/Pol em cana-de-açúcar.....38

Tabela 3 - Dados meteorológicos de Ribeirão Preto de novembro de 2006 a novembro de 2007.....44

Tabela 4 - Análise de solo da área experimental situada no Centro de Cana, APTA-IAC, Ribeirão Preto, SP.....45

Tabela 5 - Produtividade colhida, disponibilidade de forragem e perdas de colheita das frações palha, folhas verdes e colmos remanescentes, em toneladas Matéria Seca/hectare.....51

Tabela 6 – Análise dos valores médios de Brix nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....53

Tabela 7 – Análise dos valores médios da Pol nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....56

Tabela 8 – Análise dos valores médios da MS nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....59

Tabela 9 - Análise dos valores médios da fração PB nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....63

Tabela 10 - Análise dos valores médios da fração MM nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....67

Tabela 11 - Análise dos valores médios da fração FDN nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....71

Tabela 12 - Análise dos valores médios da fração FDA nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....76

Tabela 13 - Análise dos valores médios da DVIVMS nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....80

Tabela 14 - Análise dos valores médios da relação FDN/Brix nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....85

Tabela 15 - Análise dos valores médios da relação FDN/Pol nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura.....88

Tabela 16 - Coeficientes de correlação (r) e significância entre as relações FDN/Pol, FDN/Brix, FDA/Pol e FDA/Brix e a DIVMS das frações colmo e planta inteira.....91

Tabela 17 - Coeficientes de correlação (r) e significância entre as relações Brix, FDN/Brix, Pol, FDN/Pol e DVIVMS da planta inteira e o Brix e a Pol da fração colmo.....92

LISTA DE SIGLAS

CAD - Capacidade de água disponível

DAC - Dias após colheita

DVIVMS – Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca

ENN – Extrativo não nitrogenado

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

MAN - Tratamento corte manual

MEC - Tratamento corte mecânico

MEC+MAN: Tratamento mecânico seguido de rebaixamento manual

MM – Matéria mineral

MS - Matéria seca

NDT – Nutrientes digestíveis totais

PB – Proteína bruta

1 INTRODUÇÃO

Botanicamente, a cana-de-açúcar pertence à tribo das Andropogonae da família Gramineae, ordem Glumiflorae, classe Monocotyledoneae, subdivisão Angiospermae, divisão Embryophita siphonogama. A subtribo é Sacharae e o gênero é Saccharum, derivado do Sânscrito "sarkara = açúcar branco", uma lembrança que a planta alcançou a região Mediterrânea a partir da Índia.

A produção mundial de cana-de-açúcar ocupa uma área de 22.724 milhões de hectares, com uma produção anual total de 1590 milhões de toneladas (FAO, 2009). O Brasil possui a maior área com 5.343 milhões de hectares, enquanto a Austrália apresenta a maior produtividade com 85,1 toneladas por hectare/ano. Dos 121 países produtores de cana-de-açúcar, 15 países compreendidos por Brasil, Índia, China, Tailândia, Paquistão, México, Cuba, Colômbia, Austrália, USA, Filipinas, África do Sul, Argentina, Mianmar e Bangladesh detém 86% da área plantada e 87,1% da produção mundial total.

Como mencionado anteriormente, a cana-de-açúcar pertencente ao gênero Saccharum, com 32 espécies conhecidas. A espécie cultivada atualmente no Brasil é a Saccharum spp, híbrida resultante de cruzamentos interespecíficos (CESNIK e MIOCQUE, 2004). Possui metabolismo fotossintético pertencente ao ciclo C4 com principal característica a elevada taxa fotossintética, sendo altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química (Oliveira et al., 2004).

A cana-de-açúcar é ainda uma das principais atividades de importância econômica no Brasil, ocupando posição de destaque na economia nacional. Tal importância é atribuída à sua múltipla utilização, principalmente para a produção de açúcar e álcool e como boa alternativa para a alimentação animal (Barbosa e Silveira, 2006).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de cana-de-açúcar em 2009 será de 691,7 milhões de toneladas, 6% superior à produção de 2008 quando foram plantados 8,1 milhões de hectares. Estima-se de maneira informal que aproximadamente 10% da produção brasileira de cana-de-açúcar seja

destinada a alimentação animal (Landell et al., 2002). Somado a este cenário, a expansão dessa cultura em regiões que apresentam tradição na produção de grãos, bem como, na pecuária, faz com que o seu uso se torne cada vez mais comum na alimentação animal.

A cana-de-açúcar é uma gramínea classificada como semiperene, ou seja, necessita de um novo plantio a cada 5 colheitas em média (Balsalobre et al, 1999). Isso porque a queda na produtividade, ao longo dos ciclos inviabiliza a manutenção do canavial. O método de colheita é um dos fatores que podem levar à diminuição da produtividade. A colheita mecanizada, por exemplo, pode reduzir a produtividade do canavial por causa da compactação do solo, causado pelo tráfego de máquinas (Severiano, 2007). Com isso, a queda na produção pode inviabilizar a atividade, necessitando-se de novo plantio.

Diferindo de quase todas outras gramíneas, a digestibilidade da MS da cana-de-açúcar geralmente não decresce com a maturidade, o que lhe confere vantagem como forragem, visto que as forrageiras tropicais perdem em quantidade e qualidade durante a estação seca do ano, época em que o valor energético desta forragem é máximo (Preston, 1977). Além disso, a alta produtividade e a rusticidade fazem com que a cana-de-açúcar seja amplamente utilizada por produtores de animais ruminantes.

Durante vários anos, os critérios adotados na escolha de variedades de cana-de-açúcar para utilização como forrageira não seguiam um rigor científico, por não levarem em conta o valor nutritivo da variedade, baseando-se apenas em aspectos agronômicos como: produção de massa verde, rusticidade, resistência a doenças, capacidade de perfilhamento, ausência de joçal e vigor de rebrota (Peixoto, 1986).

Com avanços nas pesquisas realizadas com cana-de-açúcar com vistas à nutrição animal, chegou-se a conclusão que quanto maior o grau brix, melhor o valor nutritivo e, por conseqüência, maior a digestibilidade da MS da cana-de-açúcar. Com base nesse contexto, a cana-de-açúcar com perfil forrageiro é aquela que mais se assemelha a melhor variedade industrial.

Portanto, esforços conjuntos de pesquisa também devem ser convergidos no sentido da exploração de técnicas agrícolas (manejo agronômico) que possam expandir a longevidade e a produtividade dos talhões destinados à produção animal.

No momento da colheita, o produtor pode optar pelo corte manual ou pelo corte mecanizado. A escolha de um ou outro método depende do número de animais a serem suplementados (MANZANO et al., 2004, MURARO, 2007), uma vez que se opte por fornecimento de forragem fresca.

O manejo correto a ser adotado quanto ao tipo de corte ainda não está bem estabelecido, pois não se sabe até que ponto os diferentes métodos de colheita imposto à cultura da cana-de-açúcar poderiam influenciar a rebrotação das novas soqueiras, a longevidade do talhão, bem como o seu valor nutritivo.

Neste contexto, objetiva-se com esse trabalho avaliar a evolução da composição químico-bromatológica e a relação entre parâmetros de estimativa do valor nutritivo da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480, submetidos a diferentes métodos de colheita.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A cultura e o melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil

A cana-de-açúcar é uma gramínea pertencente ao gênero *Saccharum*. As cultivares comerciais são primordialmente híbridos obtidos de cruzamento entre as espécies *Saccharum spontaneum* e *Saccharum officinarum* (Cesnik, 1972). O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com uma área estimada a ser colhida em torno de 8,5 milhões de hectares e uma produção estimada de 691,7 milhões de toneladas em 2009 (IBGE, 2009). Informalmente, estima-se que 10% da produção brasileira seja destinada a alimentação animal (Landell et al., 2002).

Dentre as gramíneas de clima tropical a cana-de-açúcar se destaca pelo alto potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área em um único corte anual. A produção brasileira de cana-de-açúcar é da ordem de 80 toneladas de massa verde/ha (IBGE, 2009).

Magalhães (1987) cita que a cana-de-açúcar é cultivada numa ampla faixa de latitudes, desde aproximadamente, 35ºN até 30ºS, em altitudes que variam desde o nível do mar até mil metros. É cultivada em cerca de 121 países e uma área de aproximadamente 22.724 milhões de hectares e atualmente no Brasil é a terceira cultura mais plantada.

Os programas de melhoramento de cana-de-açúcar para a produção de açúcar e álcool buscam principalmente a alta produção de açúcar por unidade de área (Bressiani, 2001). Outros caracteres de importância para o cultivo incluem a brotação rápida, vigorosa e prolongada da soqueira, a tolerância à seca e ao frio, o hábito ereto e a ausência de florescimento dos colmos, além da adaptabilidade à colheita mecânica. A resistência às doenças tem sido o principal fator de substituição de cultivares ao longo dos anos, juntamente com a resistência às pragas.

Segundo levantamento realizado por Pelin (1985) a produtividade de cana-de-açúcar evoluiu de 33,8 para 75,50 toneladas/hectare no estado de São Paulo, entre a década de 1930 e o ano de 1983. Dados mais recentes mostram rendimentos médios

de 80 toneladas/ha (IBGE, 2009). Este aumento na produtividade é atribuído principalmente ao melhoramento genético da cana-de-açúcar que foi eficiente na obtenção de variedades mais produtivas, aliado à melhoria da tecnologia de produção.

Em todo o mundo, a cana-de-açúcar recebe uma nomenclatura que corresponde ao país no qual ela foi desenvolvida, como por exemplo: Argentina - NA; África do Sul - N; Austrália - Q; Brasil - CB, IAC, PB, RB e SP; Colômbia - ICA; Cuba - C; EUA - CP; Filipinas - Phil; Índia - Co; Indonésia - POJ; Peru - PCJ; Egito - E; Porto Rico - PR; e Maurício – M (SUGARCANE CROPS, 2009).

A primeira tentativa de se iniciar um programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil foi a partir de 1910, na Estação Experimental de Escada, PE. No entanto, foi a Estação Experimental de Curado, PE, que obteve maior sucesso com a obtenção de cultivares melhoradas, tendo a IANE 53-33 sido muito cultivada no nordeste (Hoffman, 1997).

O primeiro programa de melhoramento que deixou uma contribuição expressiva foi o das variedades “CB” em Campos, RJ, iniciado em 1930. As variedades mais importantes foram a CB 41-76, que chegou a ser a variedade mais cultivada no estado de São Paulo e a CB 45-3, devido ao expressivo cultivo no nordeste brasileiro, Minas Gerais e Rio de Janeiro (RELATÓRIO, 1985).

A partir de 1935, foi criada no estado de São Paulo, a seção de cana-de- açúcar no Instituto Agronômico de Campinas e em 1968 e 1970 foram criados os programas da Copersucar e do IAA-Planalsucar, respectivamente (Brieger, 1968). Já no ano de 1975, iniciou-se o programa de melhoramento da Usina da Barra no estado de São Paulo (Nagumo, 1993).

Em 1991, uma rede de sete Universidades Federais formada pelas Universidades Federais Rurais do Pernambuco e Rio de Janeiro e pelas Universidades Federais de Alagoas, Paraná, São Carlos, Sergipe e Viçosa, assumiram as funções do extinto IAA/Planalsucar. Este se tornou o único programa de melhoramento de cana-de-açúcar de abrangência nacional (Hoffmann, 1997).

Atualmente, no país há cinco programas de melhoramento, cujas instituições responsáveis são relacionadas, a seguir, com as respectivas siglas utilizadas nas variedades: Instituto Agronômico de Campinas – IAC; COPERSUCAR – SP;

Universidades Federais – RB; Usina da Barra – PO e Centro de Tecnologia Canavieira – CTC. Estes programas lançaram diversas variedades de cana-de-açúcar com o intuito de atender à indústria de açúcar e álcool.

Nos últimos anos, o IAC começou a trabalhar no desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar destinadas à alimentação animal, vulgarmente chamadas de cana forrageira. Somente no ano de 2002, é então lançada a primeira variedade de cana forrageira, a IAC86-2480 (Landell et al, 2002).

Apesar de o Brasil ter a canavicultura mais eficiente do mundo, quando se trata de lavouras destinadas ao uso forrageiro, nota-se que estas são de baixa produtividade. Este quadro se deve à não aplicação de tecnologias adotadas pela indústria sucro-alcooleira e também ao tímido investimento em pesquisa de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros.

Matsuoka e Hoffann (1993) relataram que a cana-de-açúcar vinha sendo reconhecida como recurso forrageiro e que estudos específicos sempre foram poucos e descontínuos, sendo recomendada integração entre técnicos das áreas de nutrição animal e melhoramento genético de cana-de-açúcar para a realização de pesquisas conjuntas e que esta ação de sinergismo poderia agilizar resultados e, também trazer novos conhecimentos para, definitivamente, tornar a cana-de-açúcar um recurso forrageiro de grande valor para exploração animal.

2.2 Composição químico-bromatólogica da cana-de-açúcar

Uma vez que a cana-de-açúcar é invariavelmente um alimento pobre em proteína, lipídios e minerais, a variabilidade nestes nutrientes é baixa entre cultivares e pouco determinante do valor nutritivo. Nesta forrageira isto pode ser constatado em correlações não significativas destas características com a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, a partir de dados de 66 cultivares de cana-de-açúcar avaliadas (Pate e Coleman, 1975).

Aproximadamente 90% da matéria seca da cana é composto por carboidratos. Os carboidratos são divididos em fibrosos, mensurados completamente como FDN, e não fibrosos, representados majoritariamente pela sacarose, mas também contendo

amido e açúcares redutores (glicose e frutose) (Barnes, 1974). Portanto quanto menor o teor de sacarose, de degradação rápida no rúmen, maior o conteúdo de carboidratos fibrosos, que apresentam degradação lenta. É incoerente a recomendação de minimização do grau brix, uma medida de carboidratos não fibrosos e, ao mesmo tempo, maximização de digestibilidade (Cesnik, 1975), pois estas variáveis são teoricamente antagônicas na cana-de-açúcar. Variedades industriais, de riqueza média a alta em açúcar, têm sido recomendadas para alimentação animal (Peixoto, 1986; Torres et al., 2001; Landell et al., 2002).

O grau brix tem sido muito utilizado na literatura zootécnica como indicador do teor de açúcares na cana-de-açúcar (Rodrigues et al. 1997; Azevêdo, 2002). Outros sólidos solúveis não açúcares como aminoácidos, gorduras, ceras, matérias corantes, ácidos orgânicos e sólidos inorgânicos (SiO_2, K_2O, CaO, MgO, Cl, P_2O_5, SO_3, Na_2O), além da sacarose, são mensurados pela técnica de brix. Apesar da técnica de brix ainda ser útil, o Pol é mais indicativo do teor de sacarose no caldo e tem sido mais utilizado pela indústria açucareira (Gonçalves, 1987).

O grau brix é medido primeiramente no campo com refratômetro, pela leitura direta do caldo extraído dos colmos amostrados do talhão. Apesar da sua utilidade, o grau brix não deve ser tomado como ponto de referência exata da maturidade da cana, pois, não mede apenas o teor de sacarose. Além disso, o grau brix pode variar de acordo com a parte do colmo que foi amostrada.

Compostos nitrogenados estão pouco presentes na cana-de-açúcar e são representados majoritariamente por aminoácidos (Wiggins, 1949; Wiggins e Williams, 1951). O teor de proteína bruta da cana-de-açúcar é inferior ao de outras forrageiras com baixo teor protéico, como a silagem de milho (Allen et al., 1991; Silva, 1997; Fonseca et al., 2002).

As folhas da cana têm conteúdo de nitrogênio cinco a seis vezes superior aos colmos, mas como colmos representam aproximadamente 80% da planta, o teor de proteína bruta na planta inteira raramente ultrapassa 2% da matéria seca (Rodrigues et al., 1997). Entretanto, tentar melhorar o teor de proteína bruta da cana-de-açúcar por aumento na proporção de folhas parece não fazer sentido, desde que folhas têm maior teor de FDN e menor digestibilidade que colmos (Rodrigues et al, 1997). As variedades

de cana-de-açúcar desejáveis nutricionalmente deveriam ter baixo teor de proteína, refletindo a alta proporção de colmos, este último positivamente correlacionado com a digestibilidade.

A baixa porcentagem de extrato etéreo na cana-de-açúcar é majoritariamente composta pela fina camada de cera que recobre o colmo, freqüentemente concentrada na região dos internódios. Apenas traços de ácidos graxos estão presentes no interior da planta. Esta camada de cera parece atuar como proteção contra a evaporação excessiva da umidade presente na superfície do colmo (Barnes, 1974). Conseqüentemente, a importância da cana-de-açúcar como fonte de energia na forma de gordura é praticamente nula.

A proporção de minerais essenciais nas cinzas da cana-de-açúcar é extremamente baixo, principalmente cálcio e fósforo (Boin et al., 1987; Kung Jr. e Stanley, 1982). O único mineral de importância nutricional presente na cana-de-açúcar é o potássio. As cinzas da cana-de-açúcar também contêm alto teor de sílica (Barnes, 1974), sem importância nutricional.

A fração FDN da cana-de-açúcar apresenta uma grande variabilidade, como pode ser observado na tabela 1. Isso pode explicar em parte, grandes diferenças no desempenho animal encontrado na literatura, já que a fração FDN está intimamente correlacionada ao consumo de alimento e a sua digestibilidade (Teixeira, 2004).

O teor de FDN da cana-de-açúcar é baixo quando comparado a outras forrageiras tropicais com alto potencial de produção de matéria seca por hectare. Na seleção de variedades de cana-de-açúcar para a indústria, pouca atenção é dada à qualidade da fibra da planta, o que pode afetar de maneira adversa o seu valor nutritivo. O termo qualidade refere-se à totalidade de fatores que determinam o desempenho animal, de modo que os principais fatores que estão relacionados à qualidade da forragem são o seu valor nutritivo e o seu consumo.

Tabela 1 - Composição média e amplitude de variação de amostras de cana-de-açúcar analisadas no Laboratório de Bromatologia da USP/Esalq entre os anos de 2000 e 2006

Variável	n	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo
Matéria seca (%)	21	27,7	20,4	33,9
Proteína bruta (% MS)	33	2,73	1,19	4,43
Fibra bruta (% MS)	26	25,4	19,9[1]	36,4
Extrato etéreo (% MS)	26	0,73	0,31	1,28
Matéria mineral (% MS)	33	3,10	0,81[1]	6,42
Extrativo não nitrogenado (% MS)	26	68,0	53,3	75,5
NDT estimado (%)	26	64,5	53,9	69,5
FDA	23	30,0	23,8	41,8
FDN	23	47,3	37,9[1]	63,9
Celulose (% MS)	23	25,3	20,0	35,6
Lignina (% MS)	23	4,73	3,56[2]	6,93[3]

1. Variedade IAC86-2480, hidrolisada com 1% de CaO
2. Cana-de-açúcar de variedade forrageira IAC86-2480
3. Cana-de-açúcar após florescimento

Fonte: Nussio et al., (2006)

É interessante, então, a seleção de variedades com taxas de degradação da FDN mais elevadas, o que pode favorecer o consumo de alimento. Uma outra estratégia para utilização da cana-de-açúcar para animais de maior potencial genético seria fornecê-la com tamanho reduzido de partículas, o que aumentaria a taxa de passagem da fibra e reduziria o efeito de enchimento sobre o trato digestório, possibilitando maior consumo de alimentos.

Segundo Gooding (1982), um parâmetro importante na escolha de variedades de cana-de-açúcar para ruminantes é a relação entre o conteúdo de FDN e o teor de açúcares, de modo que, quanto menor esta relação, melhor a variedade para uso como forrageira.

De acordo com Rodrigues et al. (2001), deve-se selecionar variedades com menor relação FDN/açúcares para alimentação de bovinos a fim de se evitar que o maior teor de FDN de algumas variedades limite o consumo pelo animal e,

conseqüentemente, o consumo de açúcares, componente que fornece a maior parte da energia digestível da cana.

2.3 Utilização da cana-de-açúcar para produção animal

A cana-de-açúcar tem sido tradicionalmente recomendada como forrageira para alimentação de bovinos no período seco do ano. Esta estratégia se baseia na alta capacidade de produção de matéria seca por hectare e na manutenção do alto valor nutritivo nessa forrageira, caracterizada pelo máximo conteúdo de energia na forma de sacarose, nesta época do ano e por um período de tempo relativamente longo (Carvalho, 1992). Estas características têm suportado o uso da cana-de-açúcar em regime de corte diário ou quase diário em sistemas de produção de leite baseados em pastagem. Nestes casos, a cana-de-açúcar é uma opção simples para suplementação forrageira no período seco.

A cana-de-açúcar suplementada com uréia tem sido enfatizada como uma alternativa viável para a alimentação de bovinos leiteiros de potencial produtivo médio a baixo no Brasil (Torres et al., 2001), apesar da forrageira ter potencial para ser utilizada em rebanhos de animais especializados em produção de leite (Andrade, 1999; Gallo et al., 2000; Corrêa et al., 2003; Queiroz, 2006).

Segundo Costa Jr. et al. (1982), são escassas as informações sobre as estatísticas da provável contribuição da cana-de-açúcar como alimento para animais. No entanto, observou-se disseminação e popularidade da mesma em fazendas de exploração de gado leiteiro. No levantamento de Alves Neto (1957), de cada 100 estabelecimentos de produção de leite visitados no estado de São Paulo, 75 forneciam cana-de-açúcar aos animais.

Nutricionalmente, a cana-de-açúcar pode ser caracterizada como uma forrageira rica em energia, na forma de sacarose e pobre em compostos nitrogenados, minerais e extrato etéreo (Preston, 1977; Boin, 1987). Estes nutrientes deficientes, mesmo tendo alto custo por unidade de peso, são facilmente suplementáveis, o que torna a correção das limitações nutricionais da cana-de-açúcar relativamente simples (Dijkstra et al., 1996).

Apesar da concentração de fibra na matéria seca estar em torno de 50%, que é baixa para forrageiras tropicais, esta fibra é de baixa digestibilidade (Preston, 1975). Enquanto a fibra em detergente neutro (FDN) na silagem de milho tem digestibilidade aparente no trato digestível total em torno de 40%, a digestibilidade da FDN na cana-de-açúcar está em torno de 20% (Andrade, 1999; Corrêa et al., 2003), provavelmente a menor digestibilidade dentre todas as forrageiras cultivadas para alimentação animal. A baixa digestibilidade da FDN, no entanto, é parcialmente compensada pela digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos superior a 90% (Costa, 2002), conferindo a esta forrageira um valor de digestibilidade semelhante ao da silagem de planta inteira de milho.

Apesar da digestibilidade da cana-de-açúcar ser semelhante à digestibilidade da silagem de milho, o desempenho animal em dietas baseadas em cana é inferior ao desempenho observado em dietas baseadas em silagem de milho (Andrade, 1999; Correa et al., 2003). Observa-se então que a cana-de-açúcar apresenta características que limitam a sua utilização por animais de elevado potencial genético, dentre as quais destacam-se a fibra de lenta degradação ruminal e elevado teor de fibra não-degradável, o que limita a ingestão de alimentos (Pereira et al., 2001).

Uma característica consensual na literatura, conhecida de longa data (Leng e Preston, 1976) é a propriedade da cana-de-açúcar de induzir baixo consumo de matéria seca, reduzindo, em conseqüência, o consumo diário de nutrientes. O baixo consumo voluntário da cana-de-açúcar pode estar associado à baixa degradação de sua fibra no rúmen, o que provoca acúmulo de fibra não-degradada, limitando o consumo por repleção ruminal (Fernandes, 2003).

De acordo com Poppi et al. (1986), a ingesta sofre maior resistência para sair do rúmen até ser reduzida a tamanhos de partículas pequenos (≤ 1,18 mm). Se este processo é rápido, o alimento degradado pode ser substituído por mais alimento consumido. Se a taxa degradação é lenta, o enchimento ruminal irá limitar o consumo.

Andrade (1999) comparou dietas em que a FDN de silagem de milho foi completamente substituída por FDN oriunda de cana-de-açúcar. Vinte e oito novilhas Holandesas foram alimentadas por 8 semanas com dietas isonutricionais baseadas em cada forrageira e formuladas para alto desempenho animal. Os animais alimentados

com cana-de-açúcar tiveram ganho diário de peso ao redor de 1 kg, enquanto os animais que consumiram silagem de milho tiveram ganho de 1,2 kg, que foi estatisticamente superior. O consumo de matéria seca foi 0,5 kg inferior no tratamento com cana-de-açúcar, o que reduziu o consumo de energia. Mesmo em dietas formuladas para alto desempenho animal, a silagem de milho mostrou ser superior à cana-de-açúcar, no entanto, a cana-de-açúcar foi suficiente para propiciar ganho de peso adequado para primeiro parto em torno de 24 meses e com 550 kg de peso vivo, o recomendado zootecnicamente (Keown, 1986), mostrando ser uma opção viável para a recria de animais leiteiros.

Gallo et al. (2000) avaliou teores dietéticos crescentes de cana-de-açúcar na dieta de novilhas Holandesas e observou queda linear no consumo de matéria seca acompanhando a maior inclusão de forragem na dieta. Este autor observou ganho diário de peso similar ao observado por Andrade (1999), enfatizando a capacidade desta forrageira de manter alto desempenho zootécnico de novilhas leiteiras de raças especializadas. Quando a cana-de-açúcar, adequadamente cultivada e com baixo teor de FDN, é disponível, apenas a suplementação da forrageira com fontes de nitrogênio e minerais parece ser suficiente para obter ganho de peso adequado em novilhas. Quando o valor nutritivo da cana-de-açúcar não for máximo, alguma suplementação energética oriunda de concentrados pode ser requerida.

Resposta similar à observada em novilhas foi obtida por Correa et al. (2003) quando a FDN de cana-de-açúcar substituiu totalmente a FDN da silagem de milho em dietas isonutricionais para vacas leiteiras de alta produção. Neste trabalho os animais produziram cerca de 32 kg de leite por dia quando consumiram dietas formuladas com cerca de 200 g de FDN oriundos de cana-de-açúcar por kg de matéria seca, mostrando o potencial alimentar desta forrageira. Entretanto, os animais que consumiram o mesmo teor dietético de silagem de milho tiveram produção de leite 2,5 kg superior. A menor produção na dieta com cana-de-açúcar foi aparentemente resultado da queda de 1,5 kg no consumo diário de matéria seca neste tratamento, já que não foi detectada queda na digestibilidade por unidade de matéria seca ingerida.

A baixa digestibilidade da FDN nas dietas com cana-de-açúcar pode explicar o menor consumo em dietas baseadas nesta forrageira. Correa et al. (2003) observaram

que a queda acentuada no consumo só foi observada em vacas leiteiras a partir da segunda semana de fornecimento da dieta com cana-de-açúcar, evidenciando que o enchimento do trato digestivo por FDN de baixa digestibilidade pode ser um mecanismo envolvido na depressão de consumo, caracterizando limitação física da ingestão diária de forragem (Oba e Allen, 1999). Atuar geneticamente sobre a degradabilidade ruminal da FDN da cana-de-açúcar pode ser um caminho para amenizar a queda no consumo de matéria seca quando cana-de-açúcar é utilizada na dieta, potencialmente capaz de aumentar o consumo de nutrientes e o desempenho animal.

Existe variabilidade na degradabilidade ruminal da FDN entre cultivares de cana-de-açúcar (Molina et al., 1999; Azevêdo, 2002; Costa, 2002), isto porque variedades diferentes apresentam valores nutricionais diferentes. Em sistemas de produção de leite que trabalham com animais de raças especializadas em produção de leite e, portanto, com alta demanda nutricional, dietas à base de cana-de-açúcar invariavelmente requerem a suplementação da forragem com alimentos concentrados (Corrêa et al., 2003). Um ambiente ruminal desfavorável à digestão fibrosa poderia mascarar diferenças genéticas entre cultivares quanto ao potencial de degradação ruminal da fibra, levando a resposta nula em desempenho animal à seleção de variedades de cana-de-açúcar com alto potencial de digestão.

Costa (2002) avaliou o efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade ruminal de 12 cultivares de cana. Ambientes ruminais teoricamente favorável e desfavorável à digestão fibrosa foram simulados experimentalmente. Apesar de a condição desfavorável ter deprimido a digestão ruminal da fibra de todas as cultivares, o ordenamento dos mesmos quanto à degradabilidade da fibra se manteve nos ambientes ruminais distintos.

Este resultado mostra que, apesar da digestão ruminal da cana-de-açúcar ser afetada negativamente pela inclusão dietética de altos teores de alimentos concentrados, a seleção de cultivares de cana-de-açúcar com alto potencial de digestão parece ser aplicável a programas alimentares que resultem em ambientes mais ou menos favoráveis à digestão fibrosa.

2.4 Relação fibra/açúcares em cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: material fibroso e açúcares. A utilização desses componentes pelos ruminantes é feita de forma bastante diferente, isto é, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen e de fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso é degradado lentamente (Preston e Leng, 1980). Nussio et al. (2006) encontraram uma grande amplitude de variação para o FDN (37,9 a 63,9%) e extrativo não-nitrogenado (53,3 a 75,5%) em amostras de cana-de-açúcar enviadas ao laboratório de bromatologia da USP/ESALQ.

Desde a década de 80, no trabalho de Gooding (1982), o autor ressaltou que na utilização de cana-de-açúcar como alimento para bovino, o teor de FDN pode limitar o consumo, e conseqüentemente, a ingestão de açúcar solúvel, que é a fração que contribui com a maior parte do fornecimento de energia para os bovinos e que a relação FDN/açúcares é um parâmetro importante na escolha de variedades de cana-de-açúcar para bovinos.

No Brasil, os primeiros estudos com a relação FDN/açúcares foram representados pela relação FDN/Brix (Rodrigues et al. 1997 e Rodrigues e Barbosa, 1999). Com o avanço dos estudos, concluiu-se que a Pol (teor de sacarose), é um indicador mais preciso do teor de açúcares em cana-de-açúcar e a partir daí o brix foi substituído pela % de Pol. Na tabela 2, podemos observar a amplitude de variação encontrada para relação FDN/Brix e FDN/Pol em diferentes estudos feitos no Brasil.

Tabela 2 - Relações FDN/Brix e FDN/Pol em cana-de-açúcar

Referência	Relação	Nº variedades	Média	Mínimo	Máximo
Rodrigues et al. (1997)	FDN/Brix	11	2,8	2,3	3,4
Rodrigues e Barbosa (1999)	FDN/Brix	1	3,1[1]	-	-
Rodrigues et al. (2001)	FDN/Pol	18	3,4	2,88	4,14
Azevêdo et al. (2003)	FDN/Pol	3	2,6	2,3	2,8
Cardoso (2005)	FDN/Brix	23	2,4	2,07	2,96
Mello et al. (2006)	FDN/Pol	9	3,1	2,72	3,73
Rodrigues et al. (2006)	FDN/Pol	9	2,8	2,62	3,34
Casoti (2008)	FDN/Pol	1	2,4[2]	2,35	2,68

[1] Valor médio encontrado.

[2] Valor médio encontrado na mesma variedade com diferentes doses de Nitrogênio e Potássio.

2.5 Cana de açúcar: Variedade IAC86-2480

O valor nutricional da cana-de-açúcar, embora seja muito influenciada pelo ambiente, é uma característica intrínseca da variedade. Portanto, a escolha de uma variedade visando seu uso na nutrição animal deve levar em conta características importantes como alto teor de sacarose e baixo teor de fibra.

A variedade IAC86-2480 foi lançada no ano de 2002 pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC – Centro de Cana) e apresenta como características principais: alto teor de sacarose, boa produtividade agrícola, longevidade de soqueira, porte ereto, baixo teor de FDN, baixa relação FDN/Pol, boa digestibilidade *in vitro* da matéria seca, boa conversão alimentar, despalha espontânea e resistência a carvão e raquitismo da soqueira. Porém apresenta resistência intermediária à ferrugem e pouca rusticidade e, ainda, possui exigência média a alta quanto a fertilidade do solo e ao ambiente de produção. Esta variedade, ainda apresenta um dos menores teores de FDN entre as variedades produzidas e hoje é cultivada por cerca de 100 mil produtores rurais, em território nacional (Landell et al., 2002).

2.6 Métodos de colheita da cana-de-açúcar destinada à alimentação animal

2.6.1 Colheita Manual

O corte manual da cana-de-açúcar é realizado por operários munidos de facões ou podões de diferentes tipos, formatos e tamanhos (Pereira e Torrezan, 2006), onde o corte é realizado na base do colmo, rente ao solo. Vários trabalhos mostram que um trabalhador braçal corta em média 5 toneladas de cana crua/dia.

Devido a grande difusão da cana-de-açúcar em propriedades rurais de pequeno a médio porte, com pequena demanda de utilização ao dia, o corte realizado manualmente ainda prevalece e geralmente é feito pelos próprios funcionários da propriedade, não necessitando de mão-de-obra extra.

Como a cana-de-açúcar consegue manter seu valor nutritivo por até 6 meses após a maturação, o corte diário surge como boa alternativa para a alimentação de pequenos rebanhos, pois não implicará em perdas no valor nutricional do alimento. No entanto, o corte manual diário gera um gradiente de desenvolvimento no talhão, onde haverão plantas em diferentes estádios fenológicos. Por conta disso, os tratos culturais desse canavial são prejudicados, necessitando de um maior planejamento para que o mesmo ocorra eficientemente.

Já em propriedades que exigem grande volume diário, o corte manual torna-se inviável, uma vez que exigirá uma grande demanda por mão-de-obra e, além disso, segundo Nussio (2008) a colheita mecanizada da cana-de-açúcar apresenta-se mais vantajosa economicamente ao corte manual. Ainda assim, tendo como premissa a longevidade do talhão, o corte manual parece se mostrar mais vantajoso, principalmente por não haver intenso trânsito de máquinas pesadas no local, que causariam a compactação do solo (Severiano, 2007) e/ou abalo da socas.

2.6.2 Colheita Mecânica

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar para alimentação animal consiste no uso de uma colhedora acoplada a um trator através do sistema hidráulico e acionada pela tomada de potência. Inicialmente, este tipo de colheita em talhões destinados à alimentação de animais, teve por base a utilização de colhedoras especificas para colheita de milho e sorgo (Balsalobre et al., 1999). Por isso, houve frustração por parte dos produtores, pois as máquinas necessitavam freqüentemente de manutenção, apresentavam baixo rendimento de colheita, não conseguiam colher cana acamada e apresentavam desuniformidade na picagem da forragem, o que resultou em limitação ao desenvolvimento e evolução de grandes sistemas baseados na utilização de cana-de-açúcar, como por exemplo, grandes confinamentos.

Estes fatos aceleraram a necessidade do surgimento de máquinas mais robustas e que fossem específicas para a colheita da cana-de-açúcar. Ainda assim, as primeiras colhedoras de cana-de-açúcar que surgiram no mercado apresentavam algum tipo de problema, como baixo desempenho de colheita e desuniformidade no tamanho de partícula.

Nos últimos anos, os erros apontados anteriormente pelos produtores têm sido corrigidos, levando a um maior aperfeiçoamento e melhor desempenho dessas colhedoras. No entanto, além do uso de colhedoras eficientes, deve-se considerar a topografia do terreno. Segundo Balsalobre et al., (1999), colhedoras com sistema de corte menos eficiente podem cortar a planta a uma altura de até 50 cm do solo, sendo mais comum a altura de 20 cm. A altura de corte do colmo será maior quanto pior o sistema de cultivo da lavoura. Terrenos com declividade, acidentados ou com sulcos muito profundos podem levar a perdas significativas na colheita.

No estudo de Schogor (2008), as perdas causadas pelo corte mecanizado seguido pelo rebaixamento dos tocos remanescentes chegaram a 25,7% da MS colhida. Além dessas perdas visíveis a campo, ocorre ainda outro tipo de perda que pode ser chamado de perdas invisíveis. A compactação do solo e o abalo das socas são os principais problemas causados pelas colhedoras de cana-de-açúcar, e muitas vezes esse tipo de perda tem sido negligenciado pelos produtores.

A compactação do solo causada pelo peso das máquinas (tratores e colhedoras) ou pelo excesso de tráfego no canavial podem levar a perdas significativas de produtividade, levando a produtividade do talhão até patamares antieconômicos, uma vez que a grande vantagem da cana-de-açúcar é a alta produtividade por hectare, ou seja, baixa custo por kg de MS produzido. Poucos são os estudos sobre quedas de produtividade causadas pela compactação e/ou abalo das socas em cana-de-açúcar. Segundo Severiano (2007), a colheita mecanizada da cana-de-açúcar causou compactação ao solo, porém as perdas na produtividade da cultura não foram mensuradas. Segundo Manzano et al., (2004), empreendimentos com elevada demanda de cana-de-açúcar, devem utilizar o processo de colheita totalmente mecanizada, exigindo a convivência com as dificuldades impostas por esse método.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período experimental

O experimento foi conduzido em área do Centro Avançado de Tecnologia da Cana, do Instituto Agronômico de Campinas, IAC (APTA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios) – pólo Ribeirão Preto, SP. As coordenadas geográficas aproximadas da área são: latitude 21º12'S, longitude 47º52'O; e, 640 m de altitude.

3.2 Área experimental

A área experimental continha cerca de 3400 m² e foi dividida em seis blocos, com dimensões de 9,1 m x 63 m (573,3 m²). Em cada bloco foram estabelecidas três parcelas, e cada uma foi considerada uma unidade experimental, onde os tratamentos foram impostos. A representação esquemática da parcela encontra-se na Figura 1.

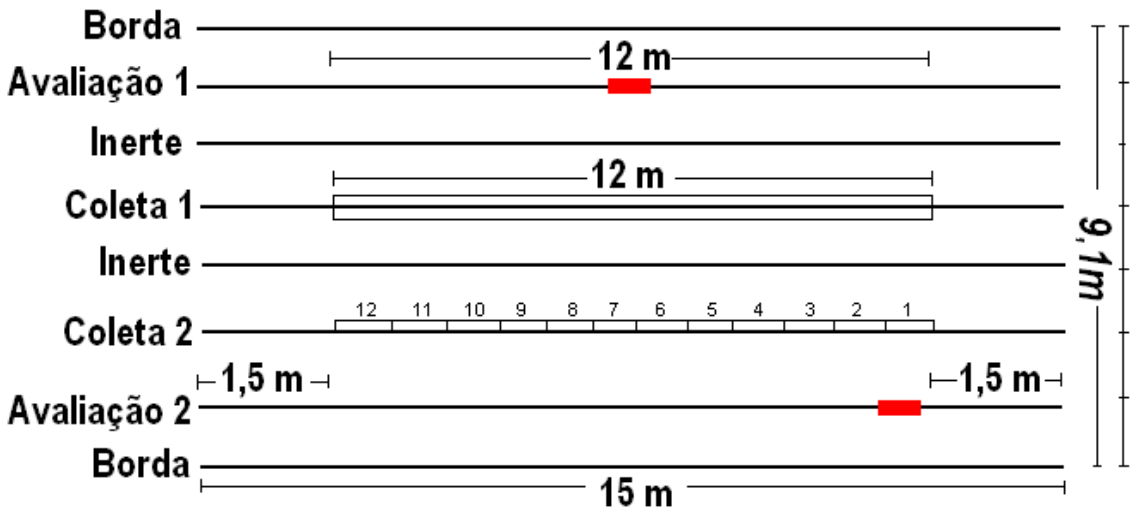

Figura 1 - Representação esquemática das parcelas (8 linhas de plantio) e nomenclaturas adotada

Cada parcela continha oito linhas de plantio de 15 metros de comprimento espaçadas 1,30 m uma da outra, totalizando 136,5 m², e eram separadas por um corredor de circulação de nove metros de largura, necessário para o trânsito de

máquinas agrícolas. As oito linhas de cada parcela receberam nomenclatura para organização da coleta de material e dos dados no campo. As linhas de coleta foram destinadas às colheitas mensais da planta para estimativa de produção e análises químico-bromatológicas.

3.3 Clima e solo

A classificação climática do município de Ribeirão Preto, segundo o método de Köppen é Aw, caracterizado por elevada pluviosidade, embora apresente inverno seco e verão úmido (Rolim et al., 2007). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Férrico, de acordo com o sistema EMBRAPA, (1999).

Os dados meteorológicos do IAC/Centro de Cana e a análise de solo da área experimental são apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente. O balanço hídrico da área foi calculado para a CAD de 40 mm e encontra-se apresentado na figura 2.

Tabela 3 - Dados meteorológicos de Ribeirão Preto de novembro de 2006 a novembro de 2007

Mês/ano	Tmáx	Tmín	Tmédia	Precipitação	URmédia
		℃		mm	(%)
Novembro/2006	30,2	17,4	23,8	113,7	82,9
Dezembro/2006	29,8	19,9	24,8	301,1	92,8
Janeiro/2007	28,7	20,4	24,5	466,5	96,8
Fevereiro/2007	30,9	20,0	25,5	109,7	87,5
Março/2007	30,7	19,8	25,3	136,0	85,7
Abril/2007	30,7	19,1	24,9	15,6	86,8
Maio/2007	35,4	14,6	25,0	105,9	86,1
Junho/2007	27,4	15,2	21,3	1,7	81,7
Julho/2007	26,3	14,8	20,5	78,0	77,8
Agosto/2007	29,5	16,6	23,0	0	69,7
Setembro/2007	32,3	19,7	26,0	0	58,0
Outubro/2007	33,0	21,1	27,0	42,7	67,7
Novembro/2007	28,7	21,0	24,8	45,0	91,8

T – temperatura; UR – umidade relativa

Fonte: APTA – Ribeirão Preto (SP).

Tabela 4 - Análise de solo da área experimental situada no Centro de Cana, APTA-IAC, Ribeirão Preto, SP

pH_{CaKCl}	pH_{H2O}	MO	V	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P_{Res}
		.....%.....		.....$Cmol_c\ dm^{-3}$.....							$mg.cm^{-3}$
5,1	5,8	1,5	51,35	3,6	0,1	3,0	0,7	0,10	3,84	7,46	15,1

Al= alumínio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; K= potássio; Pres= fósforo (determinado por método de resina); MO= matéria orgânica; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca catiônica; V= saturação por bases

Em dezembro de 2006, após um mês do corte de uniformização, foi realizado o cultivo e a adubação da área experimental com o fertilizante 05-20-20 na dosagem de 500kg.ha$^{-1,}$ aplicado em filete continuo e incorporado na entrelinha. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de roçada manual.

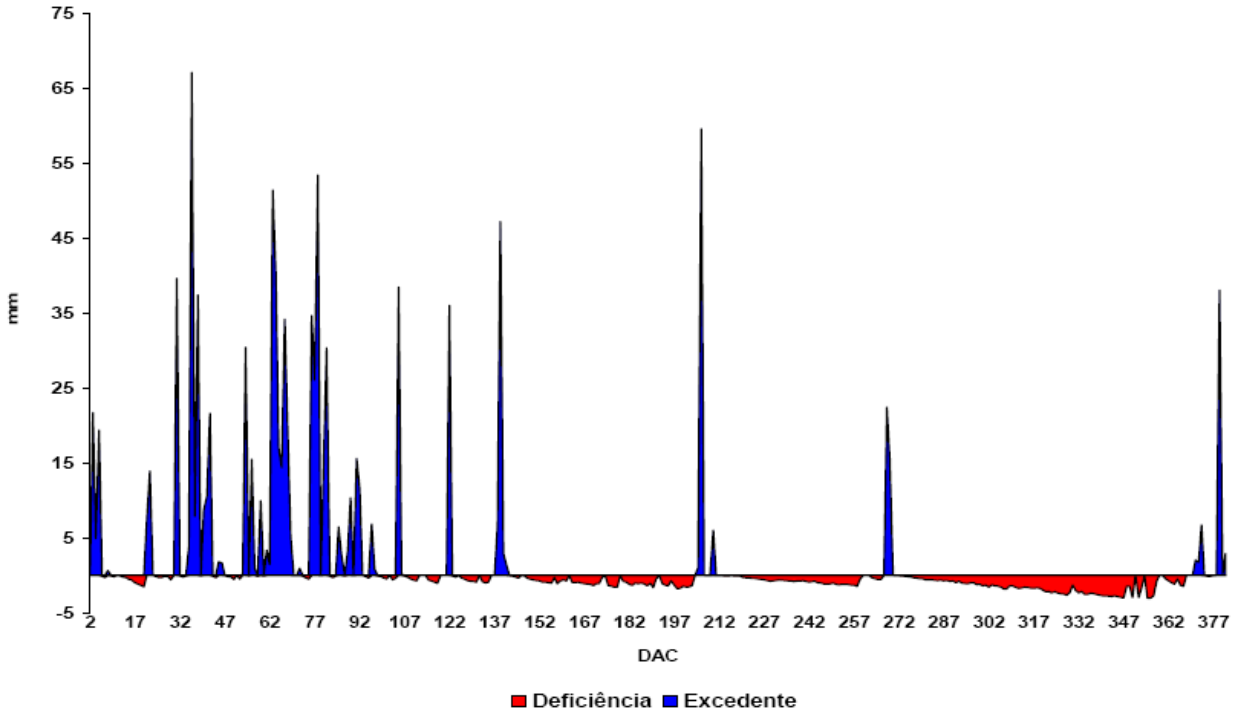

Figura 2 - Balanço hídrico diário da cultura de cana-de-açúcar do período de 02 de novembro de 2006 a 15 de novembro de 2007 (CAD=40mm)

3.4 Variedade

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a IAC86-2480, em seu terceiro corte. Essa variedade se caracteriza por apresentar alto teor de sacarose, boa produtividade agrícola, longevidade de soqueira, porte ereto, baixo teor de FDN, baixa relação FDN/Pol, boa digestibilidade *in vitro* da matéria seca, boa conversão alimentar, despalha espontânea, elevado rendimento de corte, resistência a carvão e ao raquitismo da soqueira.

Por outro lado, apresenta resistência intermediária à ferrugem e pouca rusticidade, uma vez que possui exigência média a alta quanto à fertilidade de solo e condições climáticas. Essa variedade de cana apresenta baixo teor relativo de FDN dentre as variedades produzidas, e é atualmente cultivada por cerca de 100 mil produtores rurais em todo o território nacional (Landell et al., 2002).

3.5 Tratamentos

Os tratamentos corresponderam a três métodos de colheita: corte manual (MAN), corte mecanizado (MEC) e corte mecanizado seguido de rebaixamento manual (MEC+MAN). A aplicação dos tratamentos às parcelas foi realizada em 11 de novembro de 2006, por ocasião da colheita de toda a cana contida nas parcelas experimentais. O tratamento relativo ao corte manual foi efetuado na região do colo da planta, rente ao solo, com uso de podão. Após o corte, o material colhido foi manipulado cuidadosamente para evitar remoção e perda de estruturas da planta, sendo organizado em feixes, fora das parcelas, para posterior recolhimento.

No caso do corte mecanizado, foi utilizada uma colhedora de forragem (marca Menta® modelo Colhiflex MFC 1) regulada para altura de corte de 20 cm. Esta foi tracionada por trator de 88 cv de potência, com acoplamento hidráulico e acionada pelo sistema de tomada de potência. Com o objetivo de reduzir a velocidade de deslocamento desse equipamento e evitar danos à soqueira, o trator foi equipado com sistema de redução de rotação para assegurar a captação e corte preciso dos colmos.

A velocidade média de deslocamento do conjunto trator-colhedora durante a colheita foi 2,4 km/h, utilizando primeira marcha reduzida e rotação de 1700 RPM no motor. O conjunto de facas da colhedora foi afiado no início do corte das parcelas pertencentes a cada tratamento. Inicialmente foram colhidas as parcelas com aplicação do corte mecanizado exclusivo e, na seqüência, aquelas referentes ao tratamento de corte mecanizado seguido por rebaixamento manual.

O terceiro tratamento foi aquele em que as plantas foram submetidas ao procedimento de corte mecanizado, conforme descrito anteriormente e, na seqüência, a porção remanescente do colmo (toco) foi cortada rente ao solo com o uso de podão, de forma semelhante àquela descrita para o método de corte manual. O objetivo deste tratamento foi o de simular o corte manual, mantendo, porém, o impacto de trânsito da colhedora de forragem sobre o talhão.

A combinação de tratamentos foi planejada de forma a permitir que os impactos causados às áreas colhidas por meio dos diferentes métodos de colheita (manual *vs.* mecanizado) pudessem ser avaliados, assim como se o rebaixamento ou não do toco remanescente na touceira, após colheita mecânica pudesse afetar a rebrotação da cana-de-açúcar.

Com isso, ao confrontar os tratamentos MAN com MEC, estabeleceu-se a possibilidade de comparações entre os métodos de colheita (manual *vs.* mecanizado), sendo que no corte MEC o toco permaneceu na touceira. A comparação do MEC com MEC+MAN permitiu inferir sobre o efeito do rebaixamento do colmo remanescente após a colheita mecanizada, e a comparação entre MAN e MEC+MAN gerou a oportunidade de explorar o efeito do deslocamento da colhedora sobre os talhões de cana-de-açúcar.

3.6 Amostragens

Mensalmente, foram colhidos os perfilhos que estiveram contidos dentro da extensão de 1m linear, em cada uma das duas linhas de coleta de cada parcela. Esta coleta foi iniciada após 1,5 m da extremidade, percorrendo toda a extensão da linha até a outra extremidade (1,5 m), ao longo do espaço de coleta (Figura 1). A partir do ponto final de coleta da primeira amostragem iniciou-se a coleta da segunda no mês

subseqüente, e assim sucessivamente, percorrendo a extensão disponível nas linhas de coleta de 12 metros cada, possibilitando colheita de 12 amostras (12 meses de avaliação).

A amostragem desses perfilhos foi realizada nas parcelas referentes ao tratamento imposto. A colheita foi realizada pelo método manual, rente ao solo, com uso de podão. Após a colheita, os perfilhos foram cuidadosamente acondicionados e enrolados em um feixe por lonas plásticas para que se evitasse a perda de suas estruturas e, imediatamente foram levados ao laboratório do Centro de Pesquisa de Cana (APTA – Ribeirão Preto).

Após esse processo, os perfilhos eram então separados em 3 frações: colmo, folha e planta inteira. Cada uma dessas frações foi picada em uma máquina estacionária separadamente. Após a picagem, foram homogeneizadas para obtenção das amostras representativas das frações.

Foram retiradas alíquotas representativas para a realização de todas as análises químico-bromatológicas.

3.7 Análises químico-bromatológicas

As amostras de cana-de-açúcar foram secas em estufa de ventilação forçada à 60 ºC por 72 horas ou até atingirem peso constante para determinação dos teores de MS (SILVA, 1981) e, posteriormente, moídas em moinho do tipo Wiley provido de peneira com malha de 1 mm.

Em função do número expressivo de amostras originado pelo presente experimento, a determinação da composição químico-bromatológica (PB, FDN, FDA, DVIVMS, MM e MS corrigida) utilizou-se o método de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRS) (Cozzolino et al., 2001). O equipamento utilizado foi o espectrômetro modelo NIRS 5000 (NIRSystems®, Silver Spring, MD, USA) acoplado a um microcomputador equipado com software WinISI II versão 6.2 (Intrasoft International, PA).

As amostras moídas foram acondicionadas em células de leitura modelo Transport quarter cup (código IH – 0379), sendo em seguida escaneadas para obtenção

do espectros NIRS. Após o escaneamento das amostras, as leituras assumiram comprimentos de onda entre 700 a 2100 nm e armazenados em curvas log (1/R, onde R é o valor da reflectância), em intervalos de 2 nm.

Com base no software do programa então, estimou-se a composição químico-bromatológica das amostras por meio de equações de predição criadas com base em métodos estatísticos contidos no próprio programa.

3.8 Determinação do brix

No caldo extraído pela prensa determinou-se o Brix (teor de sólidos solúveis por cento, em peso, de caldo). O Brix foi determinado em refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético, sendo o valor final expresso à 20ºC (CONSECANA, 2006).

Esse parâmetro é o mais utilizado na indústria do açúcar e do álcool. Expressa a porcentagem peso/peso dos sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução (Fernandes, 2003).

3.9 Determinação do Pol

A Pol representa a porcentagem de oligossacarídeos, ou seja, a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares, sendo determinada por meio de métodos de polarímetros ou sacarímetros, com base na propriedade que os açúcares têm de desviar a luz polarizada, ou seja, aquela que vibra em uma única direção.

A sacarose e a glucose são açucares dextrógiros, isto é, provocam desvio de vibração de luz polarizada para a direita, enquanto a frutose é levógira, e desvia para a esquerda, assim, a leitura sacarimétrica realizada para análise do caldo é representada pela soma algébrica ponderada dos três açúcares (sacarose, glucose e frutose). Para o caldo de cana madura o teor de glicose e frutose é geralmente baixo, menor do que 0,5 %, comparado ao teor de sacarose, que pode estar acima de 16%.

A leitura sacarimétrica do caldo foi determinada em sacarímetro digital, automático, resolução de 0,01ºZ (um centésimo de grau de açúcar) e calibrado a 20ºC (vinte graus Celsius), em comprimento de onda de 587 e 589,4 nanômetros, provido de tubo polarimétrico de fluxo contínuo e com saída para impressora e/ou registro magnético de dados, após clarificação do caldo com subacetato de chumbo. Após cada leitura o sacarímetro foi submetido á limpeza com água destilada.

A Pol do caldo (S) (teor de sacarose aparente por cento, em peso, de caldo) foi calculada pela seguinte equação (CONSECANA, 2006):

S = Lpol * (0,2605 – 0,0009882 x B)

Lpol = leitura sacarimétrica do caldo clarificado com subacetato de chumbo;
B = brix do caldo;

3.10 Delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos por três modalidades de colheita da planta avaliadas em uma variedade. O delineamento experimental foi do tipo blocos inteiramente casualizados, havendo três tratamentos e seis repetições.

Para a análise estatística das variáveis relativas ao valor nutritivo foi utilizado o modelo matemático que incluiu os efeitos fixos de bloco e de tratamento, além do efeito aleatório de resíduo, utilizando-se procedimento MIXED do programa SAS, versão 9.3.1, conforme descrito pela equação 4 a seguir.

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + t_i + \delta_{ij} + d_k + (td)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:
y_{ijk} = valor observado no *k*-ésimo DAC, do *j*-ésimo bloco no *i*-ésimo tratamento;
μ= média geral;
β_j = efeito aleatório associado ao *j*-ésimo bloco, *j* = 1, ..., 6;

t_i = efeito fixo do *i*-ésimo tratamento; *i* = 1, ..., 3;

δ_{ij} = efeito aleatório associado ao *j*-ésimo bloco no *i*-ésimo tratamento, assumindo $\delta_{ij} \sim N(0, I\sigma^2_\delta)$, sendo que $I\sigma^2_\delta$ é a matriz identidade de variância e covariância, pois se assume independência dos resíduos;

d_k = efeito fixo do *k*-ésimo DAC; *k* = 30, 60, 90, 120, 150, 180..., 360;

$(td)_{ik}$ = efeito da interação do *i*-ésimo tratamento com o *k*-ésimo DAC;

ε_{ijk} = erro aleatório associado ao *k*-ésimo bloco, no *i*-ésimo tratamento e *k*-ésimo DAC, assumindo $\varepsilon_{ijk} \sim V(0, V\sigma^2_\varepsilon)$, sendo que $V\sigma^2_\varepsilon$ é a matriz de variância e covariância que foi modelada com uma estrutura auto-regressiva de primeira ordem, pois se assume dependência de erros.

As comparações entre médias para os efeitos estudados foram realizadas por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo as comparações realizadas por meio do teste de t ao nível de 5% de probabilidade.

Com o objetivo de identificar as relações funcionais entre as variáveis, recorreu-se ao PROC CORR do programa SAS, versão 9.1.3.

3.11 Produtividade, forragem disponível e perdas

Para a melhor ilustração do trabalho, na tabela 5 são apresentados os dados de produtividade e as perdas das frações da cana-de-açúcar relatadas por Schogor (2008), que conduziu ensaio experimental complementar ao presente trabalho.

Tabela 5 - Produtividade colhida, disponibilidade de forragem e perdas de colheita das frações palha, folhas verdes e colmos remanescentes, em toneladas matéria seca/hectare

Variáveis	MAN		MEC		MEC+MAN	
	t MS/ha	EP	t MS/ha	EP	t MS/ha	EP
Forragem disponível	29,9	2,73	33,0	1,37	31,2	1,37
Produtividade colhida	25,7	2,55	27,8	1,28	24,8	1,28
Perdas totais	4,1[b]	0,37	5,1[ab]	0,37	6,3[a]	0,37
Palha	2,8	0,17	2,5	0,17	2,5	0,17
Cana Ponta	0,9	0,14	0,8	0,14	1,0	0,14
Colmos	0,4[b]	0,24	1,9[a]	0,24	2,8[a]	0,24

[1] Produtividade estimada a campo;

[2] Produtividade somada às perdas totais;

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si (P>0,05)

Fonte: Schogor (2008).

4 Resultados e Discussão

4.1 Brix

O acúmulo de sólidos solúveis, expresso em graus Brix da fração colmo e da planta inteira de cana-de-açúcar está apresentado respectivamente, nas figuras 3 e 4. Os valores de Brix da fração colmo não diferiram entre os tratamentos ao longo do período de avaliação e estão apresentados na tabela 6.

De maneira geral, ao longo das avaliações, os valores de Brix da fração colmo foram crescentes, exceto aos 360 DAC, quando se observa discreto declínio nesse valor e que, provavelmente, ocorreu em função das precipitações ocorridas no período (tabela 3), visto que o Brix indica o teor de sacarose na solução que sofre influência do teor de umidade do solo (Fernandes, 2003).

O valor encontrado neste trabalho aos 360 DAC (23,8°) é superior ao encontrado por Marques e da Silva (2008), que obtiveram valor médio de 17,7° Brix (% do caldo) para a mesma variedade estudada neste trabalho.

Tabela 6 - Análise dos valores médios do Brix nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
Brix					
Colmo	18,46	0,35	0,3074	<0,0001	0,0987
Folha	-	-	-	-	-
P. Inteira	13,50	0,25	0,1718	<0,0001	0,7743

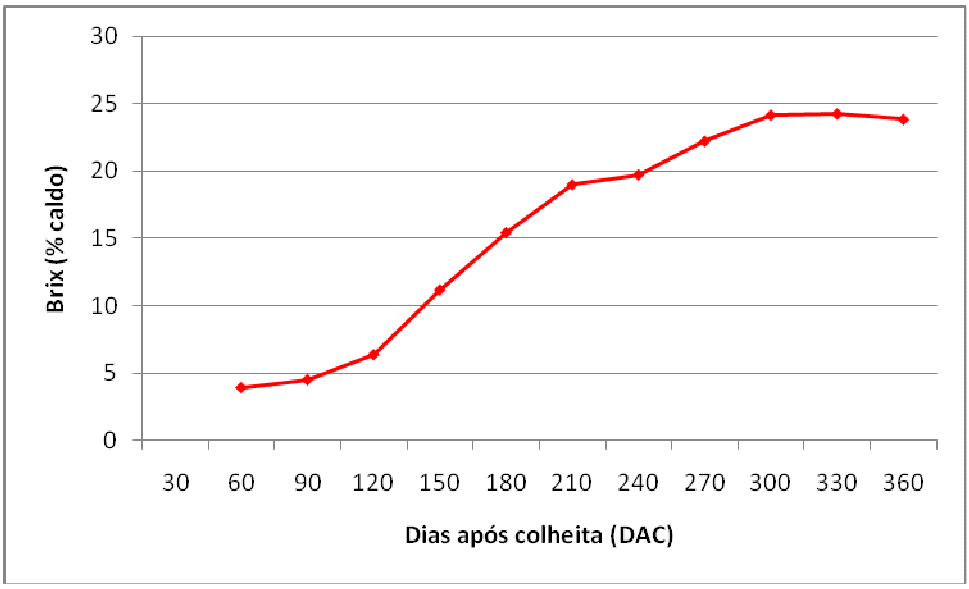

Figura 3 - Média dos três tratamentos para a variável Brix (% caldo) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Na figura 4, estão apresentados os valores de Brix da planta inteira ao longo do período de avaliação e não houve diferença entre os tratamentos no período avaliado (Tabela 6).

Observa-se aumento nos valores de Brix, representados principalmente pelo acúmulo de sacarose ao longo do ciclo produtivo da cana-de-açúcar. Dos 60 aos 240 DAC observou-se aumento médio de 2,6° Brix/mês e dos 240 aos 360 DAC aumento médio de 1,3° Brix/mês. Este maior acúmulo de sacarose dos 60 aos 240 DAC pode estar associado ao maior crescimento da cultura neste período (Schogor, 2008).

O período de crescimento da cultura de cana-de-açúcar é caracterizado pelo intenso acúmulo de matéria seca e de sacarose enquanto que o período de maturação da cana-de-açúcar é caracterizado somente pelo intenso acúmulo de sacarose (Segato et al., 2006). Contudo, Schogor (2008) relatou que quando a fase de crescimento da cultura foi cessada, o acúmulo de MS ainda permaneceu crescente, devido principalmente, ao acúmulo de sacarose pela planta.

No presente trabalho, a cana-de-açúcar apresentou valor médio de 19,7° Brix aos 10 meses de crescimento da cultura e, atingiu o valor médio de 22,5° Brix aos 12 meses. Marques e da Silva (2008) estudando a mesma variedade de cana-de-açúcar

utilizada no presente experimento encontraram valor médio de 15° Brix (Brix % cana) aos 10 meses de crescimento da cultura. Rodrigues et al, (1997) encontraram em 11 variedades de cana-de-açúcar variações na ordem de 16,4 a 19,9° Brix aos 15 meses de idade. Esses relatos sugerem que os valores observados no presente trabalho encontram-se dentro da amplitude normal de ocorrência para essa cultura.

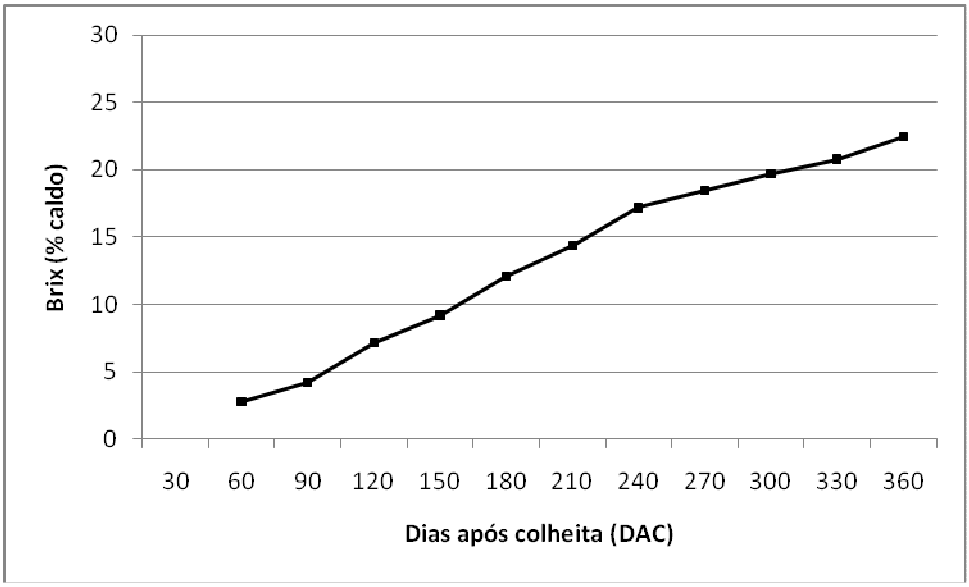

Figura 4 - Média dos três tratamentos para a variável Brix (% caldo) da planta Inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.2 Pol

Os valores de Pol da fração colmo não diferiram entre os tratamentos ao longo do período de avaliação (Tabela 7) e estão apresentados na figura 5.

Os valores da % Pol da fração colmo apresentaram aumento dos 120 aos 180 DAC, com um incremento médio de 4,5%/mês. No período entre os 180 e 210 DAC houve ligeiro decréscimo no acúmulo de sacarose (% Pol) em relação ao período anterior, com média de 3,3%.

O acréscimo de sacarose observado entre 120 e 210 DAC pode ser explicado pelo padrão de crescimento da cultura, onde ocorre intenso acúmulo de sacarose

(Segato et al., 2006, Schogor, 2008). Após os 210 DAC, quando a cultura atingiu sua maturidade e, então, entrou em seu período de utilização, o acúmulo de sacarose expresso em % Pol teve seu incremento reduzido até valores menores que 1%/mês.

Segundo Pereira (2008), o período ou época do ano em que a maturidade da planta é atingida mostra a habilidade da variedade em manter alto teor de sacarose ao longo do ciclo. Aos 360 DAC, a cana-de-açúcar apresentou valor de Pol de 18,2%, superior aos valores encontrados por Rodrigues et al., (2006), que observaram variação na variável Pol de 15,4 a 16,6%.

Tabela 7 - Análise dos valores médios da Pol nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
Pol					
Colmo	14,42	0,22	0,4882	<0,0001	0,8060
Folha	-	-	-	-	-
P. Inteira	11,50	0,17	0,4178	<0,0001	0,1967

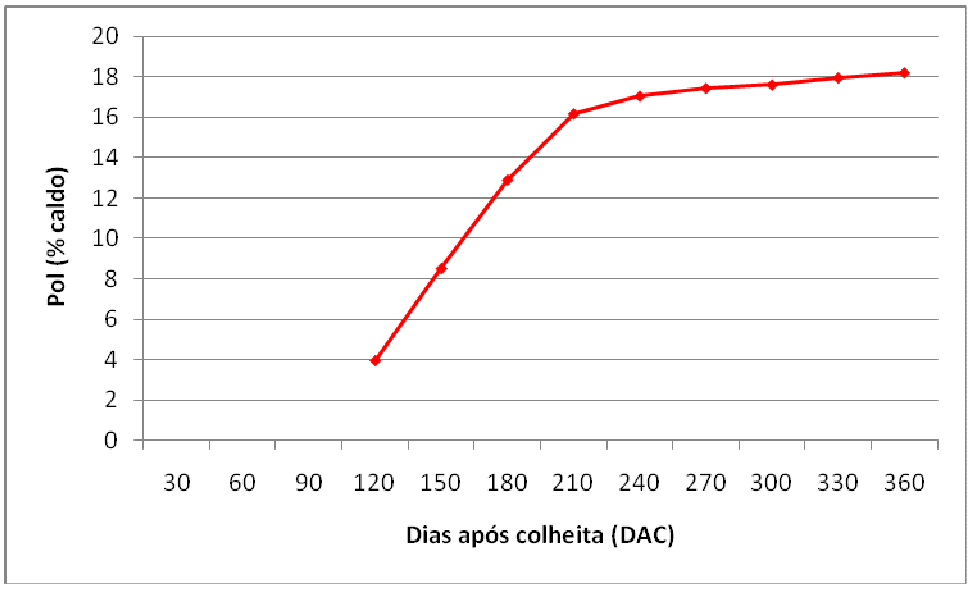

Figura 5 - Média dos três tratamentos para a variável Pol (% caldo) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os trabalhos encontrados na literatura (Landell et al, 2002; Rodrigues et al., 2001; 2006) com cana-de-açúcar com vistas a nutrição animal, utilizam valores de % Pol extraídos do caldo (% Pol do caldo), exclusivamente dos colmos, sendo desprezados os ponteiros.

Na figura 6, estão apresentados os valores de % Pol (% Pol da cana) ao longo do período de avaliação. Não houve diferença entre os tratamentos ao longo do período de avaliação (Tabela 7) para a % Pol da planta inteira.

Pode-se observar que a curva que descreve a % Pol da planta Inteira (Figura 6) apresentou o mesmo comportamento da curva que descreve a % Pol da fração colmo (Figura 5), porém com valores médios menores aos da fração colmo. Aos 360 DAC, a cana-de-açúcar apresentou valor de Pol igual a 14,5%, que pela classificação de Brieger (1968) a caracteriza como madura.

Após os 240 DAC os incrementos na % Pol foram reduzidos ou até mesmo estabilizados, porém, Schogor (2008) relatou que mesmo quando a fase de crescimento da planta foi cessada, o acúmulo de MS ainda permaneceu crescente, e atribuiu tal fato ao acúmulo de sacarose na planta. No entanto, observando as figuras 4 e 6, pode-se sugerir então que após os 240 DAC, o incremento no acúmulo de carboidratos solúveis

ocorrido (figura 4), se refere a outros sólidos solúveis que não a sacarose, em oposição ao postulado por Schogor (2008).

Suguitani (2006) e Schogor (2008) relataram comportamentos semelhantes entre colmo e planta inteira, e que isto, é devido ao fato da massa seca de colmos representar porção significativa da massa seca total da parte aérea, exceto nas primeiras semanas em que a massa de folhas é mais significativa.

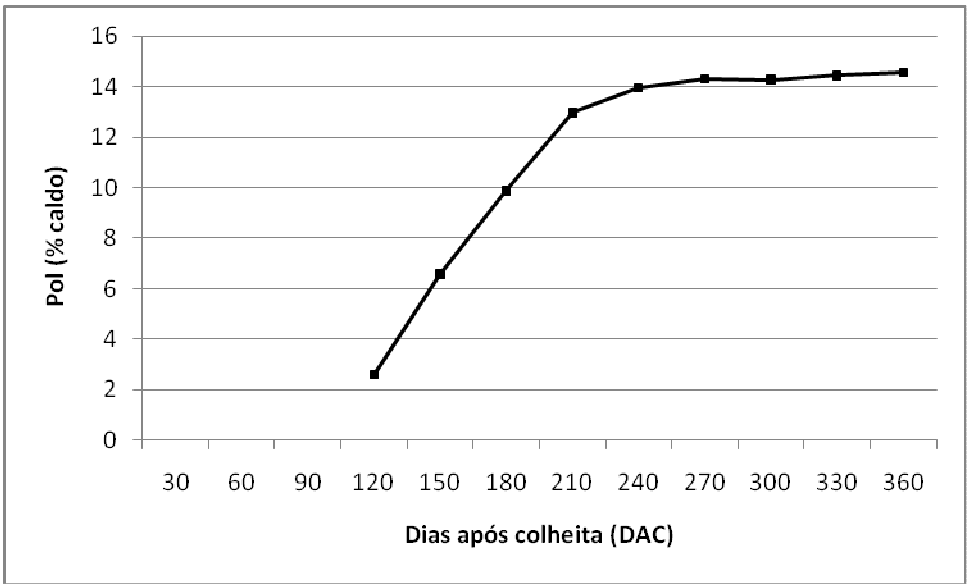

Figura 6 - Média dos três tratamentos para a variável Pol (%caldo) da planta Inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.3 Matéria Seca (MS)

Os resultados para a variável teor de MS das frações colmo e folha e da planta inteira estão apresentados na figura 7, 8 e 9, respectivamente.

Na figura 7 está apresentada a evolução no teor de MS (% MS) ao longo do ciclo de avaliação da fração colmo. Não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 8).

O teor de MS da fração colmo foi crescente dos 120 aos 180 DAC, chegando a 25,2% aos 180 DAC. Após esta data, os teores de MS foram semelhantes ao longo dos

meses até a última avaliação, aos 360 DAC. Isto pode ser um indicativo que após os 180 DAC, quando o perfilhamento cessou (Schogor, 2008), já teria sido iniciado o processo de acúmulo de sacarose nos perfilhos, como resultado da produção excedente de fotoassimilados (Segato et al., 2006, Schogor, 2008). Em compensação outros componentes da MS, como a fração protéica e os minerais foram diluídos, havendo a manutenção no teor de MS do colmo.

Muraro (2007) encontrou resultado semelhante para o teor de MS (25,3%) da fração toco aos 420 dias, estando de acordo com o presente trabalho aos 360 DAC.

Tabela 8 - Análise dos valores médios da MS nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
MS					
Colmo	23,65	0,38	0,1880	<0,0001	0,5326
Folha	26,62	0,34	0,6892	<0,0001	0,7603
P. Inteira	25,15	0,37	0,2555	<0,0001	0,4269

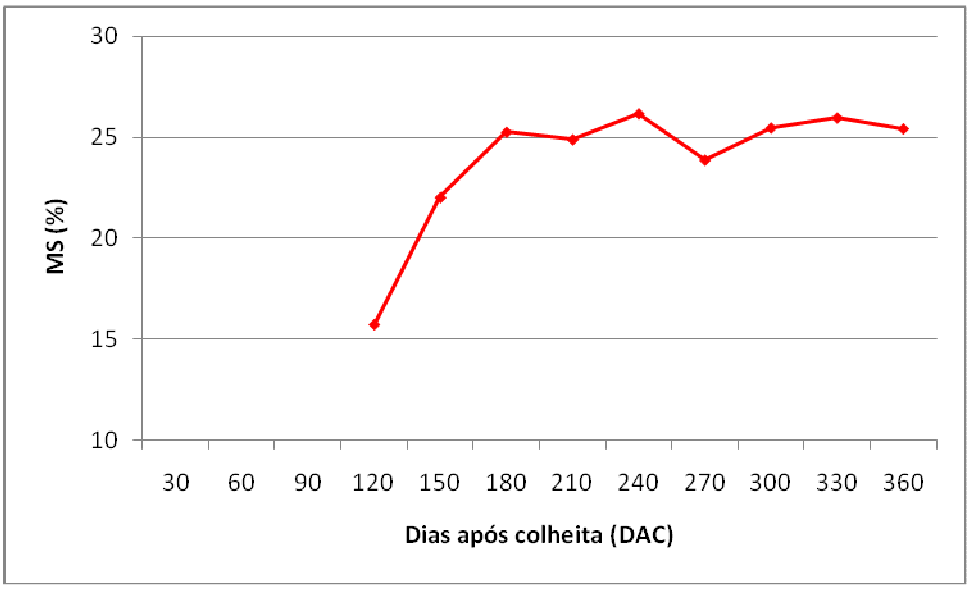

Figura 7 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Na figura 8 está apresentado o teor de MS (% MS) da fração folha. Os tratamentos avaliados não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 8).

O teor de MS da fração folha foi crescente até 240 DAC, quando atingiu 29,4%, sendo que após esse período houve redução e estabilização no teor de MS até 27,2% aos 360 DAC. A fração folha apresentou teor de MS maior que a fração colmo em todos os meses de avaliação.

Isto pode ser explicado pela translocação de fotoassimilados (principalmente açúcar) que ocorre na planta, no sentido das folhas para o colmo, onde são armazenados (Cesnik e Miocque, 2004).

Não foram encontrados na literatura consultada trabalhos que descrevam o acúmulo do teor de MS na fração folha em cana-de-açúcar.

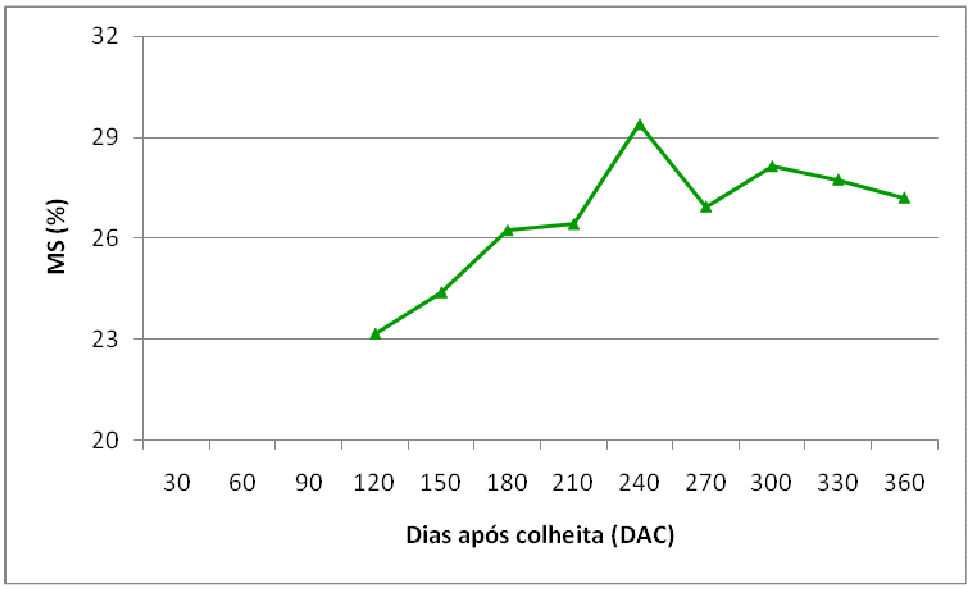

Figura 8 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

A figura 9 apresenta o teor de MS da fração planta inteira da variedade de cana-de-açúcar estudada, que apresentou variações no teor de MS ao longo do ciclo da cultura. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 8).

Do início das avaliações aos 90 DAC, houve decréscimo no teor de MS, atingindo seu menor valor nesta data (16,4%). A partir desta data, a cultura apresentou aumento no teor de MS, até atingir o valor máximo de 32,3% aos 360 DAC. Essa tendência de aumento do teor de MS na planta inteira durante o ciclo da cultura pode ser explicada pelo crescimento da cultura e que, após esta fase, o acúmulo de carboidratos solúveis seria responsável pelos incrementos no teor de MS (Schogor, 2008), mesmo em face à diluição dos demais componentes da MS da planta.

Schmidt (2006) encontrou teor de MS de 30,2% aos 12 meses de colheita trabalhando com a variedade IAC86-2480. Freitas et al., (2006), que avaliaram a variabilidade de composição nutricional de 13 variedades de cana-de-açúcar usadas na alimentação de ruminantes observaram variações no teor de MS entre 20,1 e 27,8%, sendo o valor mais baixo apresentado pela variedade IAC86-2480.

Schmidt (2006) relatou que reduções no teor de MS podem ocorrer por conta de maior potencial de água presente na planta (Ψ H_2O planta) em resposta ao aumento do balanço hídrico no solo (Ψ H_2O solo). Neste presente ensaio, a tendência de depressão no teor de MS ocorrida aos 270 DAC pode ser, então, avaliada com resposta ao aumento do balanço hídrico no solo, pois houve precipitações pluviométricas concentradas neste período (Figura 2).

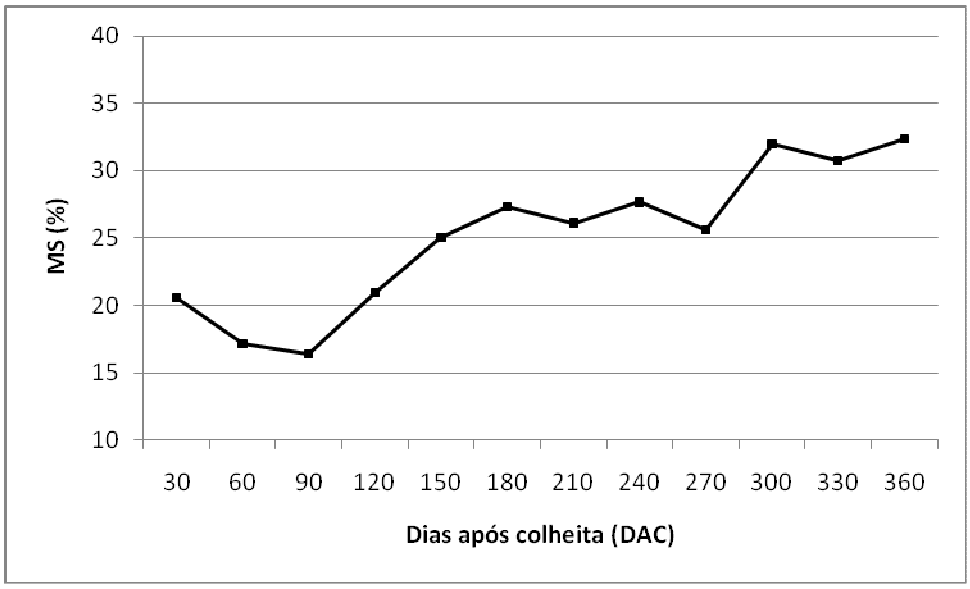

Figura 9 - Média dos três tratamentos para a variável MS (%) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Kung Jr. e Stanley (1982) caracterizaram o valor nutritivo da cana-de-açúcar entre 6 e 24 meses de crescimento e verificaram aumento linear no teor de MS das plantas, com o aumento na idade de corte.

O aumento no teor de MS com o avanço do ciclo vegetativo da planta é evidente, e o principal contribuinte para esse aumento é o acúmulo dos carboidratos solúveis, quase que exclusivamente a sacarose.

4.4 Proteína Bruta (PB)

Na figura 10 encontram-se os teores médios de proteína bruta (PB) da fração colmo da variedade de cana-de-açúcar estudada. Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados sobre o teor de PB (Tabela 9).

O maior teor de PB da fração colmo foi encontrado aos 120 DAC (4,2%) e o menor valor (3,04%) aos 330 DAC. Aos 360 DAC, no ponto de colheita da cultura, a variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 apresentou 3,16% de PB em seu colmo. A tendência de queda no teor de PB durante o ciclo da cultura parece estar relacionada ao ajuste na concentração relativa desse nutriente na MS da planta.

Os valores de PB da fração colmo encontrados neste trabalho estão bem acima dos valores reportados por Rodrigues et al., (1997), que encontraram variação no teor de PB para a fração colmo entre 0,72 e 1,35% aos 15 meses de idade em 11 variedades estudadas. Esta variação no teor de PB encontrado em cana-de-açúcar e suas frações parece ser uma característica intrínseca de cada variedade e da idade de corte, uma vez que diferentes relações colmo/folha são encontradas entre variedades (Andrade et al., 2002). Rodrigues et al., (1997) encontraram variações de 72,71 a 88,37 na % de colmo na planta inteira em 11 variedades de cana-de-açúcar estudadas.

Tabela 9 - Análise dos valores médios da fração PB nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
PB					
Colmo	3,66	0,06	0,2321	<0,0001	0,8963
Folha	4,66	0,02	0,5414	<0,0001	0,1393
P. Inteira	3,96	0,04	0,9114	<0,0001	0,0792

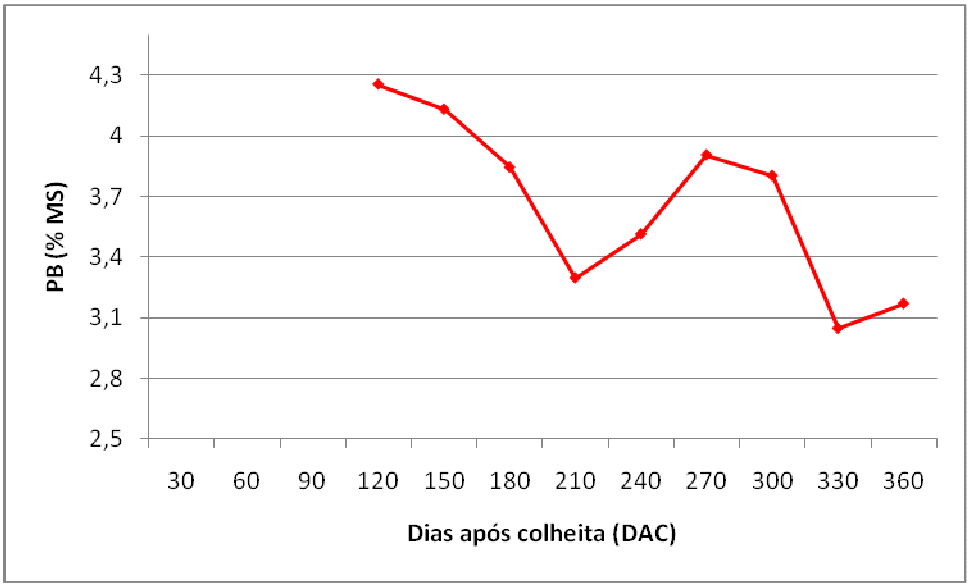

Figura 10 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os teores de PB da fração folha não diferiram entre os tratamentos (Tabela 9) avaliados e estão apresentados na figura 11. A fração folha apresentou o menor valor de PB (4,5%) aos 360 DAC com discreta variação nas colheitas anteriores. O maior valor encontrado para o teor de PB da fração folha foi observado aos 300 DAC, com média de 4,8%.

Rodrigues et al., (1997) estudando 11 variedades de cana-de-açúcar, observaram valores de 4,61 até 6,05% de PB na fração folha. Estes maiores valores de PB encontrados na fração folha com relação à fração colmo devem-se, provavelmente, a maior atividade enzimática presente nas folhas. No trabalho de Rodrigues et al., (1997), a folha apresentou conteúdo de nitrogênio 5 a 6 vezes superior ao colmo, fato este, não observado no presente trabalho.

De acordo com Teixeira (2004), a tentativa de melhorar o teor protéico da cana-de-açúcar por aumento na proporção de folhas parece não fazer sentido, uma vez que as folhas apresentam maior teor de FDN e menor digestibilidade que a fração colmo.

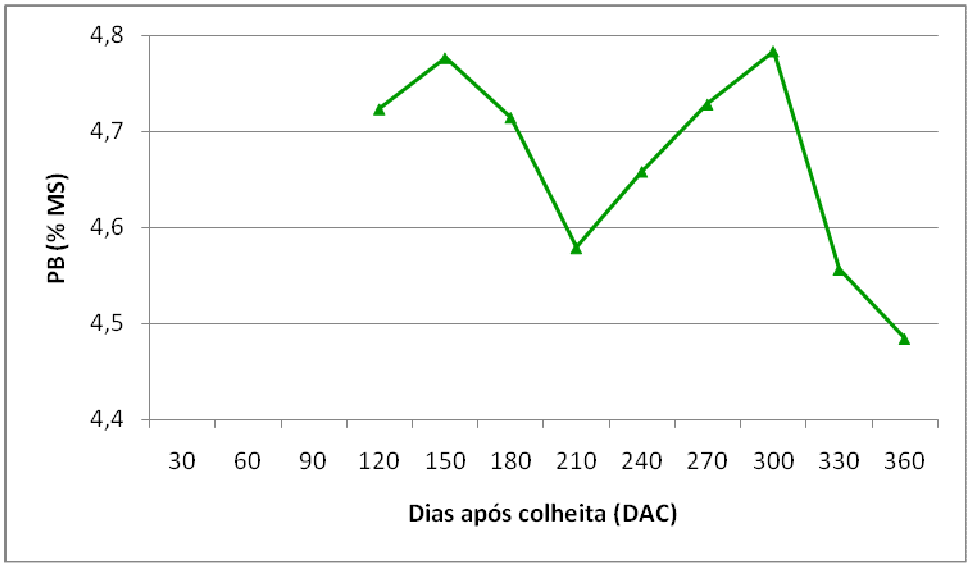

Figura 11 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os teores de PB da planta inteira não diferiram entre os tratamentos (Tabela 9) avaliados ao longo do ciclo da cultura e estão apresentados na figura 12. A planta inteira apresentou teores de PB intermediários em relação à fração colmo e folha, exceto aos 300 DAC, quando apresentou o menor valor para o teor de PB entre as frações avaliadas (3,24%).

O maior valor encontrado para o teor de PB foi aos 120 DAC (4,5%). A queda no teor de PB ao longo do ciclo deve-se a relação folha/colmo, que é maior no início, e tende a decrescer com o desenvolvimento mais intenso do colmo (Schogor, 2008), atingindo teor protéico de 3,45% aos 360 DAC.

Os valores encontrados neste trabalho estão acima dos resultados encontrados na literatura para a mesma variedade. Marques e da Silva (2008) relataram teor de PB de 1,48% com colheita realizada aos 10 meses, estudando a variedade IAC86-2480. Estudando a mesma variedade na alimentação de animais confinados, Fernandes et al., (2007) encontraram teor médio de PB igual a 2,5%.

Rodrigues et al., (1997), estudando 11 variedades de cana-de-açúcar, encontraram variações no teor de PB compreendidos entre 1,4 e 2,16%. Muraro (2007) encontrou teor médio de PB de 5,49, 6,18 e 3,47% colhendo a planta aos 180, 240 e 420 dias, respectivamente para a variedade RB72-454. Kung Jr. e Stanley (1982) que avaliaram a composição nutricional da cana-de-açúcar dos 6 aos 24 meses, observaram decréscimo no teor de proteína bruta com o avanço da idade.

Nota-se que os compostos nitrogenados estão pouco presentes em cana-de-açúcar, e que mesmo as variedades com maior teor protéico caracterizam-se como fontes de forragem com baixo teor de proteína. Esse fato, provavelmente se deve à elevada eficiência fotossintética dessa planta.

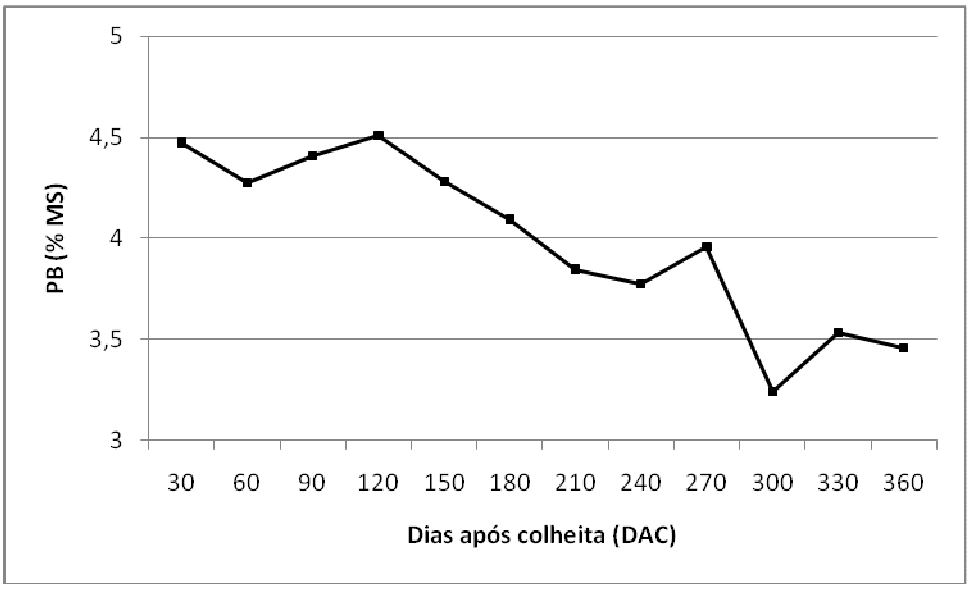

Figura 12 - Média dos três tratamentos para a variável PB (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.5 Matéria Mineral (MM)

Na figura 13, estão apresentados os valores de MM ao longo do período de avaliação da fração colmo. Não houve diferença entre os tratamentos avaliados ao longo do período de avaliação (Tabela 10).

Aos 360 DAC, a fração colmo da cana-de-açúcar estudada apresentou teor de MM igual a 8,03%, sendo este o máximo valor encontrado. Observou-se considerável variação no teor de MM ao longo do ciclo da cultura, com menor valor encontrado aos 210 DAC (4,67%).

Muraro (2007) estudando a fração toco (colmo remanescente após colheita mecanizada) da cana-de-açúcar, variedade RB72-454 cultivada sob espaçamento de 1,3 metros, encontrou valores decrescentes no teor de MM com o aumento da idade da planta. Os cortes foram realizados aos 180, 240 e 420 dias e os valores médios encontrados foram 5,15, 3,03 e 2,5%, respectivamente.

Tabela 10 - Análise dos valores médios da fração MM nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
MM					
Colmo	6,07	0,25	0,3544	<0,0001	0,7555
Folha	4,86	0,17	0,1211	<0,0001	0,1331
P. Inteira	6,85	0,21	0,3589	<0,0001	0,6329

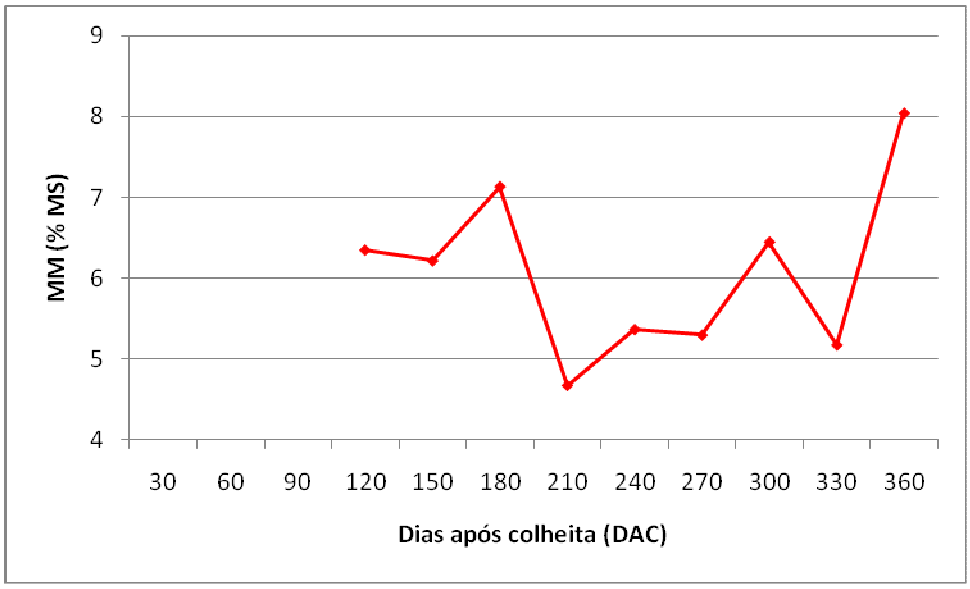

Figura 13 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da fração planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

O teor de MM para a fração folha não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 10). As médias mensais observadas durante o período experimental estão apresentadas na figura 14.

O teor de MM da fração folha, assim como observado na fração colmo, apresentou oscilações durante os meses avaliados, porém, com tendência a diminuir com o aumento da idade. Na primeira avaliação realizada, aos 120 DAC, a fração folha

apresentou 5,74% de MM. O maior valor observado para a fração folha foi aos 210 DAC, com média de 6,18%, e o menor valor encontrado foi aos 360 DAC, com média de 2,9%.

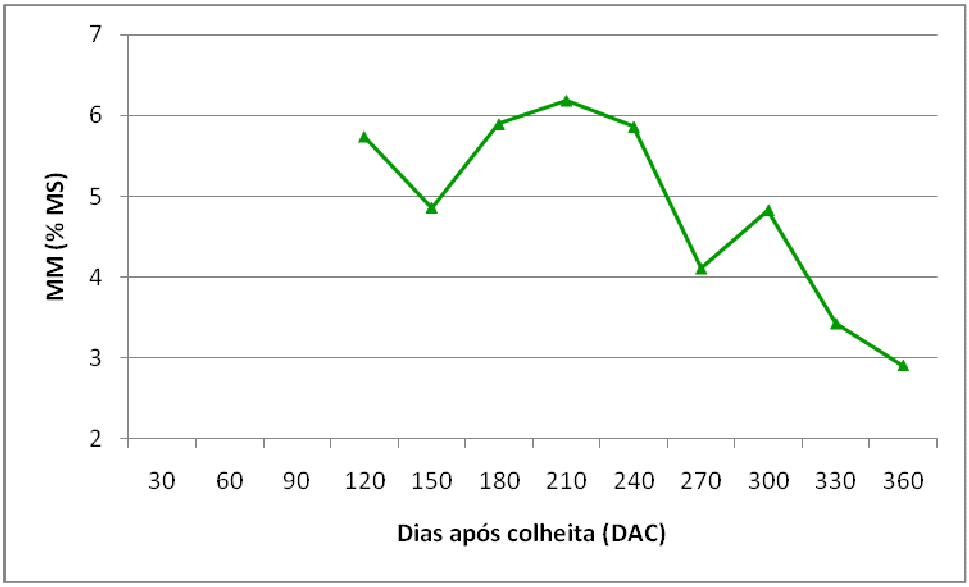

Figura 14 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os teores de MM da planta inteira não diferiram entre os tratamentos avaliados (Tabela 10) e estão apresentados na figura 15. Os valores observados para a planta inteira são similares aos observados para a fração colmo, pois com o crescimento da cultura a relação folha/colmo tendeu a diminuir, sendo o colmo a maior porção da planta inteira (Schogor, 2008).

Observando os valores mensais, parece haver tendência de redução do teor de MM ao longo do tempo, assim como observado por Muraro (2007), porém, aos 360 DAC, no presente trabalho, o teor de MM voltou a aumentar, apresentando média de 7,66%, sendo contraditório com os dados encontrados na literatura. Uma hipótese para este aumento no teor de MM aos 360 DAC poderia ser decorrente da contaminação das amostras por solo no momento da colheita, embora os procedimentos metodológicos adotados procuraram evitar esse efeito.

O valor máximo encontrado para o teor de MM foi observado aos 90 DAC (8,35%) e o valor mínimo foi observado aos 270 DAC com média de 5,55%. Na compilação de dados realizada por Nussio et al., (2006) foi encontrada variação de 0,81 a 6,42% no teor de MM em amostras de cana-de-açúcar.

Kung Jr e Stanley (1982), avaliando variedades de cana-de-açúcar aos 6, 9, 12, 15 e 24 meses de idade relataram teores de MM de 7,43, 7,76, 7,06, 7,98 e 3,94% respectivamente.

Os teores médios de MM encontrados no presente estudo estão bem acima dos valores médios (3,62, 1,58 e 2,55%) encontrados por Schmidt (2006), Fernandes et al., (2003) e Andrade et al., (2002), respectivamente.

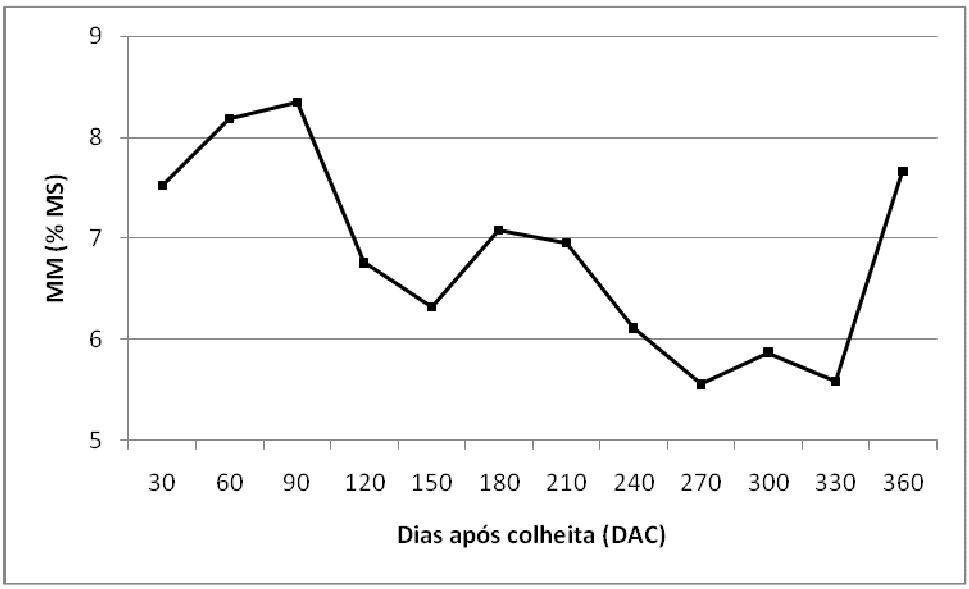

Figura 15 - Média dos três tratamentos para a variável MM (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Segundo Boin et al., (1987), a proporção de minerais essenciais nas cinzas da cana-de-açúcar é extremamente baixo, principalmente cálcio e fósforo. O único mineral de importância nutricional presente na cana é o potássio. Além disso, segundo Barnes (1974) as cinzas da cana também contêm alto teor de sílica, sem importância nutricional.

4.6 Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Na figura 16 encontram-se os teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) da fração colmo da variedade de cana-de-açúcar estudada. Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados sobre o teor de FDN (Tabela 11).

De acordo com os valores de FDN encontrados, observa-se redução no teor de FDN com o aumento da idade da planta. Esta queda no teor de FDN está associada ao aumento na proporção de carboidratos não fibrosos (CNF), representado principalmente pela sacarose.

O maior valor encontrado para o teor de FDN foi aos 120 DAC, com média de 64,1%, sendo que o menor valor foi observado aos 360 DAC, na época de colheita da cana-de-açúcar, com média de 37,66%. Observando estes valores tem-se uma queda de 26,44 unidades percentuais no teor de FDN da primeira para a última avaliação, evidenciando que a partir da segunda amostragem (150 DAC), o acúmulo de sacarose na planta já é representativo.

Muraro (2007) também observou queda no teor de FDN com o aumento da idade da planta, estudando a fração toco da cana-de-açúcar. Houve redução de 16,27 unidades percentuais no teor de FDN da cana-de-açúcar cortada aos 180 dias, comparado aos 420 dias de idade. Rodrigues et al., (1997) encontraram variações no teor de FDN do colmo na ordem de 40,5 a 48,9% em 11 variedades de cana-de-açúcar estudadas.

Tabela 11 - Análise dos valores médios da fração FDN nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
FDN					
Colmo	46,72	1,25	0,6001	<0,0001	0,6133
Folha	78,12	0,69	0,1445	<0,0001	0,6143
P. Inteira	61,54	0,95	0,9747	<0,0001	0,4351

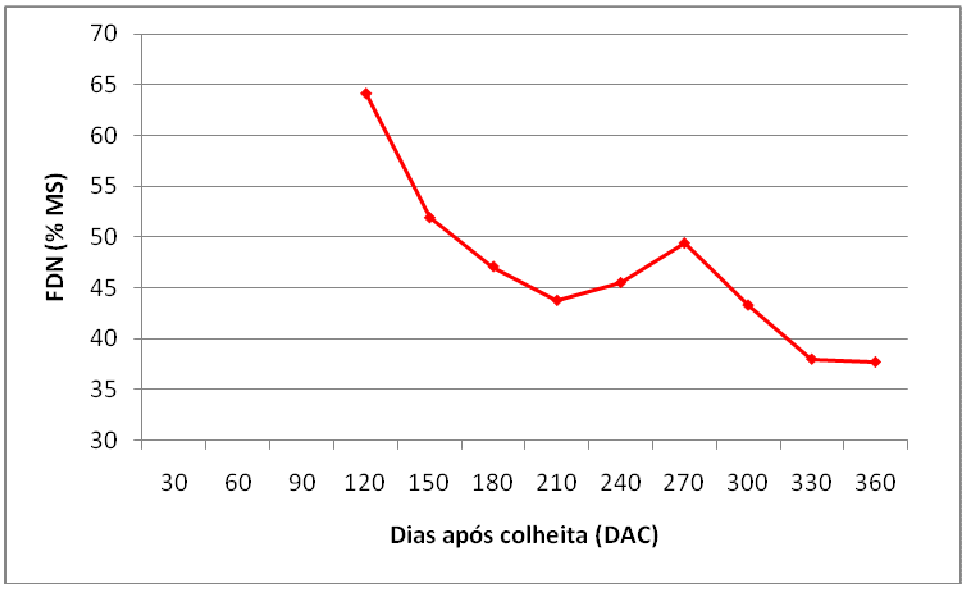

Figura 16 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os sinais menos expressivos de queda no teor de FDN ao longo do ciclo da cultura foram encontrados na fração folha, e não acompanharam o mesmo efeito da fração colmo. Do primeiro (120 DAC) para o último corte (360 DAC), a queda foi de apenas 9,35 unidades percentuais, evidenciando que o acúmulo de carboidrato solúvel na fração folha não foi expressivo, uma vez que a cana-de-açúcar tem o colmo como seu principal dreno metabólico.

Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados (Tabela 11) e as médias mensais dos teores de FDN da fração folha estão apresentadas na figura 17. O valor máximo encontrado para o teor de FDN na folha ocorreu aos 120 DAC (81,39%) e o menor valor foi observado aos 360 DAC (72,04%), no ponto de colheita da cana-de-açúcar.

De acordo com Rodrigues et al. (1997), o menor valor encontrado para o teor de FDN na folha foi de 76,6% e o maior valor foi 80,8%, sendo semelhantes aos valores encontrados neste estudo.

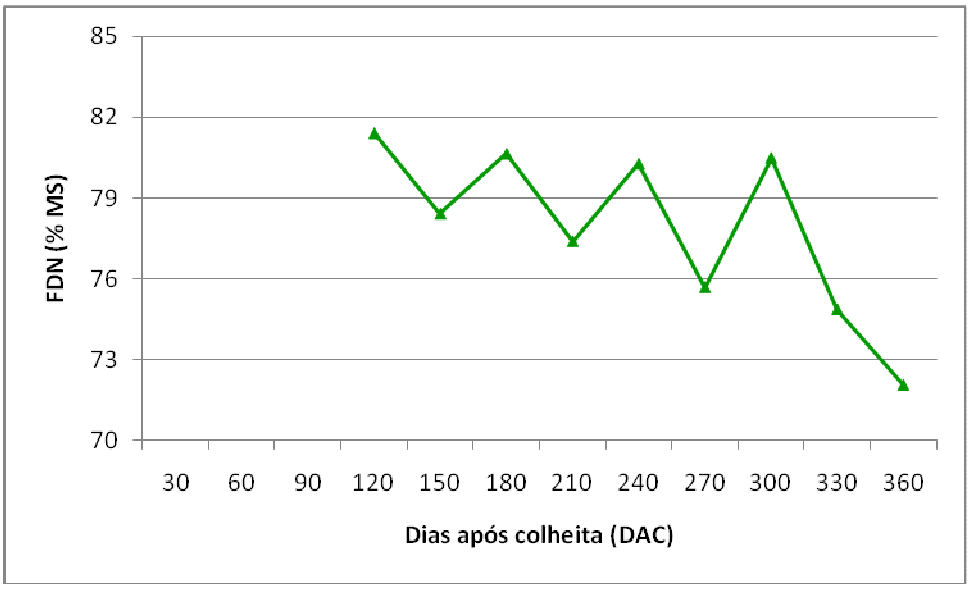

Figura 17 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Na figura 18 encontram-se os teores médios de FDN da planta inteira da variedade de cana-de-açúcar estudada. Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados sobre o teor de FDN (Tabela 11).

Os valores de FDN encontrados dos 30 DAC até aos 120 DAC para a planta inteira são semelhantes aos da fração folha apresentados anteriormente, pois nessa fase a planta tem a folha como principal componente morfológico (Schogor, 2008). A partir daí o comportamento dos dados passou a ser semelhante aos da fração colmo, pois a relação folha/colmo começou a diminuir tornando o colmo a maior porção morfológica da planta inteira.

Assim como na fração colmo, observou-se redução de 16,6 unidades percentuais no teor de FDN dos 120 DAC para os 150 DAC, sendo indicativo do inicio do acúmulo de sacarose no colmo. Daí em diante o teor de FDN da planta começou a diminuir até aos 300 DAC, quando atingiu seu menor valor (44,9%), aumentando posteriormente, chegando aos 360 DAC com média igual a 48%.

Este aumento após os 300 DAC pode estar relacionado as precipitações pluviométricas ocorrida nos últimos dois meses (Tabela 3), o que poderia estimular o

crescimento vegetativo da cultura e a maior síntese de fibra na planta (Van Soest, 1994).

O acúmulo de carboidratos solúveis (sacarose) na planta provocou queda de 34,8 unidades percentuais no teor de FDN, do maior valor (79,7%) para o menor valor encontrado (44,9%), resultante de ajuste na concentração relativa dessa variável na MS da planta.

Schmidt (2006), estudando a mesma variedade utilizada no presente estudo encontrou valores superiores de FDN aos 12 meses de idade (61,8%). Os valores de FDN encontrados por Rodrigues et al., (2001) estão de acordo com os valores encontrados no presente trabalho, onde os autores observaram teor médio de FDN igual a 44,18% para a mesma variedade de cana-de-açúcar do presente estudo.

Nussio et al., (2006) encontraram variações para o teor de FDN em cana-de-açúcar na ordem de 37,9 a 63,9%, sendo o menor valor encontrado para a variedade IAC86-2480, hidrolisada com 1% de CaO. Rodrigues et al., (1997) estudando 11 variedades de cana-de-açúcar encontraram variações de 45,19 a 56,47% para o teor de FDN na planta inteira. Muraro (2007) observou queda no teor de FDN da cana-de-açúcar com o aumento da idade da planta, sendo os valores 75,29, 67,27 e 60,77% aos 180, 240 e 420 dias, respectivamente. Pate e Coleman (1975) encontraram variações de 42,56 a 67,7% no teor de FDN em 66 variedades estudadas.

O valor encontrado aos 360 DAC encontra-se dentro da amplitude ideal citada por Rodrigues et al. (1997), que sugeriram teores de FDN mais baixos que 52%, pois a fibra em excesso poderia limitar em determinado grau a ingestão de cana-de-açúcar, comprometendo o desempenho do animal.

Os dados observados no presente trabalho estão de acordo com os dados apresentados por Landell et al., (2002), que caracterizam a variedade IAC86-2480 como sendo de baixo teor de fibra (FDN) na época de colheita, característica esta que lhe confere o nome de “cana forrageira”, em outras palavras, recomendada para a alimentação de ruminantes.

De acordo com os dados de teor de FDN de cana-de-açúcar observados na literatura, nota-se que a variabilidade de valores encontrados está correlacionada com o

genótipo e idade de corte (Andrade et al., 2002) e, também pode apresentar diferenças em decorrência da metodologia laboratorial adotada.

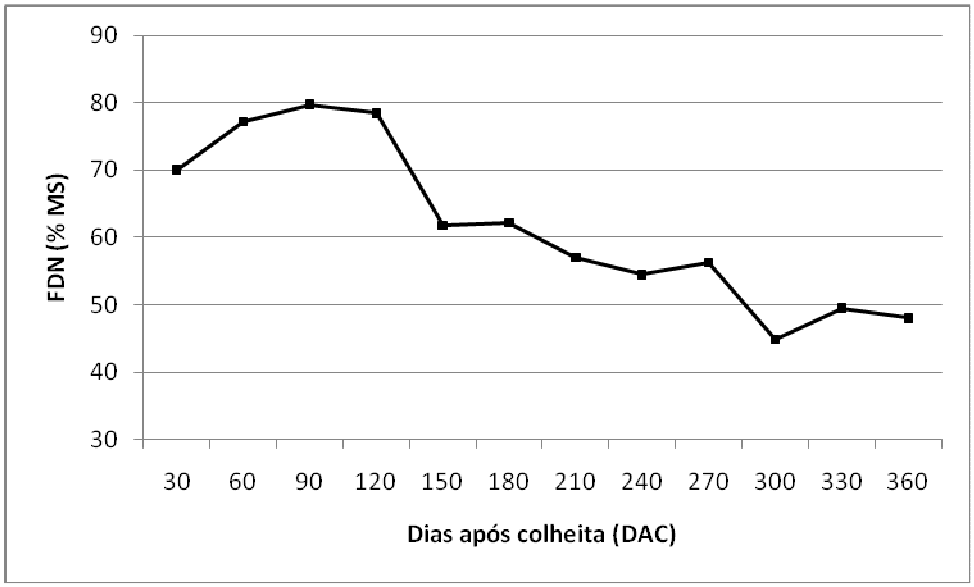

Figura 18 - Média dos três tratamentos para a variável FDN (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.7 Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Na figura 19 encontram-se os teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) da fração colmo da variedade de cana-de-açúcar estudada. Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados sobre o teor de FDA (Tabela 12).

No geral, observa-se redução no teor de FDA da fração colmo com o aumento da idade da planta, apresentando comportamento semelhante à fração FDN, e à medida que a cana-de-açúcar acumula carboidratos solúveis (sacarose), a participação da fibra na matéria seca total diminui.

Aos 120 DAC, a fração colmo apresentou o maior teor de FDA (41,8%), sendo 22,3 unidades percentuais inferior ao FDN da mesma fração. Já aos 360 DAC, quando foi encontrado o menor valor do teor de FDA (27,9%), a diferença para o FDN caiu para

9,7 unidades percentuais. Esse fato sugere que a fração FDA sofreu menor influência do acúmulo de carboidratos solúveis (sacarose) que a fração FDN, ou seja, na fração hemicelulose o efeito é aparentemente mais pronunciado.

Muraro (2007), estudando a fração toco (colmo remanescente) de cana-de-açúcar encontrou valores de FDA de 37,9, 34,03 e 31,21% aos 180, 240 e 420 dias respectivamente, os quais estão próximos aos valores encontrados no presente trabalho.

Tabela 12 - Análise dos valores médios da fração FDA nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
FDA					
Colmo	33,91	0,93	0,8473	<0,0001	0,9494
Folha	50,83	1,10	0,4612	<0,0001	0,0832
P. Inteira	41,86	0,74	0,7408	<0,0001	0,0945

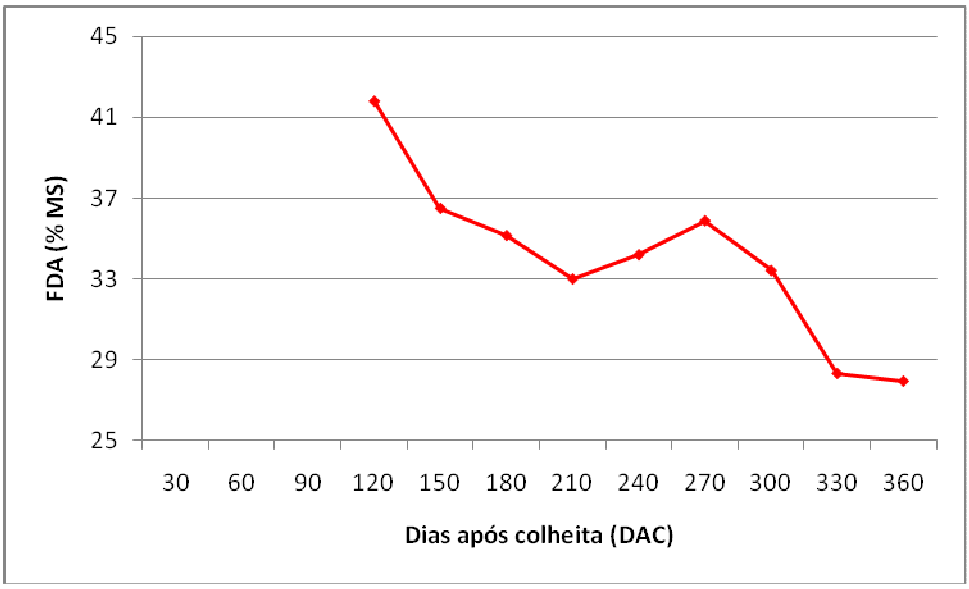

Figura 19 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Para o teor de FDA da fração folha da variedade de cana-de-açúcar estudada não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos estudados, as médias estão apresentadas na tabela 12 e os valores médios encontrados estão apresentados na figura 20.

Aos 120 DAC a fração folha da cana-de-açúcar apresentou teor de FDA igual a 54,5%, com posteriores oscilações ao longo do ciclo da cultura até alcançar 46,6% aos 360 DAC, gerando amplitude de apenas 7,9 unidades percentuais.

Segundo Van Soest, (1994), a fração FDA das forragens é constituída principalmente pelas frações celulose e lignina que seguem aumentando com o avanço da idade das plantas, implicando na perda de qualidade do alimento. Os maiores valores de FDA encontrados na fração folha quando comparados à fração colmo devem-se à maior percentagem de constituintes da parede celular e menor percentagem de conteúdo celular naquela fração, e o conseqüente, menor valor nutritivo da fração folha.

Porém, diferentemente das outras gramíneas tropicais, a cana-de-açúcar, por conta do acúmulo de sacarose ao longo do ciclo produtivo melhora ou até mesmo preserva seu valor alimentício, conforme observado no presente estudo.

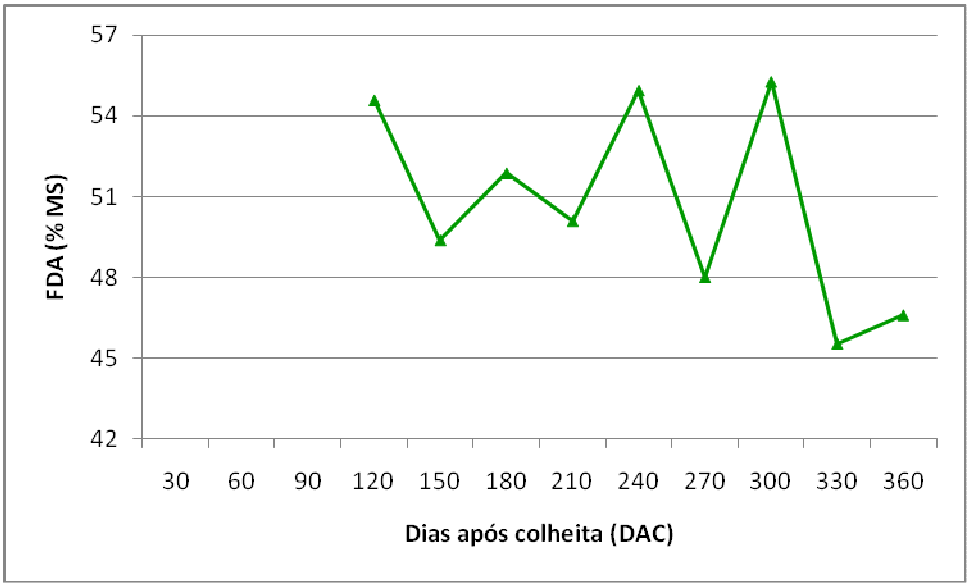

Figura 20 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Assim como para a variável FDN, o teor de FDA apresentou comportamento semelhante para a planta inteira (Figura 21), e não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados (Tabela 12).

Dos 30 DAC aos 120 DAC, os valores obtidos para a planta inteira são semelhantes a fração folha, uma vez que nesta fase do ciclo de produção da cana-de-açúcar a participação de folhas representa grande parte da MS da planta inteira.

A partir dos 120 DAC, com o crescimento do colmo já pronunciado, o comportamento da planta inteira passa a ser semelhante a fração colmo, pois o colmo já representa a maior proporção da planta inteira.

Dos 120 DAC aos 150 DAC, o teor de FDA diminuiu 13,5 unidades percentuais, que é um indicativo do início do acúmulo de carboidratos solúveis, como observado nos valores de Brix e Pol (Figuras 4 e 6, respectivamente). A partir daí, os valores continuaram a decrescer até atingir o menor valor aos 300 DAC (29,3%), onde a partir desta data ocorreu aumento no teor de FDA na cana-de-açúcar, chegando aos 360 DAC com média de 32,9%. Este efeito pode ser explicado pelo aumento do número de folhas verdes e mortas observada por Schogor (2008) a partir dos 300 DAC, pois a fração folha apresenta teor de FDA elevado (Figura 20).

Quando se comparam os teores de FDN com os de FDA da fração planta inteira observa-se que aos 30 DAC a diferença entre FDN e FDA era de 23,2 unidades percentuais e aos 360 DAC esta diferença decresceu para 15 unidades percentuais. Isto pode ser explicado pelo maior acúmulo de celulose e lignina com o avanço da idade da planta, aumentando a proporção de FDA no FDN.

Kung Jr e Stanley (1982) encontraram redução de 3,5 e 8,1 unidades percentuais no teor de FDA e hemicelulose do sexto para o décimo segundo mês de idade (41,5 – 38%; 26,9 – 18,8%), respectivamente. Os mesmos autores encontraram acréscimo na percentagem de lignina de 6,3 para 7,2% (6 e 12 meses), respectivamente.

Schmidt (2006) trabalhando com a mesma variedade de cana-de-açúcar do presente estudo encontrou teor de FDA igual a 36,8%. Azevêdo et al., (2003), estudaram 15 variedades de cana-de-açúcar e encontraram variação de 24,3 a 29,7% no teor de FDA aos 426 dias de idade da planta. Muraro (2007) encontrou teores de FDA de 43,59, 42,57 e 36,22% aos 180, 240 e 420 dias, respectivamente.

Kung Jr e Stanley (1982) encontraram queda no teor de FDA de 41,5 para 34,2% do sexto para o vigésimo quarto mês de idade, valores estes que estão de acordo com o presente estudo.

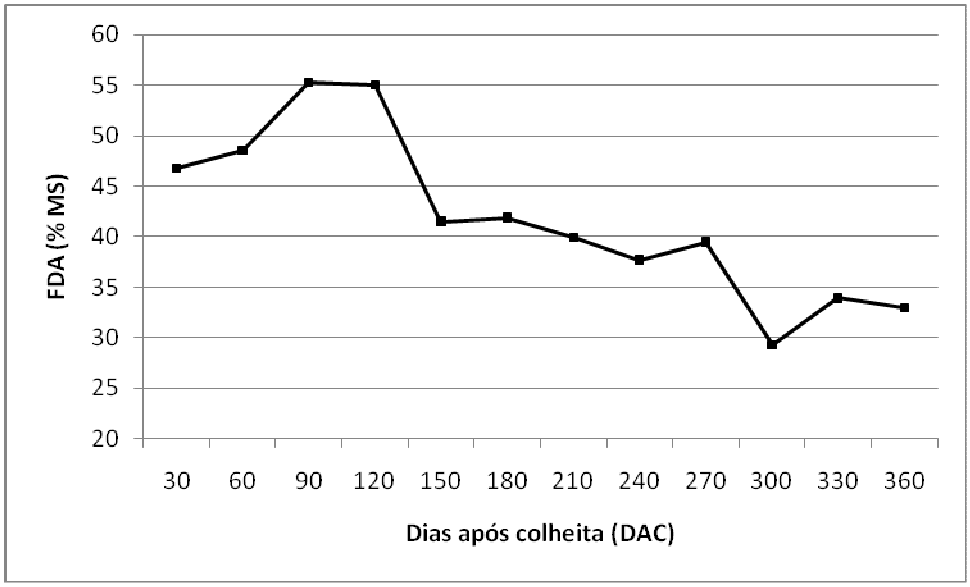

Figura 21 - Média dos três tratamentos para a variável FDA (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.8 Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS)

A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS) da fração colmo da cana-de-açúcar estudada apresentou tendência de crescimento com o avanço da idade da planta (Figura 22). Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados para a DVIVMS (Tabela 13).

Pelo fato da DVIVMS estar correlacionada negativamente com o teor de fibra em cana-de-açúcar, as curvas geralmente se apresentam de formas antagônicas, como pode ser visto nas figuras 16 e 19 em comparação com a figura 22.

Quando é considerado o valor nutritivo de plantas forrageiras, especialmente o da fração colmo, observa-se que ocorre redução acentuada na digestibilidade da matéria seca com o avanço da maturidade (Van Soest et al, 1991). Porém, quando se

trata de cana-de-açúcar, há aumento na digestibilidade da matéria seca à medida que a idade aumenta (figuras 22 e 24). Este aumento na digestibilidade esta relacionado com o aumento na concentração de carboidratos solúveis (sacarose) no colmo, e por conseqüência, na planta inteira.

A DVIVMS aumentou 19,1 unidades percentuais do início do período vegetativo (120 DAC) aos 360 DAC, com variação de 52,1 a 71,3%. Rodrigues et al., (1997), estudando 11 variedades de cana-de-açúcar encontraram variações de 72,5 a 83,3% para a DVIVMS da fração colmo.

Tabela 13 - Análise dos valores médios da DVIVMS nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
DVIVMS					
Colmo	61,70	0,69	0,7231	<0,0001	0,9294
Folha	47,47	0,57	0,3441	<0,0001	0,2296
P. Inteira	55,77	0,66	0,6100	<0,0001	0,1142

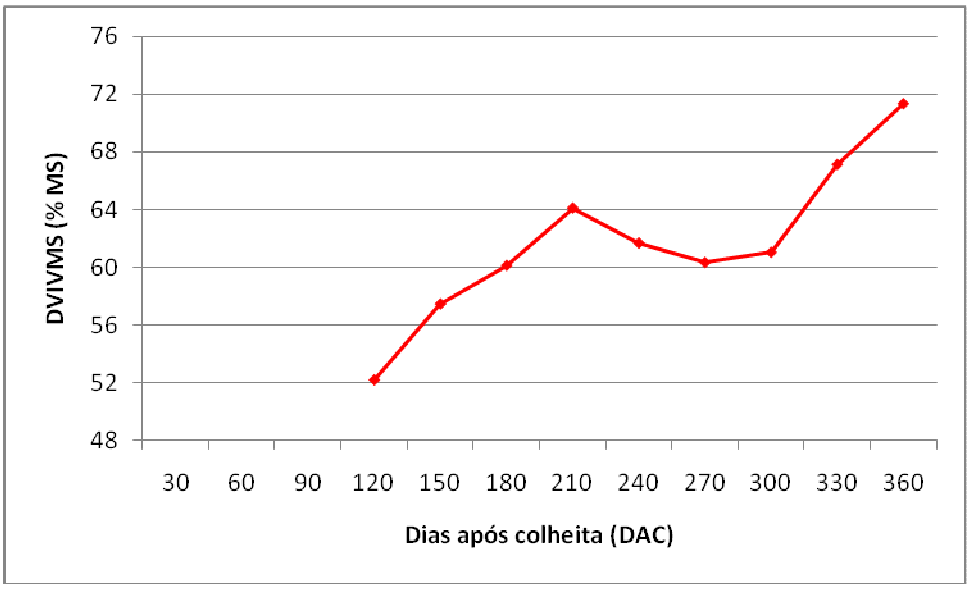

Figura 22 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Na fração folha foram encontrados os menores valores de DVIVMS entre as frações estudadas. Os valores médios da DVIVMS estão apresentados na Figura 23. Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados ao longo do ciclo da cultura (Tabela 13).

Durante o período de avaliação, a DVIVMS da fração folha apresentou alguma oscilação, mas esteve compreendida entre 46,9% aos 120 DAC e 51,2% aos 360 DAC. Estes valores sugerem que a seleção ou escolha de variedades com maior proporção de folhas não seriam necessariamente interessante se o objetivo for aumentar a DVIVMS da planta inteira.

Efeito semelhante havia sido previamente descrito por Rodrigues et al. (1997), que observaram coeficiente de DVIVMS da fração folha (média de 51,4%) em 11 variedades de cana-de-açúcar cortadas aos 12 meses.

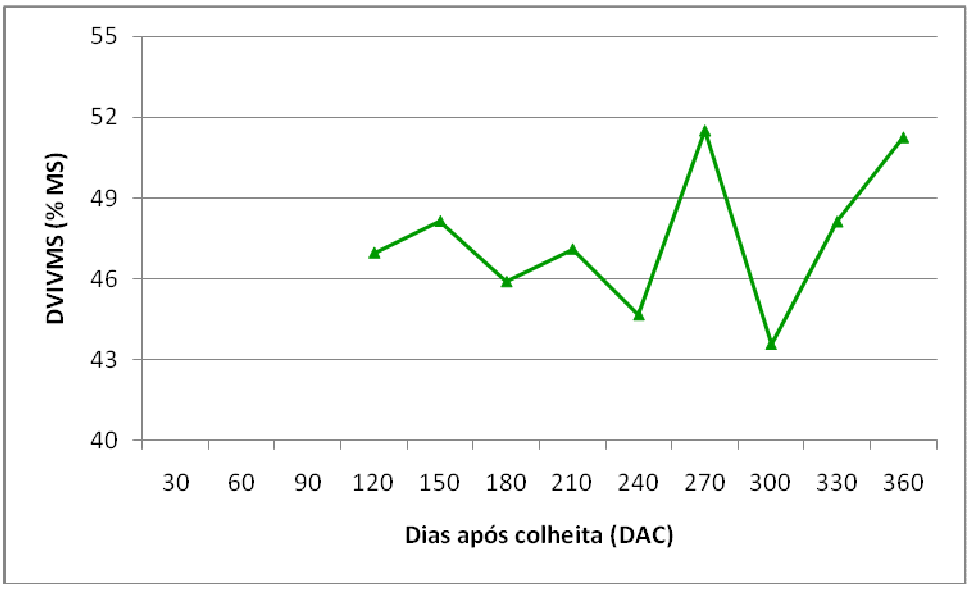

Figura 23 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da fração folha da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Os coeficientes da DVIVMS da planta inteira ao longo do ciclo da cultura estão apresentados na figura 24. Não houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados (Tabela 13).

Com os valores encontrados dos 30 aos 90 DAC, observou-se queda de 13,4 unidades percentuais na DVIVMS. Tais valores descrevem o comportamento similar e típico de outras gramíneas tropicais, que perdem qualidade com o avanço da idade (Van Soest et al, 1991), uma vez que nesta fase do ciclo de cana-de-açúcar, a planta tem composição morfológica com predominância de folhas. Esse padrão de evolução da DVIVMS da planta inteira sugere que até cerca de 90 DAC a cana-de-açúcar se comporta de forma análoga aos capins tropicais, e que a reversão desse cenário se dá por volta de 90 dias.

A partir dos 90 DAC, quando o crescimento da fração colmo se torna mais pronunciado (Schogor, 2008), juntamente com o início do acúmulo de carboidratos solúveis, a DVIVMS da planta inteira começa a aumentar, sendo característica intrínseca da cana-de-açúcar.

Dos 90 aos 360 DAC, a DVIVMS aumentou 24,5 unidades percentuais, com média de 2,7 unidades percentuais/mês, atingindo então 66,2% de DVIVMS ao décimo

segundo mês de idade. Resultado semelhante foi obtido por Schmidt (2006), avaliando a composição nutricional da variedade IAC86-2480 para confecção de silagem. Esse autor encontrou aos 12 meses de idade, coeficiente médio de DVIVMS de 65,8%. Estes resultados confirmam as afirmativas de Landell et al. (2002), que descreveram a variedade IAC86-2480 como uma fonte de forragem de elevado valor nutritivo, com alta digestibilidade.

Rodrigues et al. (2001), também observaram elevado coeficiente de digestibilidade *in vitro* para a variedade IAC86-2480 (média de 64,2%) e Oliveira et al. (2004), estudando a mesma variedade encontraram coeficiente de digestibilidade *in vitro* igual a 64,66% aos 15 meses de idade.

Rodrigues et al. (1997), estudando 11 variedades de cana-de-açúcar, encontraram variações de 67,57 a 77,23% na DVIVMS da planta inteira. Kung Jr. e Stanley (1982), avaliando cana-de-açúcar aos 6, 9, 12, 15 e 24 meses observaram aumento de 52,6 para 60,3% na DVIVMS. Já Rodrigues et al. (2001) observaram decréscimo na DVIVMS do décimo segundo para o décimo sétimo mês (65,9 para 63,1%) estudando a variedade IAC86-2480.

Em variedades de cana-de-açúcar mais antigas o estudo da digestibilidade apontava para manutenção e ligeiro aumento desse coeficiente ao final do ciclo (Peixoto, 1986). Entretanto, em variedades modernas, o surto de acúmulo de açúcares ao final do ciclo é mais evidente (Landell et al, 2002), fato que determina elevações mais acentuadas na DVIVMS.

Entretanto, segundo Rodrigues et al. (1997), em cana-de-açúcar os valores de DVIVMS servem apenas de referência para se comparar variedades, pois em avaliações *in vivo* os valores observados são menores, além do fato de a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar ser tipicamente baixa. Segundo o mesmo autor, a DVIVMS não deve ser considerada isoladamente como parâmetro para escolha de variedades a serem utilizadas na alimentação de bovinos.

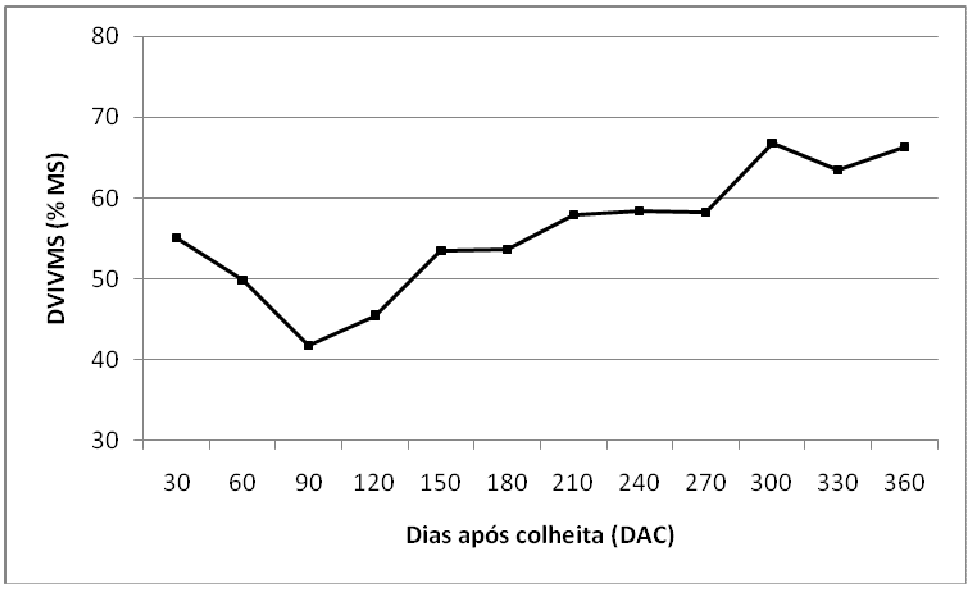

Figura 24 - Média dos três tratamentos para a variável DVIVMS (% MS) da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.9 Relação FDN/Brix

As médias da relação FDN/Brix da fração colmo ao longo do período experimental para os três tratamentos avaliados estão apresentadas na figura 25. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 14).

Aos 120 DAC, quando a variável Brix da fração colmo ainda esteve baixa, a relação FDN/Brix da fração colmo foi superior a 10. Com o avanço da idade da planta, observou-se, então, que esta relação começou a diminuir, pois a planta começou a acumular carboidratos solúveis (Schogor, 2008), e com isso, houve diminuição da relação FDN/açúcares. Quando a planta atingiu sua maturidade (360 DAC), foi encontrado o menor valor da relação FDN/Brix (1,56), pois neste estado a cana-de-açúcar apresentou o menor teor de FDN (37,6%) e o maior valor de Brix (23,8°), ambos na fração colmo.

Não foi encontrado na literatura consultada trabalhos com relação FDN/Brix que utilizaram valores de FDN e de Brix da fração colmo, sendo encontrados apenas valores da relação FDN/Brix com o teor de FDN da planta inteira e o Brix do colmo, o que dificulta a comparação dos dados desse presente estudo.

Tabela 14 - Análise dos valores médios da relação FDN/Brix nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
FDN/Brix					
Colmo	3,34	0,19	0,7112	<0,0001	0,5833
Folha	-	-	-	-	-
P. Inteira	7,80	0,37	0,4922	<0,0001	0,7325

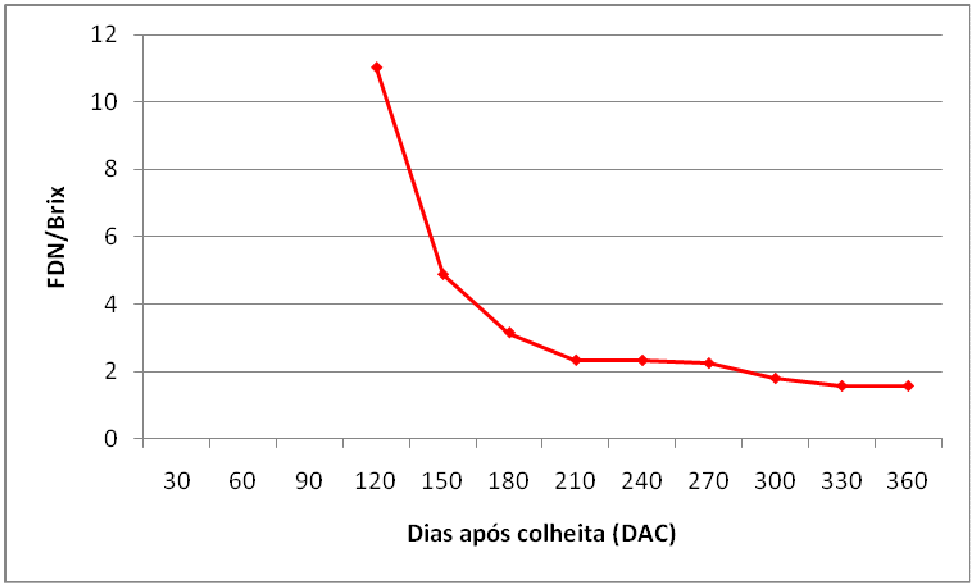

Figura 25 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Brix da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Para a planta inteira, o comportamento dos dados foi semelhante à fração colmo, porém, com valores de relação FDN/Brix maiores (Figura 26). Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 14).

Como a planta inteira foi coletada desde o primeiro mês (30 DAC) de experimento e o Brix foi avaliado à partir do segundo mês (60 DAC), as relações

FDN/Brix já puderam ser calculadas a partir dos 60 DAC, diferentemente da fração colmo em que pode ser calculada somente a partir dos 120 DAC.

Por conta disso observou-se, então, relação FDN/Brix elevada nas primeiras colheitas (60 e 90 DAC), devido ao alto teor de FDN e baixo valor de Brix, e a partir dos 120 DAC os valores tornaram-se similares aos da fração colmo.

Aos 360 DAC foi encontrada a menor relação FDN/Brix (2,1) na planta inteira. O valor encontrado é inferior aos encontrados por Rodrigues et al. (1997) e Rodrigues e Barbosa (1999).

Rodrigues et al. (1997), estudando 11 variedades de cana-de-açúcar encontraram variações na relação FDN/Brix de 2,3 a 3,4 na maturidade da planta. Para a menor relação FDN/Brix encontrada (2,3), os valores de FDN e Brix encontrados foram 45,2% e 19,9°, respectivamente, para a variedade RB76-5418. Rodrigues e Barbosa (1999) encontraram relação FDN/Brix de 3,1 para a variedade CB47-355.

Esta maior relação FDN/Brix reportada por Rodrigues et al. (1997) pode ser explicada pelos menores valores de Brix obtidos (média de 18,2), quando comparado a média obtida no presente trabalho (22,4), já que os valores de FDN foram similares.

Como mencionado anteriormente, os trabalhos de Rodrigues et al. (1997) e Rodrigues e Barbosa (1999) utilizaram teores de FDN da planta inteira e valores de Brix obtidos exclusivamente a partir do colmo. Sendo a relação FDN/Brix uma variável para a recomendação de uma variedade para a alimentação de ruminantes, a utilização de valores de Brix exclusivos da fração colmo poderia causar distorção nos resultados, uma vez que diferentes relações folha/colmo são encontradas em variedades de cana-de-açúcar. Além disso, estes resultados poderiam não condizer com a realidade, uma vez que em condição de campo não é retirado o ponteiro da cana-de-açúcar para a alimentação de ruminantes.

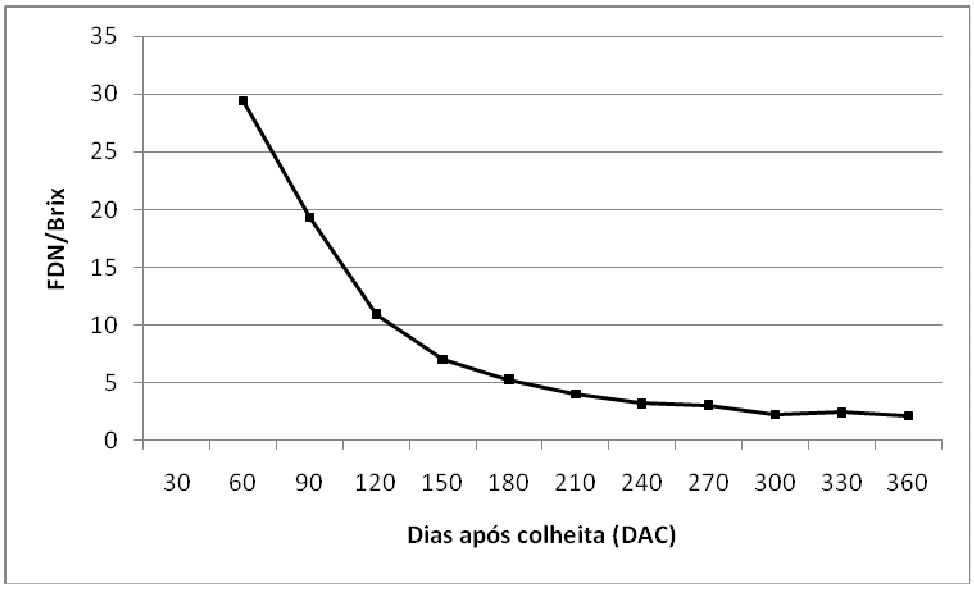

Figura 26 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Brix da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

4.10 Relação FDN/Pol

Na figura 27 estão apresentados os valores médios dos 3 tratamentos da relação FDN/Pol da fração colmo da variedade estudada. Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 15) para a fração colmo.

Nos estágios iniciais de desenvolvimento da cana-de-açúcar, quando a planta foi composta basicamente por folhas, a relação FDN/açúcares manteve-se elevada (120 DAC). Quando a elongação do colmo foi acelerada, começando a deposição de açúcares, esta relação começou a diminuir (150 DAC). No presente trabalho, o crescimento mais acentuado do colmo foi iniciado a partir dos 120 DAC (Schogor, 2008), notando-se redução de 10,2 unidades na relação FDN/Pol dos 120 para os 150 DAC.

A partir dos 150 DAC, a relação apresentou pequenas reduções até a cultura atingir a maturidade (360 DAC), quando foi observada a menor relação FDN/Pol, com média igual a 2,07. Os trabalhos consultados na literatura não apresentam relação FDN/Pol da fração colmo, e sim com o FDN da planta inteira e a % de Pol do colmo, fato que dificulta a comparação.

Tabela 15 - Análise dos valores médios da relação FDN/Pol nas frações colmo, folha e planta inteira da variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 em relação ao tratamento e ao período do ciclo da cultura

Variável	Média	EPM	Efeitos		
			Tratamento (T)	Mês (M)	T*M
FDN/Pol					
Colmo	4,22	0,47	0,5625	<0,0001	0,3308
Folha	-	-	-	-	-
P. Inteira	7,60	0,43	0,5130	<0,0001	0,2813

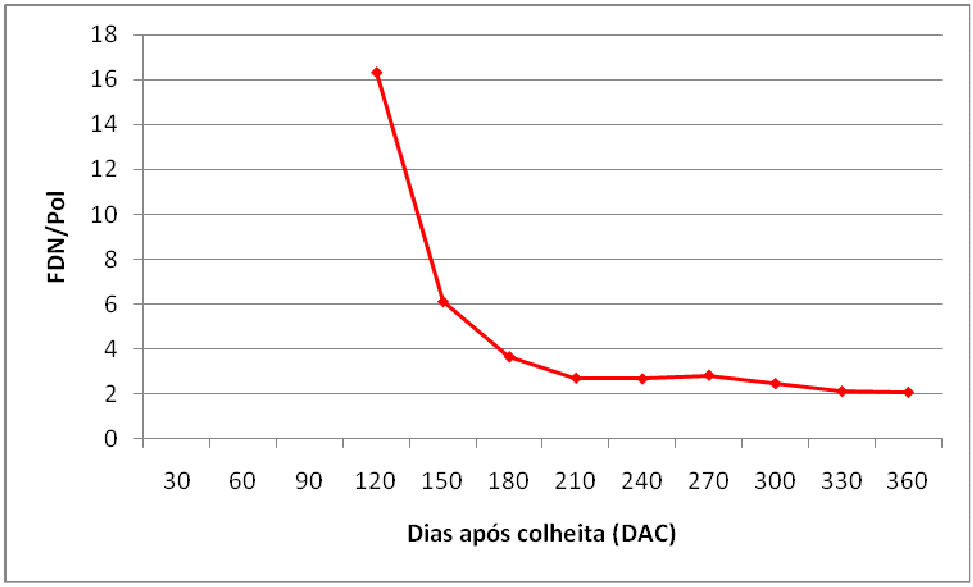

Figura 27 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Pol da fração colmo da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

Assim como ocorreu com a relação FDN/Brix, a relação FDN/Pol na planta inteira foi similar ao comportamento da fração colmo e, estão apresentados na figura 28. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 15).

Por conta do baixo valor de Pol e maior teor de FDN observado na planta inteira aos 120 DAC, a relação FDN/Pol da planta inteira foi maior em relação à fração colmo no mesmo período do ciclo da cultura. Aos 150 DAC estes valores estiveram bem

próximos, onde a planta inteira apresentou relação de 9,5:1, enquanto que para a fração colmo foi de 6:1. Aos 360 DAC, quando a planta já estava madura, a cana-de-açúcar apresentou relação FDN/Pol igual a 3,3.

Rodrigues et al. (2001) encontraram variações na relação FDN/Pol de 2,88 a 4,14 em dezoito variedades de cana-de-açúcar, sendo a menor relação encontrada na variedade IAC86-2480. Os autores ainda sugeriram que a relação FDN/Pol inferior a 3,02 seja tomada como referência para seleção de variedades e recomendações de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. No presente trabalho, a cana-de-açúcar madura apresentou valor de relação FDN/Pol semelhante ao valor médio encontrado por Rodrigues et al., (2001, 2006).

Já Rodrigues et al. (2006) estudando nove variedades de cana-de-açúcar destinadas a produção de açúcar e álcool encontraram variações na relação FDN/Pol de 2,62 a 3,34. Azevêdo et al. (2003) relataram relações FDN/Pol de 2,7, 2,8, e 2,3 para as variedades SP80-1842, RB845257 e SP79-1011, respectivamente, na colheita da planta madura. Mello et al. (2006) encontraram variações de 2,72 a 3,73 para a relação FDN/Pol em nove variedades de cana-de-açúcar.

Pode-se observar que as diferentes variedades avaliadas apresentaram alterações nas relações FDN/Pol por época da maturidade da planta e, pode-se afirmar que esta relação constitui-se em importante ferramenta na escolha de variedades para a alimentação de ruminantes, uma vez que, também poderia estar correlacionada com o consumo voluntário de MS pelos animais.

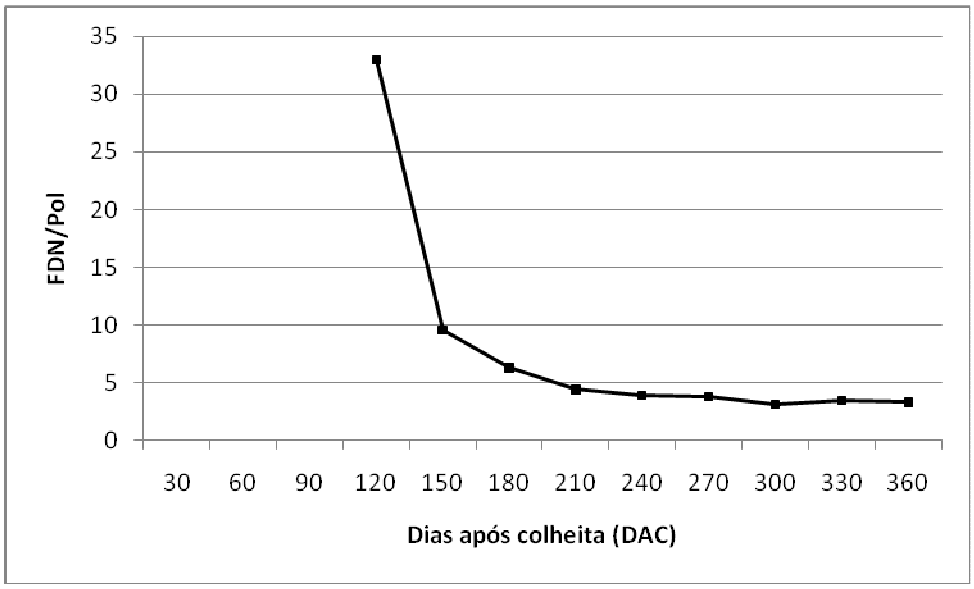

Figura 28 - Média dos três tratamentos para a variável FDN/Pol da planta inteira da cana-de-açúcar, variedade IAC86-2480, ao longo do ciclo da cultura

O comportamento de declínio das relações FDN/Brix (Figura 26) e FDN/Pol (Figura 28) sugerem que entre 180 e 210 DAC seria atingida relação de 5:1. Nessa época (180 a 210 DAC) a DVIVMS da planta inteira (Figura 24) aponta para valores compreendidos entre 54 e 57%. Na seqüencia essas relações poderiam ainda declinar até cerca de 2:1, contudo, em comportamento assintótico e de ganhos marginais. No entanto, a DVIVMS da planta inteira continua a se elevar de forma acentuada (Figura 24). Essa constatação revela que se a evolução da relação entre os carboidratos estruturais e não estruturais na cana-de-açúcar não explicam integralmente os ganhos de DVIVMS, provavelmente, a digestibilidade da fração FDN poderia ser responsável por esse efeito de aumento. Contudo, é improvável que a digestibilidade da fração FDN apresentasse aumentos no final do ciclo da cultura, sugerido assim, essa avaliação como estratégia futura para melhor compreensão desse efeito.

4.11 Correlações

A digestibilidade da fração colmo esteve inversamente relacionada com as relações FDN/Pol, FDN/Brix, FDA/Pol e FDA/Brix da fração colmo (r = - 0,6532, - 0,6889, - 0,6680, - 0,7004), respectivamente (Tabela 16). A digestibilidade da planta inteira também apresentou relação inversa com as relações FDN/Pol, FDN/Brix, FDA/Pol e FDA/Brix da planta inteira (r = - 0,6755, - 0,6940, - 0,6751, - 0,7309), respectivamente (Tabela 16).

Dessa forma, as relações FDN/Pol, FDN/Brix, FDA/Pol e FDA/Brix revelaram-se parâmetros satisfatórios para escolha de variedades para a alimentação de ruminantes.

Desde a década de 80 estudos já faziam referência sobre a importância da relação entre FDN e açúcares (Gooding, 1982). O mesmo autor concluiu que a relação FDN/açúcares é uma ferramenta importante na escolha de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos, pois variedades que apresentam elevado teor de FDN limitariam em determinado grau a ingestão de MS e, conseqüentemente, o consumo de energia.

Rodrigues et al. (2001) utilizaram a relação FDN/Pol na avaliação de cultivares de cana-de-açúcar para bovinos. A correlação entre esta relação e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 18 cultivares avaliadas foi (r = - 0,85), quando colhidas aos 12 meses de idade.

Tabela 16 - Coeficientes de correlação (r) e significância entre as relações FDN/Pol, FDN/Brix, FDA/Pol e FDA/Brix e a DVIVMS das frações colmo e planta inteira

	FDN/Pol	FDN/Brix	FDA/Pol	FDA/Brix
$DVIVMS_{COLMO}$	- 0,6532	- 0,6889	- 0,6680	- 0,7004
	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
$DVIVMS_{P.INTEIRA}$	- 0,6755	- 0,6940	- 0,6751	- 0,7309
	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

O valor médio do Brix da fração colmo apresentou correlação positiva com o Brix e a DVIVMS da planta inteira e inversa com a relação FDN/Brix da planta inteira (r =

0,9217, 0,8085 e – 0,9116), respectivamente (Tabela 17). Assim como o Brix, a variável Pol do colmo apresentou correlação positiva com a Pol e a DVIVMS da planta inteira e correlação negativa com a relação FDN/Pol da planta inteira (r = 0,9635, 0,7476 e – 0,8385), respectivamente (Tabela 17).

Estes resultados revelaram que o Brix e a Pol do colmo poderiam estimar satisfatoriamente as relações fibra/açúcares que utilizem o teor de FDN da planta inteira, como os trabalhos de Rodrigues et al, (1997, 2001 e 2006).

Tabela 17 - Coeficientes de correlação (r) e significância entre as relações Brix, FDN/Brix, Pol, FDN/Pol e DVIVMS da planta inteira e o Brix e a Pol da fração colmo

	Brix	FDN/Brix	DVIVMS
		Planta Inteira	
$Brix_{COLMO}$	0,9217	- 0,9116	0,8085
	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	Pol	FDN/Pol	DVIVMS
		Planta Inteira	
Pol_{COLMO}	0,9635	- 08385	0,7476
	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

5 Conclusões

O método de colheita imposto a variedade de cana-de-açúcar IAC86-2480 não influenciou o valor nutritivo, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e os parâmetros técnicos estudados.

As relações FDN/Pol e FDN/Brix mostraram-se como parâmetros satisfatórios para a avaliação nutricional, entretanto, não explicaram integralmente as variações na DVIVMS da planta. O Brix e a Pol do colmo revelaram-se bons estimadores das relações FDN/Brix e FDN/Pol da planta inteira.

A variedade IAC86-2480 foi considerada satisfatória em relação ao valor nutritivo ao atingir 270-300 DAC.

Referências

ALLEN, M.S.; O'NEIL K.A.; MAIN, D.G.; BECK' J. F . Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 74, p. 221, 1991. Supplement, 1.

ALVES NETO, F. O custo da produção de leite no estado de São Paulo. **Boletim da Industria Animal,** São Paulo, v. 16, p. 11-66, 1957. Único.

ANDRADE, M.A.F. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como forrageira única.** 1999. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. 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. 1 CD-ROM.

AZEVÊDO, J. A.G. **Avaliação nutricional de variedades de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) e simulação do desempenho de vacas leiteiras.** 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; CARNEIRO, P.C.S.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Composição químico-bromatologica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**,Viçosa, v.32, n.6, p.1443–1453, 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**, São Paulo, n.421, p.19-13, 1999.

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

BARNES, A.C. **The sugar cane.** London: Leonard Hill Books, 1974. 572 p.

BERZAGHI, P.; COZZI, G.; ANDRIGHETTO, I. The use of near infrared analysis for in situ studies. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n. 12, p. 3263-3270, 1997.

BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1987.

BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar, cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 805-856.

BRESSIANE, J.A. **Seleção seqüencial em cana-de-açúcar.** 2001. 104 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

BRIEGER, F.O. Início da safra. Como determinar a maturação. **Boletim Informativo Coperest,** São Paulo, v. 4, p. 1-3, abr. 1968.

CARVALHO, G.J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte.** 1992. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

CARDOSO, C.M.M. **Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes**. 2005. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2005.

CASOTI, R.O. **Adubação nitrogenada e potássica na cultura da cana-de-açúcar e seus efeitos na produção e qualidade nutricional**. 2008. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba, 2008.

CESNIK, R. **Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em cana-de-açúcar.** 1972. 50 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

CESNIK, R. Melhoramento de canas Forrageiras. **Brasil Açucareiro,** Rio de Janeiro, v. 86, n. 1, p. 34, jul. 1975.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da Cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p

CONSECANA. **Manual de Intruções**. 5 ed. Piracicaba: Conselho dos Produtores de cana-de-açúcar . Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 2006. 111p.

CORREA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; RAMOS, M.H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 621-629, out./dez. 2003.

COSTA JÚNIOR, E.M.A.; TEIXEIRA, N.M.; MELLO, R.P.; CASTRO, F.G.; SCARLATELLI, F.P.; TAVARES, M.S.; RIBEIRO, P.J. **Demonstrativo de atividade leiteira em fazendas acompanhadas na região de Juiz de Fora, Minas Gerais.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1982. 40p. (Documentos).

COSTA, H.N. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degrabilidade In Situ da cana-de-açúcar.** 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

COZZOLINO, D.; ACOSTA, Y.; GARCIA, J. Application of near infrared reflectancy espectroscopy (NIRS) to forage evaluation in Uruguay. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 19., 2001. São Pedro. **Proceedings**… Piracicaba: FEALQ, 2001. 370p.

DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.A.G.; ASSIS, H.D. St. C.; NEAL, O.F.; CAMPOS, L.J.; AROREIRA, M. Simulation of digestion in cattle fed sugarcane: prediction of nutrient supply for milk production with locally available supplements. **Journal of Agricultural Science,** New York, v.127, pt. 2, p. 247, Sept. 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAO, **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection= Production.Crops.Primary>. Acesso em: 06 fev. 2009.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240p.

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**, Viçosa, v.32, n.4, p.977–985, 2003.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E.A.; TÚLIO, R.R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas a base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FONSECA, A.H.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M N.; BRUNO, R.G.S.; CARVALHO, G. S. Características agronômicas, químicas e nutricionais de híbridos de milho visando à produção de silagem de alto valor nutritivo. **Revista Ceres,** Viçosa, v. 49, n. 281, p. 41-54, jan./fev. 2002.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; DETMANN, E.; RIBEIRO, M.D.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P. 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**, Viçosa, v.35, n.1, p.48-59, 2006

GALLO, P. C. S.; PEREIRA, M. N.; ANDRADE, M. A. F. Effect of dietary sugarcane concentration on heifer growth. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 83, p. 114, 2000. Supplement, 1.

GONÇALVES, L.A.C. Influência da fibra e da Pol da cana e da pureza do caldo no processo de fabricação de açúcar e álcool. **Brasil Açucareiro,** Rio de Janeiro, v. 105, n. 4/6, p. 49-64, 1987.

GOODING, E.G.B. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. **Tropical Animal Production,** Edinburgh, v. 7, n. 1, p.76-97, Mar. 1982.

HOFFMANN, P.H. **Evolução do potencial produtivo das principais variedades de cana-de-açúcar cultivadas no estado de São Paulo nos últimos cinqüenta anos.** 1997. 136 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200904_5.shtm >. Acesso em: 21 mai. 2009.

KEOWN, J.F. Freshen heifers at 1200 lb. **Dairy Herd Management,** Minnetonka, v. 23, n. 1, p. 18, Aug. 1986.

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,** Champaign, v. 54, n. 4, p. 689-696, Apr. 1982.

LANDELL, M.G. de A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M.A.; BIDOIA, M.A.P.; ROSSETTO, R.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B.; KANTHACK, R.A.D.; CAVICHIOLI, J.C.; VASCONCELOS, A.C.M.; XAVIER, M.A. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana para fins forrageiros:** manejo de produção e uso na alimentação animal. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 36 p. (IAC. Boletim Técnico, 193).

LENG, R.A. ;PRESTON, T.R. Sugarcane for cattle production present constraints perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production,** Edinburgh, v. 1, n. 1, p. 1-22, Mar. 1976.

MAGALHÃES, A.O.N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P.R.O.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafós, 1987. p. 113-118.

MANZANO, R.P.; PENATI, M.A.; NUSSIO, L.G. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2004. 29 p.

MARQUES, T.A. DA SILVA, W.H. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar**. Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v.8, n.1, p. 54-60, 2008.

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. 17-36.

MELLO, S.Q.S.; FRANÇA, A.F.S.; LIMA, M.L.M.; RIBEIRO, D.S.; MIYAGI, E.S.; REIS, J.G. Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia**,** v. 7, n. 4, p. 373-380, out./dez. 2006.

MOLINA, A.; LEAL, P.P.; VERA, A.; MILANES, N.; PEDROSO, P.M.; TORRES, V.; TRABA, J.; TUERO, O. Forage evaluation of sugar cane industrial varieties. In situ digestibility. **Cuban Journal of Agricultural Science,** La Habana, v. 33, n. 4, p. 369-373, Dec. 1999.

MURARO, G. **Impacto do espaçamento, número de cortes e da idade de corte na produção e composição bromatológica de cana-de-açúcar para silagem.** 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

NAGUMO, M. **Programa de melhoramento PO Usina da Barra.** Piracicaba: Usina da Barra, 1993. 11 p.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A.L.B.; MARI, L.J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa : UFV, DZO, 2006. p. 277-328.

NUSSIO, L.G. Manejo agronômico de cana-de-açúcar para alimentação animal**. Leite DPA**, São Paulo, v. 86, p. 8 - 11, 01 maio 2008

OBA , M.; ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 82, n. 3, p. 589-596, Mar. 1999.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. KOEHLER, H.S.; SILVA, D.K.T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba v.5, n.1/2, p.87-94, 2004.

PATE, F.M.; COLEMAN, S.W. Evaluation of sugarcane varieties as cattle feed. Belle Glade, AREC, Res. Rep., EV-1975-4.

PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. p. 17-47.

PELIN, E.R. O aumento da produtividade agrícola e o custo social da produção do álcool. In: PELIN, E. R. **Avaliação econômica do álcool hidratado carburante no curto e médio prazos.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Econômicas, USP, 1985. p. 83-116.

PEREIRA, L.L; TORREZAN, H.F. Colheita manual da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 2006. p.333-344.

PEREIRA, M.N. **Potencial da cana-de-açúcar para alto desempenho de bovinos.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. Grupo do Leite Online. Disponível em: <http://www.grupodoleite.com.br/materiais/potencial_cana.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2009.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S.C.; MIRANDA, L.F.; ARRUDA, A.M.V.; FERNANDES, A.M.; CABRAL, L.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cereviseae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**,Viçosa, v.30, n.2, p.563-572, 2001.

POPPI, D.P.; MACRAE, J.C.; BREWER, A. ; COOP, R. L. Nitrogen transactions in the digestive tract of lambs exposed to the intestinal parasite *Trichostrongylus colubriformis.* **British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 55**,** p. 593-602, 1986.

PRESTON, T.R. Sugar cane as the bases for intensive animal production in the tropics. In: CONFERENCE ON ANIMAL FEEDS OF TROPICAL AND SUBTROPICAL ORIGIN, 1975, London. **Proceedings…** London, 1975. p. 69.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production,** Edinburgh, v. 2, n. 2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKEBUSCH, Y.; THIVEND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Connecticut: AVI Publishing, 1980. p.621-640.

QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais.** 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba ,2006.

RELATÓRIO ANUAL 1985. Piracicaba: **IAA**/**PLANALSUCAR**, 1986. 167 p.

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**, Brasília, v.32, n.12, p.1333-1338, 1997.

RODRIGUES, A.A. BARBOSA, P.F. Efeito do teor protéico do concentrado no consumo de cana-de-açúcar com uréia e ganho de peso de novilhas em crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa**,** v.28, n.2, p.421-424, 1999.

RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R.; LANDELL, M.G.A. 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: SBZ|, 2001. p. 1111-1113.

RODRIGUES, A.A. CRUZ, G.M. BATISTA, L.R. PEDROSO, A. F.; LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M. P. ANJOS, I. A. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1 CD-ROM.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

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

SCHOGOR, A.L.B. **Avaliação agronômica da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal**, 2008. 165p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2008.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. **Aspectos fenológicos da cana-deaçúcar**. In: SEGATO, S.V., PINTO, A.S., JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Org.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Livroceres, 2006. p.19-36.

SEVERIANO, E.C. **Indicadores de qualidade estrutural na avaliação da compactação do solo em decorrência da colheita mecanizada da cana-de-açúcar.** 2007. 71p. (Tese de Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras Lavras, 2007.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1981. 166p.

SILVA, L.F.P. **Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem.** 1997. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SUGARCANE CROPS. **Cana de açúcar:** Variedades aperfeiçoadas sob cultivo em países diferentes. Disponível em: http://www.sugarcanecrops.com/p/agronomic_practices/improved_varieties/. Acesso em: 16 abril. 2009.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar:** avaliação do modelo Mosicas**.** 2006. 60 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

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

TORRES, R.A.; COSTA, J. L.; RESENDE, H. Utilização da mistura cana-de-açúcar com uréia na alimentação de bovinos leiteiros. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 22, n. 211, p. 69-76, 2001.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, Vol. 74 n.10 p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2nd . ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WIGGENS, L.F. Sugar-cane wax. In: BRITISH WORLD INDUSTRY SUGAR TECHNOLOGY**,** 1949. London. **Proceedings…** London, 1949. p. 24-28.

WIGGENS L.F. ; WILLIAMS, J. H. The constituents of cane juice - Part 2: The quantitative examination of the amino-acids of cane juice. In: BRITISH WORLD INDUSTRY SUGAR TECHNOLOGY**,** 1951. London. **Proceedings…** London, 1951. p. 40-49.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo