

**Universidade Federal do Pará  
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural (NCADR)  
Embrapa Amazônia Oriental  
Universidade Federal Rural da Amazônia  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

**Felipe Tameirão Fonseca**

**Métodos e tempo de armazenamento sobre as características das plantas de cana de açúcar para alimentação animal**

**Belém – PA  
2014**

**Felipe Tameirão Fonseca**

**Métodos e tempo de armazenamento sobre as características das plantas de cana de açúcar para alimentação animal**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador Prof. Thiago Fernandes Bernardes.  
Coorientador: Prof. Felipe Nogueira Domingues.

**Belém – PA  
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) –  
Biblioteca Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural / UFPA, Belém-PA

---

Fonseca, Felipe Tameirão

Métodos e tempo de armazenamento sobre as características das plantas de cana de açúcar para alimentação animal / Felipe Tameirão Fonseca; orientador, Thiago Fernandes Bernardes; co-orientador, Felipe Nogueira Domingues – Belém, PA, 2014.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Embrapa Amazônia Oriental, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.

1. Cana-de-açúcar - Armazenamento. 2. Animais – Alimentos. I. Título

**Felipe Tameirão Fonseca**

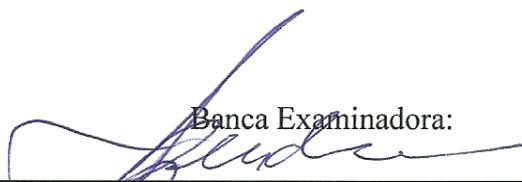
**Métodos e tempo de armazenamento sobre as características das plantas de cana de açúcar para alimentação animal.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Data da aprovação. Belém-PA: 20/05/2014

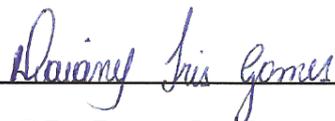
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Thiago Fernandes Bernardes (Orientador)  
Universidade Federal de Lavras



Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo (Membro Titular)  
Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus-  
Belém)



Prof. Dr. Daiany Iris Gomes (Membro Titular)  
Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus-  
Pauzebas)

**Belém – PA**

**2014**

**Aos meus pais Ricardo José Ribeiro da Fonseca e Denize Gomes Tameirão Fonseca por  
toda uma vida de amor e dedicação aos meus estudos e minha formação como ser  
humano.**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar saúde e paz para desenvolver meus estudos.

Ao meu pai Ricardo José Ribeiro da Fonseca, pela inspiração profissional e como ser humano, e todo o amor dedicado a mim, o que me permitiu estar trilhando o caminho que tanto amo.

A minha mãe Denize Gomes Tameirão Fonseca, pela incansável dedicação diária a minha vida, cuidando de mim, me transmitindo tranquilidade, carinho paz e amor, me acalmando e me levantando nas horas mais difíceis da minha vida.

A minha namorada Eldenira Barbosa Uchoa, pelos anos de dedicação e amor, e por sempre estar ao meu lado.

Aos meus irmãos Mateus Tameirão Fonseca, e Gabriel Tameirão Fonseca, pela parceria e amizade.

À Universidade Federal do Pará pela oportunidade de alcançar mais um degrau na minha formação profissional.

A Prof<sup>a</sup> Sheyla Farhayldes Souza Domingues, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pelo empenho incansável no decorrer do Curso.

Ao Prof. Thiago Fernandes Bernardes pela orientação competente, conhecimento transmitido, conselhos, críticas, pela parceria e amizade, enfim pela sua presença marcante.

Ao Prof. Felipe Nogueira Domingues pela Co-orientação, parceria e amizade ao longo de todos os momentos do meu mestrado.

Aos Professores Daniel Rume Casagrande e Marcio André Stefanelli Lara pelos conhecimentos transmitidos, parceria e ajuda no decorrer deste trabalho.

Ao Prof. Aníbal Coutinho do Rêgo, pela parceria e colaboração ao longo desta caminhada, e pela participação, contribuições e sugestões dadas na minha defesa.

A Prof<sup>a</sup> Daiany Iris Gomes, pela participação, contribuições e sugestões dadas na minha defesa.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia (DZO) pela oportunidade de parceria no desenvolvimento do meu mestrado.

Ao Núcleo de Estudos em Forragicultura e Pastagens (NEFOR-UFLA), e a todos os integrantes e colegas que me ajudaram na execução dos meus experimentos e atividades laboratório, além do acolhimento, troca de experiências e amizade ao longo do período em que fiz parte deste Núcleo.

A todos os funcionários do DZO-UFLA que contribuíram para o desenvolvimento do meu projeto.

A todos os colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, que de alguma forma contribuíram para concretização deste trabalho.

Ao meu amigo Augusto Souza Miranda, pela amizade, parceria e ajuda no decorrer das minhas atividades.

A todos os amigos que sempre torceram e me incentivaram a realizar este sonho.

Aos produtores Beto da fazenda Samambaia e Toninho da cachaça Bocaina, pela gentileza do fornecimento da cana utilizada neste trabalho, e pela receptividade e atenção dentro de suas propriedades.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos, que permitiu o desenvolvimento dos meus estudos.

## RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho estudar métodos e tempo de armazenamento da cana de açúcar pós-colheita para ser utilizada na alimentação animal. A pesquisa foi composta por dois experimentos, os quais avaliaram plantas de cana de açúcar com ou sem palhas e ponteiros (CPP e SPP, respectivamente). Avaliadas em seis tempos de armazenamento pós-colheita (0; 2; 4; 6; 8; e 10 dias). Por meio de um delineamento inteiramente casualizado com três repetições em esquema de parcelas subdivididas. Características químicas, físicas e microbiológicas foram avaliadas. Em ambos os experimentos o tratamento SPP apresentou menor concentração de matéria seca, de fibra (FDN) e menores perdas de matéria seca (PMS) ( $P < 0,05$ ). O tempo alterou o balanço de carbono (relação entre fotossíntese e respiração), com aumento da respiração no segundo dia de estocagem. O tempo também influenciou as PMS, tendo-se um aumento significativo no tratamento CPP. Os resultados mostram que as plantas de cana de açúcar podem ser armazenadas em galpões após o corte. O melhor método é por meio da retirada das palhas e ponteiros e por um período de até 6 dias. Caso haja necessidade de se manter o ponteiro e as palhas, estas plantas podem ser estocadas somente por 2 dias.

Palavras-chave: Armazenamento. Cana de açúcar. Colmos.

## **ABSTRACT**

This study determined the effects of methods and storage periods on characteristics of sugarcane for feeding ruminants. Two experiments were carried out to test plants of sugarcane with or without leaves (only stalks) during six storage times (0, 2, 4, 6, 8 and 10 days). A split-plot design was used. Treatments and time were considered main and sub-plot, respectively. The chemical, microbiological and physical characteristics were determined. Removal of leaves decreased dry matter, fibre (NDF) and dry matter losses (DML) for both experiments. The times influenced carbon balance (fluxes of photosynthesis and respiration), increasing respiration on second day of storage. The DML were also influenced by times, especially when leaves were removed. Overall, sugarcane plants can be storage at shed to avoid daily harvest. Storing only stalks is the best method. Stalks can be stored for a period of six days.

**Keywords:** Storage. Sugarcane. Stalks.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
3.1	CANA DE AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	12
3.2	CANA DE AÇÚCAR COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MATURAÇÃO.....	13
3.3	MUDANÇAS FISIOLÓGICAS PÓS-COLHEITA EM PLANTAS FORRAGEIRAS .	14
3.4	ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DA CANA PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	17
3.5	O PROCESSO DE DESPALHA DA CANA DE AÇÚCAR E AS DIFERENÇAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE FOLHAS E COLMOS .....	18
<b>4</b>	<b>MÉTODOS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cana de açúcar é uma gramínea do gênero *Saccharum* que apresenta alta capacidade de produzir energia por área, o que justifica seu amplo uso na produção de biocombustíveis, transformando o Brasil em líder mundial na sua produção. Segundo IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014) a produção nacional de cana de açúcar estimada para 2014 apresenta um crescimento de 93.804 toneladas em relação a 2013, alcançando 737,95 milhões de toneladas. A área destinada à colheita no ano apresenta um acréscimo de 0,1%, e o rendimento médio atinge um valor de 75.015 kg/ha. Toda esta tecnologia gerada pela indústria sucroalcooleira, é um dos fatores que justificam o uso da cana na alimentação de bovinos (PEREIRA, 2013).

A cana de açúcar apresenta características favoráveis a sua utilização na alimentação de bovinos leiteiros, como o seu alto teor de sacarose, carboidrato de alta digestibilidade no rúmen, além de alta produção de matéria seca por hectare. Entretanto características como a fibra (FDN) de baixa digestibilidade comparada a outras forrageiras tropicais, pode limitar fisicamente o consumo de alimento, acarretando em menor desempenho de bovinos leiteiros (CORRÊA et al., 2003). É válido destacar que apesar das limitações nutricionais da cana, quando esta cultura é usada estrategicamente pode promover resultados satisfatórios em bovinos leiteiros. Além disso, os níveis de inclusão é outro fator determinante no desempenho, com um balanceamento adequado na dieta total, a cana pode promover resultados satisfatórios. O fator financeiro também é relevante, de acordo com a renda do produtor, a resposta do animal, a cana pode promover um desempenho adequado, com custos mais baixos quando comparada a outros volumosos mais caros como a silagem de milho (PEREIRA, 2012).

Um dos principais entraves para a utilização da cana em pequenas fazendas de produção de leite é o corte diário, pois esta prática proporciona um maior custo com a mão de obra, além de reduzir a qualidade de vida do produtor e de seus funcionários que necessitam cortar cana todos os dias.

Desse modo uma estratégia para reduzir os efeitos do corte diário seria armazenar as plantas pós-colheita. Neste sentido três trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de estudar os efeitos do armazenamento da cana inteira ao longo do tempo para alimentação animal (OLIVEIRA et al., 1999; FARIA; OLIVEIRA; BARBOSA, 2000; BORGES et al., 2005), contudo as informações na literatura ainda são escassas a respeito de como e por

quanto tempo as plantas podem ser estocadas, o que motivou o desenvolvimento desta pesquisa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da presença ou ausência de ponteiros e palhas e do tempo de armazenamento sobre as características das plantas de cana de açúcar estocadas em galpão para alimentação animal.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Estabelecer qual o melhor método de armazenamento da cana de açúcar pós-colheita, com a presença ou não de ponteiros e palhas;
- b) Determinar por quantos dias a cana de açúcar pode ser armazenada sem que haja perdas significativas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CANA DE AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A cana de açúcar é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial (MAULE; MAZZA; MARTHA JÚNIOR, 2001). O Brasil apresenta um dos sistemas de produção para fins sucro-alcooleiros mais eficientes do mundo, fato que oferece subsídios para a utilização da cana como planta forrageira para alimentação de ruminantes. Entretanto, quando esta cultura é cultivada para fins forrageiros geralmente apresenta baixa produtividade em relação aos canaviais destinados a indústria. Isto acontece pelo fato da não aplicação de tecnologias adotadas pela indústria sucroalcooleira nos canaviais de uso zootécnico (THIAGO, 2009).

A cana além de apresentar alta produção de matéria seca por área e alto teor de carboidratos solúveis de alta digestibilidade, como características determinantes para seu uso como volumoso na alimentação animal, possui um comportamento fisiológico diferente das outras gramíneas tropicais, pois sua digestibilidade total aumenta com a maturidade da planta que ocorre exatamente no período de menor produção das pastagens, ou seja, no período de déficit hídrico (PRESTON, 1977; MENDES NETO et al., 1998; SCHMIDT, 2009).

Os estudos com cana para alimentação animal vem sendo desenvolvidos no intuito de entender quais as características que uma planta destinada a nutrição animal deve conter, quais as variáveis devem ser priorizadas em um programa de melhoramento visando a obtenção de variedades forrageiras. Inicialmente acreditava-se que a cana de açúcar forrageira era aquela que possuía características como grande produção de biomassa, bom perfilhamento, possibilidade de mais de um corte anual, ser isenta de joçal, ter grande proporção de folhas em relação a massa verde total, ter alto teor de proteína bruta e Brix inferior a 12 (SILVA, 1995; BOIN; MATTOS; DARCE, 1987). As variedades não usadas na indústria geralmente apresentavam estas características, que acreditava-se ser as desejadas em gramíneas tropicais.

A evolução da pesquisa, determinou que com o avanço da maturidade da cana ocorre um aumento no teor e no acúmulo de carboidratos solúveis no conteúdo celular e conseqüentemente uma diluição da fração fibrosa associada a parede celular (GOODING 1982; MINSON, 1990; NUSSIO et al., 2006). Desta forma do ponto de vista da indústria a colheita é feita com base na maturação da planta e no alto teor de açúcar, o que permite dizer

que a melhor cultivar de cana forrageira é aquela que apresenta maior teor de carboidratos solúveis, e conseqüentemente maior digestibilidade da matéria seca, ou seja, a melhor cultivar forrageira assemelha-se a melhor cultivar industrial (THIAGO, 2009).

### 3.2 CANA DE AÇÚCAR COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MATURAÇÃO

A cultura da cana apresenta um baixo teor de proteína, lipídeos e minerais, sendo que a variabilidade entre cultivares no teor destes nutrientes é baixa, e estes apresentam menor influência no valor nutricional deste alimento. Pate e Coleman (1975), em estudo avaliando 66 cultivares de cana na Flórida obtiveram uma correlações não significativas entre estes nutrientes e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

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).

A planta de cana de açúcar apresenta a capacidade de acumular carboidratos solúveis em seus tecidos, a partir do momento que essa planta passa do seu estágio vegetativo para um processo de maturação. Isso ocorre quando as taxas de produção de glicose através do processo fotossintético ultrapassam a quantidade necessária ao crescimento e respiração (VAN SOEST, 1994). O transporte de carboidratos solúveis na planta é decorrente de uma resposta combinada entre taxas fotossintéticas nas folhas e deslocamento de fotoassimilados, através do carregamento do floema na folha e descarregamento e deposição no colmo, neste processo de acúmulo a enzimas invertases são fundamentais (SALGADO et al., 2003). Segundo Muchow et al. (1996) 95% do acúmulo de sacarose na cana ocorre no colmo e maturação se dá da base para o topo.

No que diz respeito à parede celular das células de cana de açúcar (FDN) pode se dizer que uma grande variabilidade nos valores observados. Em estudo Nussio et al. (2006), fizeram o levantamento das amostras de cana analisadas no laboratório de bromatologia da USP/ESALQ entre os anos de 2000 e 2006 e observaram em um conjunto de 23 amostras valores médios de FDN de 47,3% e valores mínimos e máximos de 37,9 e 63,9% respectivamente. Os teores de FDN da cana quando comparados com outras forrageiras tropicais são baixos, entretanto está fibra é de baixa digestibilidade, o que acarreta em um menor consumo animal, haja vista que o teor de FDN está intimamente ligado a digestibilidade da matéria seca (TEIXEIRA, 2004).

Teixeira et al. (2007) em estudo com 20 cultivares de cana avaliou a digestibilidade, características agrônômicas e químicas, e através de correlação entre as variáveis estudadas determinou que as características da cana mais adequadas para a nutrição animal foram um baixo teor de fibra e menor comprimento de colmos. A porcentagem de fibra foi uma das características mais correlacionadas com a degradabilidade *in situ* da matéria seca.

Segundo Nussio e Schmidt (2004), uma célula madura de cana de açúcar em termos gerais apresenta como características na sua composição aproximadamente 55% de parede celular com digestibilidade de 40%. Além disso apresenta 45% de conteúdo celular com 90% de digestibilidade.

A partir desta importante relação entre proporção de parede celular, conteúdo celular e valor nutricional do alimento, Gooding (1982) propôs uma variável relacionando FDN e açúcar na planta (FDN/Carboidratos solúveis), onde quanto menor for o valor obtido desta relação, melhor é a cultivar para uso na nutrição animal.

Rodrigues et al. (1997) em estudo avaliando 11 variedades de cana de açúcar com potencial para alimentação animal, determinaram que uma variedade de cana promissora para alimentação animal deve ter uma relação FDN/BRIX menor ou igual a 2,7. As variedades que obtiveram esta relação apresentavam menores teores de FDN. Sendo assim para estes autores as variedades usadas na alimentação animal devem conter menor relação FDN/Açúcares para evitar que o maior teor de FDN de algumas variedades limite o consumo de cana-de-açúcar pelo animal e, conseqüentemente, o consumo de açúcares, que é o componente que fornece a maior parte da energia digestível para o animal.

### 3.3 MUDANÇAS FISIOLÓGICAS PÓS-COLHEITA EM PLANTAS FORRAGEIRAS

Quando as plantas forrageiras são colhidas, mudanças fisiológicas ocorrem nestas, resultando em certos níveis de perdas de nutrientes (MOSER, 1995).

A atividade fisiológica das plantas ocorre no protoplasma das células, caracterizadas como parcela viva das plantas (simplasto), entretanto o apoplasto caracterizado como parcela não viva da célula, tal como a parede celular, uma vez formada não apresenta atividade fisiológica intrínseca. As folhas das forrageiras são mais metabolicamente ativas que os colmos, pois contém muito mais protoplasma. As diferentes espécies de forrageiras cultivadas no campo apresentam variação na composição de seus tecidos, com diferentes teores de conteúdo solúvel e de parede celular. Os colmos e folhas apresentam mudanças na sua composição de acordo com a maturidade da planta (MOSER, 1995).

No que diz respeito a composição de carboidratos nas plantas forrageiras, pode-se dizer que, de forma simples a planta possui os carboidratos estruturais e não estruturais. O primeiro são aqueles polissacarídeos que compõe a parede celular, e que possuem a função de promover a integridade estrutural da planta. O segundo representa carboidratos de transporte geralmente dissacarídeos, carboidratos de reserva e armazenamento. As culturas forrageiras apresentam na sua constituição dentre os monossacarídeos principalmente a glicose e a frutose, e o dissacarídeo sacarose, que é o principal carboidrato de transporte nas plantas. Nas forrageiras temperadas o principal carboidratos de reserva são as fructanas, enquanto que nas forrageiras tropicais o amido é o principal composto relacionado a composição de reservas da planta (ROOKE; HATFIELD, 2003). Hastes de leguminosas e gramíneas, muitas vezes contêm níveis mais elevados de açúcares do que folhas. Em gramíneas temperadas têm-se altos níveis de fructanas nos colmos, entretanto em gramíneas e leguminosas tropicais frequentemente têm-se concentrações mais altas de amido nas folhas do que nos colmos (SMITH, 1973).

Após a colheita da forragem no campo, esta sofre o processo de secagem através da evapotranspiração, onde a planta perde água para o ambiente diminuindo seu teor de umidade. Este processo foi caracterizado e dividido em fases por Macdonald e Clark (1987), que determinaram três fases durante o processo de secagem, onde estas apresentam diferentes tempos de duração, taxas de perda de água, e tipos de resistência por parte da planta as perdas.

Na fase 1 ocorre uma rápida secagem devido a alta umidade da forragem, o que permite um gradiente de concentração de água entre o interior da planta e o ar. A perda de água acontece principalmente via estômatos que permanecem abertos nesta fase, a duração desta é rápida sendo de difícil detecção, muitas vezes sendo considerada dentro da fase seguinte. A fase 2 é mais longa e é caracterizada pela perda de água via cutícula. Segundo Harris e Tullberg (1980), a estrutura da folha, características da cutícula e a estrutura da planta afetam a duração desta fase. As condições de alta umidade relativa do ar, densidade da forragem e baixa circulação de ar pode prolongar a fase 2. A fase 3 e última começa quando o conteúdo de umidade da forragem atinge cerca de 45% de matéria seca (NASH, 1978), esta fase é menos sensível ao manejo da secagem, e mais sensível as condições climáticas. Nesta a água está ligada por forças osmóticas e matriciais, tornando-se cada vez mais difícil de ser perdida da planta.

As taxas de perda de água em gramíneas depende da morfologia do perfilhos e do conteúdo de água, as folhas destas secam 10 a 15 vezes mais rápido que os colmos

(MURDOCK, 1980). Leguminosas muitas vezes contêm mais água que gramíneas, porque apresentam mais fração solúvel da célula (DOUGHERTY, 1987).

Em relação as respostas fisiológicas das plantas a perda de água é difícil de se prever pois estas dependem de vários fatores como: espécie, maturidade, temperatura, órgão da planta, localização do órgão dentro planta, quantidade de umidade, fatores ambientais como temperatura, umidade relativa, pluviosidade, entre outros que interagem causando mudanças pós-colheita nas forragem (MOSER, 1995).

Após o corte as plantas adotam estratégias para manter seu metabolismo, sendo a abertura dos estômatos uma delas. De acordo com Nash (1959) e Clark et al. (1977) a planta mesmo em menor quantidade continua o seu processo fotossintético após o corte. Entretanto após um certo tempo as folhas expostas a luz fecham seus estômatos, isto acontece porque a atividade estomática é afetada pela radiação (MOSER, 1995) e porque a planta começa perder muita água via estômato.

A redução das perdas por respiração e a paralização do processo fotossintético ocorre quando a planta atinge 30% de matéria seca. Aparentemente a fotossíntese ocorre nos estágios iniciais da secagem. Esta fotossíntese inicial não promove incremento de carbono na planta, mais reduz as perdas por respiração. Quando a transpiração cessa, a temperatura do mesófilo foliar sobe e ocorre um aumento na atividade metabólica das enzimas até que estas são desnaturadas (SULLIVAN, 1969).

Metabolicamente o processo que mais interfere na pós-colheita de forrageiras é a respiração, os tecidos das plantas continuam a respirar até as células não estarem mais vivas. A maior mudança que ocorre durante a secagem é a perda de carboidratos pelo processo respiratório e a perda de ácidos orgânicos. Desta forma a perda de material de alta digestibilidade, torna pequenas perdas respiratórias importantes no processo (MOSER, 1995).

Os carboidratos constituem a maior quantidade de substrato para o processo respiratório, e o primeiro substrato metabolizado durante a secagem (PARKES; GREIG, 1974). Forragens com maior teor de carboidratos solúveis, geralmente apresentam maiores taxas de respiração do que as plantas com menores teores (RUCKER; KNABE, 1977).

Melvin e Simpson (1963) em estudo com azévelem observaram que as maiores perdas por respiração aconteceram com as frutanas, que diminuiram bruscamente com o processo de secagem. Além disso, os resíduos de frutose foram rapidamente respirados.

Wilkinson (1981), em estudo com azevém e trevo branco colhidos para silagem murcha e não murcha e feno seco a campo, obteve perdas de 2 a 3% de MS em silagem murcha, e de 8 a 9% em feno seco a campo. As perdas por respiração representam

aproximadamente 14 a 33% do total das perdas de matéria seca em silagem e em feno, respectivamente.

Honig (1979), relatou a relação existente entre atividade respiratória, temperatura e conteúdo de matéria seca. Ele observou que as taxas de respiração diminuem a medida que ocorre um aumento do conteúdo de matéria seca, e que a temperatura está diretamente relacionada com as perdas por respiração. Desta forma Moser (1995), relata que as maiores perdas por respiração, ocorreriam em condições quente e úmida.

Sendo assim uma rápida secagem, ou um curto tempo de exposição da planta após o corte, pode minimizar a quebra e a perda de substrato respiratório, diminuindo-se as perdas de matéria seca, proporcionando um alimento de melhor valor nutricional e com menor custo de produção.

#### 3.4 ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DA CANA PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Em virtude do cenário negativo da cal micropulverizada como redutora dos cortes nos canaviais, ferramentas de manejo mais simples e de menor impacto econômico começaram a ser estudadas, com o objetivo de se reduzir os turnos de colheita, migrando assim para um sistema de maior flexibilidade nas fazendas que utilizam a cana de açúcar na forma de capineira. O armazenamento pós-colheita da cana se apresenta como uma estratégia interessante e promissora, pois permitiria melhor logística dentro da propriedade, permitindo uma melhor eficiência no uso da mão de obra e dos recursos.

No que diz respeito ao armazenamento pós-colheita da cana de açúcar para alimentação animal, Oliveira et al. (1999), estudaram duas variedades de cana de açúcar (CO 413 e RB 72 454), com o objetivo de verificar o efeito do armazenamento pós-corte sobre suas características tecnológicas e bromatológicas. As variedades foram cortadas e armazenadas durante zero, 1,5; 3,0 e 4,5 dias. Os autores concluíram que a variedade RB 72 454 apresenta melhor composição químico-bromatológica e melhor maturação que a CO 413. E que pode-se armazenar ambas as variedades de cana de açúcar pós-corte por até 4,5 dias, ressaltando que após o terceiro dia ocorre diminuição no teor energético.

Faria, Oliveira e Barbosa (2000), avaliaram as alterações nas características bromatológicas, das variedades de cana de açúcar RB 72454 e RB 806043, sob duas condições de armazenamento, abrigo e campo, no período de 0, 2, 4 e 6 dias pós corte. Diante

dos resultados concluiu-se que as características bromatológicas de ambas as variedades não foram afetadas pelo período e condição de armazenamento.

Borges et al. (2005), avaliaram o teor de sólidos solúveis (Brix) e o pH do caldo de colmos, da variedade RB 85 5536, em diferentes períodos pós-corte (0, 24, 48, 72 e 96 horas após o corte), e duas formas de manejo, cana crua e queimada. Com base nos resultados concluiu-se que a variedade de cana de açúcar RB 85 5536 suporta bem o armazenamento, até 96 horas pós-corte, não ocorrendo variações no teor de sólidos solúveis, tanto na cana crua, como na queimada. Porém, se for cortada crua, poderá ocorrer pequena redução de pH.

### 3.5 O PROCESSO DE DESPALHA DA CANA DE AÇÚCAR E AS DIFERENÇAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE FOLHAS E COLMOS

A presença de componentes não-colmo (ponteiros e palhas), podem apresentar influência no processo de armazenagem da cana de açúcar pós-colheita, no valor nutricional do alimento e no desempenho animal.

A colheita do colmo da cana de açúcar é realizada por meio do corte basal e apical, e este último pode ser feito em diferentes alturas, com aproveitamento variável de matéria-prima. Os componentes não-colmo, refere-se a partes da planta como as folhas, palhas (folhas secas), e ponteiros (entrenós imaturos, o cartucho contendo o meristema apical e parte das folhas), que em condições normais, representa cerca de 10 a 15% em relação à cana total (STUPIELLO, 2000).

A problemática do desponte da cana de açúcar é constantemente abordada entre técnicos e pesquisadores, uma vez que a região apical do colmo deprecia a qualidade da cana, pois confere ao caldo menores teores de sacarose e maiores teores de compostos indesejáveis, como açúcares redutores, água, compostos fenólicos, ácidos orgânicos, aminoácidos e polissacarídeos (RAVANELI; MUTTON; MUTTON, 2004).

Em estudo realizado por Ravaneli, Mutton e Mutton (2004) avaliou-se a influência do despalha e das épocas de colheita da cana de açúcar sobre a qualidade tecnológica dos colmos. A qualidade tecnológica dos colmos foi determinada por meio dos seguintes parâmetros: brix, pol, açúcares redutores (AR) e açúcares redutores totais (ART) (% caldo), e porcentagem de fibra e produtividade agrícola (t/ha). Os resultados do trabalho mostraram que o desponte da cana de açúcar promoveu incrementos no Brix e ART, e reduziu o AR do caldo. Desta forma, o desponte melhorou a qualidade tecnológica dos colmos, e não resultou em perda significativa de produtividade agrícola.

Do ponto de vista da nutrição animal a despalha da cana de açúcar consiste na retirada dos componentes não-colmo, e o fornecimento somente dos colmos para os animais. Teixeira et al. (2007) observaram que a alta porcentagem de colmos na planta se correlaciona positivamente à digestibilidade da matéria seca em plantas de cana de açúcar. A explicação advém do fato da sacarose estar contida nos colmos, enquanto a parte vegetativa é rica em fibra de baixa digestibilidade.

Siécola Júnior (2011), por meio de dois experimentos, avaliou a resposta em ganho de peso de novilhas e a produção de leite de vacas em relação à proporção de colmos da cana (cana com e sem ponteiros e palhas). No primeiro experimento, realizado com novilhas Girolando, o ganho diário de peso foi de 1,395 no tratamento SPP e 1,125 no CPP. No segundo experimento, vacas Holandesas foram avaliadas adotando-se os mesmos tratamentos. A despalha tendeu a aumentar a digestibilidade da matéria seca (SPP-75,1 e CPP- 71,4%) e a produção diária de leite (SPP-18,4 e CPP-18,2).

A prática da despalha para pequenos e médios produtores, mesmo que onerosa, do ponto de vista da mão de obra, se torna viável, pois ocorre acréscimo nutricional na dieta, melhorando conseqüentemente o desempenho animal. Entretanto, esta prática para grandes produtores se torna inviável pelo fato da despalha em grandes quantidades de cana apresentar grande demanda de mão de obra. Uma alternativa para grandes produtores seria a despalha genética que consiste na seleção de cultivares com maior proporção de colmos. Teixeira et al. (2007) relataram que o aumento no teor de colmos pode ser obtido por seleção, já que esta é uma característica de alta herdabilidade.

## 4 MÉTODOS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

### INTRODUÇÃO

A cana de açúcar, (*Saccharum officinarum* L.), é uma cultura de importância para o setor agropecuário brasileiro, pois apresenta potencial para produção de açúcar e fonte de combustíveis renováveis, como o etanol. Além disso, esta espécie vem sendo utilizada no Brasil na alimentação de ruminantes.

Atualmente, observa-se uma grande relevância na utilização da cana na alimentação animal. Um levantamento feito junto a nutricionistas que servem confinamentos de gado de corte no Brasil mostrou que a cana de açúcar fresca picada foi o principal volumoso utilizado, sendo observada em 32,3% dos confinamentos (MILLEN et al., 2009). Em recente levantamento, Bernardes (2012) relataram que entre os 260 produtores de leite entrevistados, muitos adotavam a cana *in natura* como fonte de volumoso na dieta.

A cana de açúcar é fornecida como alimento para ruminantes geralmente na forma fresca e desintegrada, mas também pode ser ofertada na forma de forragem conservada (silagem de cana). A cana apresenta características favoráveis a sua utilização na alimentação animal. A alta capacidade de produção de matéria seca por hectare e o alto conteúdo de sacarose, um carboidrato de alta digestibilidade, são as duas características mais desejáveis em sistemas de produção de leite. O alto conteúdo energético acoplado ao alto potencial de produção por área propicia a alta taxa de lotação animal associado ao baixo uso de alimentos concentrados por unidade de desempenho (PEREIRA et al., 2012).

A utilização clássica da cana de açúcar é na forma *in natura*, cortada, desintegrada e fornecida diariamente para alimentação animal. O corte diário da cana onera o custo de produção dos sistemas nos quais ela está inserida e também reduz a qualidade de vida do produtor rural e da sua equipe. Desse modo, um dos principais entraves para utilização deste volumoso na nutrição animal em fazendas leiteiras de pequeno porte é a colheita diária.

A utilização da cal micropulverizada, aplicada em montes de cana picada vêm sendo adotada nas fazendas zootécnicas que adotam a cana como volumoso, no intuito de reduzir a frequência de cortes no canavial, e de promover melhora na qualidade nutricional do alimento. Entretanto a utilização da cal, exige investimento financeiro por parte do produtor em insumos e maquinários, além de poder levar a um desgaste e problemas de saúde nas pessoas que executam esta prática. Segundo Pereira (2013) a hidrólise da cana com cal não

apresentou-se promissora, pois não promoveu melhora na digestibilidade da cana. Além disso a aplicação de cal na cana, não promoveu resultados significativos em desempenho animal, quando comparada a cana *in natura* (PINA et al., 2011; DOMINGUES et al., 2012).

Desta forma, buscam-se condições de armazenamento que preservem a qualidade dessa forrageira e facilite o manejo da propriedade, principalmente no que diz respeito à mão de obra, bem como a redução de custos. A ensilagem desta cultura surgiu como alternativa a manipulação diária deste volumoso, contudo algumas propriedades não possuem logística adequada a conservação de forragens na forma de silagem, principalmente as fazendas de pequeno porte ou aquelas com baixa aplicação de recursos financeiros.

Em virtude deste cenário uma estratégia de manejo simples e de menor impacto econômico foi proposta, com o objetivo de se reduzir os turnos de colheita e a frequência de cortes dos canaviais, migrando assim para um sistema de maior flexibilidade nas fazendas zootécnicas que utilizam a cana-de-açúcar na forma de capineira. Portanto objetivou-se com este trabalho avaliar métodos (MA) e os tempos de armazenamento (TA) sobre as características das plantas de cana de açúcar pós-colheita para alimentação animal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os estudos foram desenvolvidos na fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais (latitude de 21° 14' 43 sul e longitude de 44° 59' 59 oeste; altitude de 918 m). O primeiro estudo foi conduzido em outubro de 2012 (experimento 1) e o segundo em agosto de 2013 (experimento 2).

### **Experimento 1**

A cana de açúcar utilizada neste estudo foi de uma capineira implantada em novembro de 2009 (3° corte). A colheita da cana utilizada no experimento foi feita de acordo com o índice de maturação (IM), segundo a fórmula proposta por CONSECANA (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA DE AÇÚCAR AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006):

$$\text{IM} = (\text{BRIX no topo do colmo} / \text{BRIX na base do colmo}) \times 100$$

Para a cana ser considerada madura o resultado do IM deve ser de 85 a 100%, neste estudo foi de 93%. As plantas foram colhidas manualmente, realizando-se corte com facão nos colmos rente ao solo. O material colhido foi dividido em dois grupos. No primeiro grupo, o ponteiro e as palhas foram separados dos colmos (colmos sem ponteiro e palhas - SPP). No segundo grupo, têm-se a planta inteira (ponteiro, palhas e colmos, denominando-se este grupo de colmos com ponteiro e palhas – CPP). Cada método foi submetido a seis tempos de armazenamento 0; 2; 4; 6; 8 e 10 dias. Cada unidade experimental foi composta por oito plantas amarradas formando um feixe.

Após as divisões descritas acima, os feixes foram estocados e distribuídos no chão de um galpão coberto e ventilado, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC). A temperatura ambiente ao longo da estocagem foi monitorada por meio de *data loggers* (marca Escort Console Pro2.07.09), os quais foram posicionados próximo à forragem. A temperatura média registrada no galpão ao longo do tempo de armazenamento (TA) foi de  $25,2 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .

Inicialmente avaliou-se as perdas de massa verde, para esta variável o peso dos feixes foi tomado em cada unidade experimental sendo a leitura repetida em cada TA (0; 2; 4; 6; 8; 10 dias pós- colheita). Para determinar estes pesos, utilizou-se um dinamômetro portátil (modelo DD-300, Instruterm, São Paulo, SP). Posteriormente procedeu-se a determinação do teor de sólidos solúveis no caldo (TSSC em ° brix) em cada dia de armazenamento, após a pesagem dos feixes retirou-se de cada unidade experimental referente aquele dia de armazenamento duas plantas, as quais foram utilizadas na determinação do TSSC. Na sequência as seis plantas restantes de cada unidade experimental referente aquele dia de estocagem foram desintegradas por meio de uma picadora estacionária. Cada feixe de seis plantas foi colocado um de cada vez de modo que na saída da máquina coletou-se a forragem picada por meio de um saco, sendo feita a homogeneização do material. Deste material foi retirado três amostras de aproximadamente 500 gramas. Uma para a realização das análises químicas, outra para análises microbiológicas e pH e a terceira para armazenamento em freezer.

Após a coleta das amostras duas foram imediatamente congeladas à  $-20^{\circ}\text{C}$ , e a outra foi levada ao laboratório de microbiologia para a realização do plaqueamento em placas de Petri descartáveis e posterior contagem populacional de microrganismos, bactérias ácido lácticas (BAL), fungos filamentosos (FF) e leveduras, de acordo com Tabacco et al. (2009). Para o crescimento das BAL, foi utilizado o meio de cultura comercial MRS-Agar, e para fungos filamentosos e leveduras o meio de cultura utilizado era o YGC. A contagem foi feita

diariamente até o 5º dia após o plaqueamento para fungos e leveduras e até o quarto dia para BAL. Na contagem foi identificado na placa o número de colônias presentes, e estes valores identificados na forma exponencial, foram posteriormente transformados em logaritmo de base 10, tendo-se assim um contagem final dada em Unidades Formadoras de Colônia por grama de forragem fresca (UFC/g de forragem fresca).

Posteriormente, foram feitas as análises para determinação da MS, MM, segundo Association of Official Analytical Chemists (1990). Foi feita também a análise da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) que foi feito segundo metodologia de Canale et al. (1983), e a leitura através de um medidor de bancada Thermo Scientific Orion Star A214 pH / ISE com Eletrodo pH ROSS Ultra vidro.

Foi determinado as perdas de matéria seca (PMS), por meio das seguintes equações:

$$1- \text{MFS (Kg)} = \text{MV(Kg)} \times \text{MS(\%)} / 100$$

Onde:

MFS (Kg): Massa de Forragem Seca.

MV (Kg): Massa Verde em quilogramas de cada feixe.

MS (%): Matéria Seca média obtida daquele tratamento em porcentagem.

Assim:

$$2- \text{PMSd} = (\text{MFS0} - \text{MFSd}) / \text{MFS0}$$

Onde:

PMSd (Kg): Perdas de matéria seca correspondente a cada dia de armazenamento (2,4,6,8,10 dias pós colheita)

MFSd0: Massa de forragem seca no dia 0 de armazenamento (referência).

MFSd: Massa de forragem seca de cada dia de armazenamento (2,4,6,8,10 dias pós-colheita)

Determinando:

$$3- \text{PMS} = \text{PMSd} \times 1000$$

Onde:

PMS: Perdas de matéria seca em quilos por tonelada de forragem (Kg MS/t) de cada unidade experimental.

PMSd: Perdas de matéria seca correspondente a cada dia de armazenamento.

## **Experimento 2**

A cana de açúcar utilizada neste estudo (RB 867515) foi de um talhão que se encontrava em seu 2º corte. O critério utilizado para se realizar o corte foi proposto pela CONSECANA (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA DE AÇÚCAR AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006), conforme foi descrito anteriormente.

O experimento 2 foi planejado e conduzido conforme o experimento 1, sendo que as temperaturas encontradas neste experimento foram mais amenas que as do experimento 1, sendo registrada uma temperatura média do galpão de  $20,2 \pm 2,6$  °C. Tradicionalmente, a cana de açúcar é utilizada durante os meses em que as temperaturas são mais baixas (maio à julho) do que as obtidas em ambos experimentos, entretanto estes foram conduzidos com o intuito de desafiar as plantas em condições que as perdas podiam ser favorecidas.

Em cada dia de armazenamento foi realizado nos tratamentos com ponteiros e palhas uma avaliação para estimar o balanço de carbono (BC), ou seja, a relação entre fotossíntese e respiração nas folhas das plantas de cana armazenadas pós-colheita. A análise foi feita por meio do analisador de gases por infravermelho, modelo: LI-6400XT, marca: LI-COR, onde a leitura era feita em uma folha por planta, escolhendo-se 6 plantas nos feixes. A folha foi escolhida para leitura com base no seu aspecto fitossanitário e na sua condição de maturação (folha expandida fotossinteticamente ativa).

Neste experimento também foi realizada uma análise de estabilidade aeróbia, com o intuito de determinar o grau de deterioração da cana após a desintegração. Sendo assim em cada dia de armazenamento, após a desintegração dos feixes na picadora estacionária, realizava-se a homogeneização do material e a retirada das amostras para as demais análises, o restante do material correspondente a cada unidade experimental era acondicionado em uma quantidade de aproximadamente 3Kg de forragem em baldes plásticos de aproximadamente 20 litros. No centro geométrico de cada balde foi colocado um *data logger* identificado (marca Escort Console Pro2.07.09) com o intuito de monitorar a temperatura da massa de forragem. Na sequência estes baldes eram cobertos com papel alumínio, com o intuito de impedir a entrada de material estranho (Exemplo: poeira) e a desidratação da forragem. Estes baldes foram colocados em uma sala fechada durante dois dias. Neste período as temperaturas em cada balde foram registradas a cada uma hora. O intuito desta análise foi determinar a

máxima temperatura alcançada pela massa de forragem ao longo de 24 horas (MT), e o tempo que essa massa levou para alcançar a máxima temperatura (TMT).

### **Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. A parcela principal foi o MA e a subparcela o TA. A melhor estrutura de co-variância foi selecionada por meio do critério de informação Bayesiana. Os fatores estudados e as interações foram divididos por meio do recurso SLICE do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2001), com o tempo como divisor. O efeito do MA dentro de cada tempo foi analisado por meio do recurso PROC MIXED do programa SAS, utilizando o teste de Tukey a uma probabilidade de 5%.

## **RESULTADOS**

### **Experimento 1**

As características das plantas de cana de açúcar com e sem ponteiros e palhas armazenadas por diferentes períodos estão apresentadas na Tabela 1. O MA influenciou a concentração de MS ( $P < 0,0001$ ) onde o tratamento CPP, apresentou valores superiores ao tratamento SPP. Em relação ao TA houve variação na concentração de MS ( $P = 0,0005$ ), sendo que no dia 0 apresentou menor valor, as concentrações nos dias 2, 4, e 6 foram intermediárias, e as dos dias 8 e 10 foram maiores. A concentração de MM foi influenciada pelo MA ( $P = 0,0008$ ). As plantas submetidas ao tratamento CPP apresentaram maior concentração que as SPP. A concentração de FDN foi influenciada somente pelo MA ( $P < 0,0001$ ), sendo que o tratamento CPP apresentou valores superiores frente ao SPP.

O TSSC teve influência do TA ( $P < 0,0001$ ), onde observa-se que no dias 4 e 10 maiores concentrações, e nos demais dias observa-se valores intermediários.

Sobre a variável pH, não foi observado efeito dos fatores.

Em relação a população de BAL observou-se interação ( $P = 0,0136$ ), sendo que a população de BAL dos tratamentos CPP nos dias 0; 2; 4; 6; 8 e 10, não diferiram estatisticamente dos SPP nos respectivos TA. Dentro do mesmo MA, os colmos com e sem ponteiros e palhas no dia 2 apresentaram maiores valores que os demais. A contagem populacional de leveduras foi influenciada somente pelo MA ( $P = 0,0185$ ), tendo o tratamento

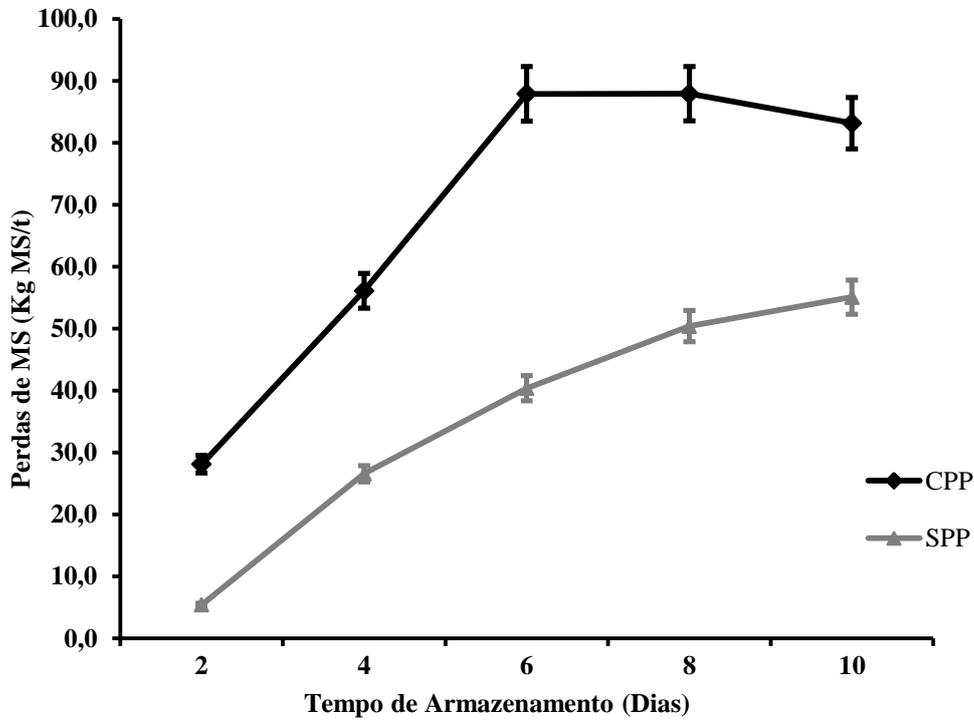
CPP apresentou contagem superior ao SPP. A população de FF foi influenciada tanto pelo MA ( $P = 0,0058$ ) quanto pelo TA ( $P = 0,0319$ ). Sendo assim, CPP apresentou população superior a SPP. No que diz respeito ao TA, não houve diferença na população de FF ao longo dos dias de armazenamento.

**Tabela 1:** Características das plantas de cana de açúcar com (CPP) e sem (SPP) ponteiros e palhas, armazenadas por diferentes períodos. (Experimento 1).

Variável	MA			TA (Dias)							Valor de P		
	SPP	CPP	EPM	0	2	4	6	8	10	EPM	MA	TA	MA*TA
MS(%)	34,9	37,9	0,1864	34,9b	36,1ab	36,3ab	36,1ab	37,2a	37,2a	0,3102	<0,0001	0,0005	0,7194
MM(% MS)	1,20	1,57	0,0672	1,53	1,29	1,28	1,25	1,39	1,55	0,1118	0,0008	0,3018	0,7408
FDN (%MS)	48,1	53,7	0,5812	51,0	51,0	49,7	52,1	49,1	52,6	0,9679	<0,0001	0,1655	0,7637
TSSC (°brix)	24,0	23,7	0,1446	23,5bc	23,8bc	25,2a	23,4c	22,9c	24,5ab	0,2505	0,1554	<0,0001	0,4464
pH	5,63	5,63	0,0229	5,72	5,63	5,65	5,62	5,60	5,55	0,0397	1,0000	0,1226	0,6247
BAL (log ufc/g)	4,12	4,04	0,0856	4,13	5,88	4,89	3,55	2,70	3,33	0,1454	0,4571	<0,0001	0,0136
Lev (log ufc/g)	4,73	4,85	0,0326	4,78	4,82	4,83	4,87	4,65	4,80	0,0565	0,0185	0,1583	0,5664
FF (log ufc/g)	3,52	3,89	0,0855	3,48 <sup>a</sup>	3,53a	3,48a	3,87a	3,75a	4,12a	0,1481	0,0058	0,0319	0,3481
PMS (Kg MS/t)	35,6	68,6	1,3226	--	16,7	41,3	64,1	69,2	69,1	2,0912	<0,0001	<0,0001	0,0043

MS, matéria seca; MM, matéria mineral; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; TSSC, teor de sólidos solúveis no caldo; pH, potencial hidrogeniônico; BAL, bactérias ácido láticas; Lev, leveduras; FF, fungos filamentosos; PMS, Perdas de matéria seca; MA, método de armazenamento; TA, tempo de armazenamento; EPM, erro padrão das médias; Valor de P, valor da probabilidade para o efeito de MA e TA.

Quanto as PMS, houve interação entre os fatores estudados ( $P = 0,0043$ ), e os resultados desta estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1:** Valores de PMS (Kg MS/t) ao longo de 10 dias de armazenamento pós-colheita da cana armazenada CPP e SPP.

As PMS no tratamento CPP nos dias 2, 4, 6, 8 e 10, foram superiores a do tratamento SPP nos respectivos dias. Além disso, dentro do mesmo MA observou-se diferença nas PMS ao longo dos dias. No tratamento CPP, observou-se um aumento significativo do dia 2 até o dia 6 (28,1; 56,1; 87,9 Kg MS/t). A partir do dia 6 as PMS não diferiram (87,9; 87,9; 83,2 Kg MS/t) entre si. No tratamento SPP, observou-se maiores PMS no dia 4 (26,6 Kg MS/t), em relação ao dia 2 (5,40 Kg MS/t), e estatisticamente iguais no dia 4 e 6 (40,4 Kg MS/t). Além disso, as PMS nos dias 8 (50,4 Kg MS/t), e 10 (55,1 Kg MS/t), são iguais entre si e iguais ao dia 6. As PMS nestes dois últimos dias são diferentes das ocorridas no dia 4.

## Experimento 2

As características das plantas de cana de açúcar com e sem ponteiros e palhas armazenadas por diferentes períodos estão apresentadas na Tabela 2. A concentração de MS, teve influência do MA ( $P = 0,0003$ ), sendo que o tratamento CPP apresentou maiores valores

que o SPP. Na variável MM houve interação ( $P = 0,0187$ ), sendo os valores maiores no tratamento CPP em relação ao SPP. Dentro de CPP, o dia 0 teve maior MM em relação ao dia 2 e igual ao restante. No SPP não houve diferença ao longo dos dias. A concentração de FDN apresentou interação ( $P < 0,0001$ ), onde as plantas CPP nos dias 0, 4, 8 e 10 (53,9; 50,6; 54,6 56,7% respectivamente) apresentaram maiores valores que as do tratamento SPP, nos respectivos dias (44,3; 45,1; 42,4; 41,5% respectivamente). Nos dias 2 e 6 os tratamentos CPP e SPP, não apresentaram diferença. Nas plantas CPP, a FDN é igual nos dias 0, 4, 8 e 10, e superior aos dias 2 e 6 (44,5 e 46,6% respectivamente) que são iguais entre si. Nas plantas SPP, não houve diferença nas concentrações de FDN no decorrer dos dias.

A concentração de TSSC apresentou influência do TA ( $P < 0,0001$ ), onde no dia 0 o TSSC foi menor frente aos outros tempos.

O pH teve influência do MA ( $P = 0,0004$ ) e do TA ( $P = 0,0036$ ). Observou-se que o CPP apresentou menores valores do que o SPP. Nos dias de armazenamento, o pH não sofreu variação até o oitavo dia, entretanto no décimo dia ocorreu uma redução.

Quanto a população de BAL observou-se efeito do TA ( $P = 0,0092$ ), onde a população no dia 0 numericamente é maior em relação aos demais dias que apresentam valores intermediários.

**Tabela 2:** Características das plantas de cana de açúcar com (CPP) e sem (SPP) ponteiros e palhas, armazenadas por diferentes períodos. (Experimento 2).

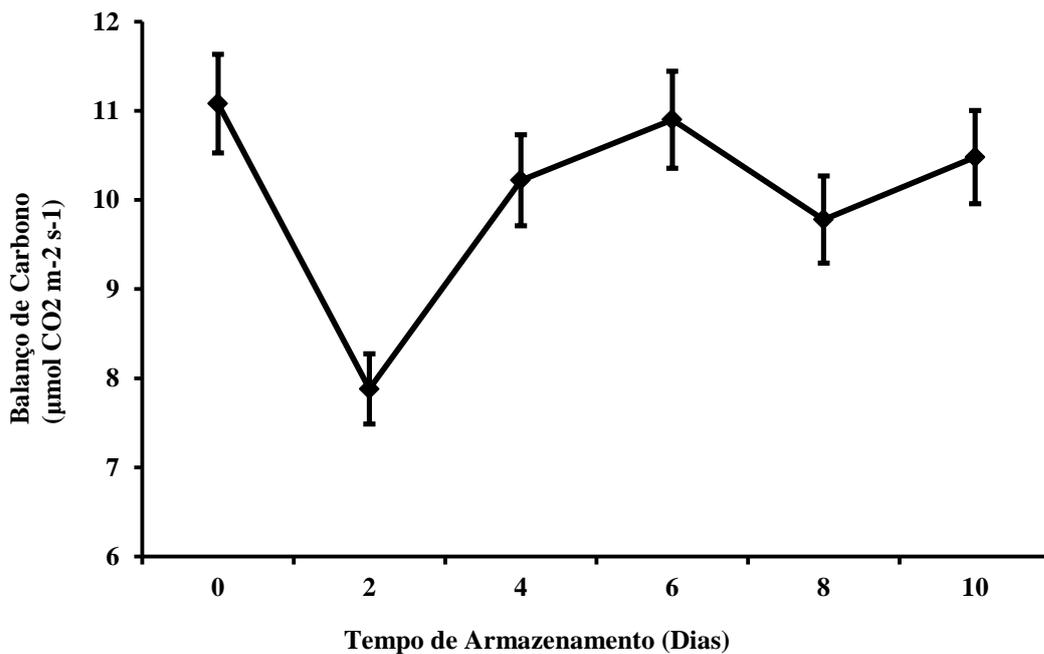
Variável	MA		EPM	TA (Dias)						EPM	Valor de P		
	SPP	CPP		0	2	4	6	8	10		MA	TA	MA*TA
MS(%)	32,9	35,1	0,3568	33,5	33,7	33,8	34,6	34,1	34,4	0,5737	0,0003	0,7155	0,9956
MM(% MS)	0,55	1,16	0,0546	1,05	0,74	0,87	0,83	0,85	0,78	0,0946	<0,0001	0,2890	0,0187
FDN (%MS)	43,1	51,2	0,4513	49,1	44,3	47,9	43,9	48,5	49,1	0,7817	<0,0001	0,0001	<0,0001
TSSC (°BRIX)	23,7	23,5	0,1507	21,7c	23,6b	23,9ab	23,9ab	23,9ab	24,8a	0,2610	0,5804	<0,0001	0,2240
pH	6,04	5,89	0,2400	6,05a	5,95a	6,00a	6,07a	5,96a	5,77b	0,0322	0,0004	0,0036	0,0920
BAL (log ufc/g)	2,55	2,58	0,1019	3,05a	2,38ab	2,67ab	2,14b	2,30b	2,85ab	0,1759	0,8193	0,0092	0,5693
Lev (log ufc/g)	3,97	4,38	0,0612	4,18	4,25	4,10	4,18	4,11	4,22	0,1061	<0,0001	0,9116	0,2888
FF (log ufc/g)	3,57	4,03	0,0558	3,73	3,77	3,92	3,90	3,75	3,75	0,0967	<0,0001	0,6081	0,3264
MT (°C)	23,2	23,3	0,1855	27,7a	22,8b	21,9bc	23,1b	21,5c	22,2bc	0,3193	0,7155	<0,0001	0,4855
TMT (h)	1,00	2,42	0,3620	1,00a	4,00a	2,08a	1,00a	1,00a	1,00a	0,5338	0,1799	<0,0001	0,4155
BC ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	--	--	--	1,07a	-2,13c	0,23ab	0,90a	-0,21b	0,48ab	0,2169	--	<0,0001	--
PMS (Kg MS/t)	23,0	74,0	1,0366	--	24,0	45,3	44,9	65,8	62,7	1,5644	<0,0001	<0,0001	<0,0001

MS, matéria seca; MM, matéria mineral; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; TSSC, teor de sólidos solúveis no caldo; pH, potencial hidrogeniônico; BAL, bactérias ácido lácticas; Lev, leveduras; FF, fungos filamentosos; MT, máxima temperatura da massa de forragem; TMT, tempo para a massa alcançar a máxima temperatura; BC, balanço de carbono; PMS, Perdas de matéria seca; MA, método de armazenamento; TA, tempo de armazenamento; EPM, erro padrão das médias; Valor de P, valor da probabilidade para o efeito de MA e TA.

A contagem populacional de leveduras teve influência do MA ( $P < 0,0001$ ), sendo que CPP apresentou contagem superior ao SPP. Na variável FF teve-se efeito do MA ( $P < 0,0001$ ) observando-se um contagem maior de FF no CPP em relação ao SPP.

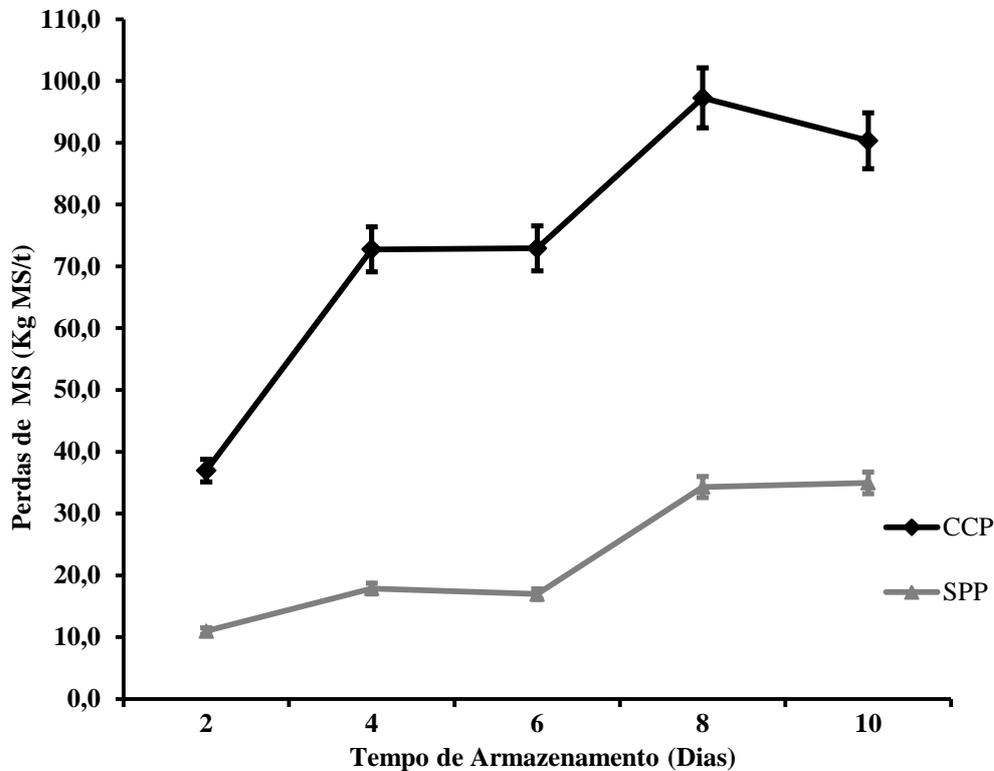
Para MT, foi observado efeito do TA ( $P < 0,0001$ ) onde uma maior temperatura ( $P < 0,05$ ) foi observada no dia 0 de armazenamento em relação aos demais dias. Em relação ao TMT observou-se efeito de TA ( $P < 0,0001$ ), onde os resultados não apresentaram diferença entre si ao longo dos dias, sendo 1 hora o tempo para a massa alcançar a máxima temperatura.

No BC, os valores reais estão apresentados na tabela 2, entretanto a nível de representação gráfica (figura 2), os valores reais foram somados ao valor 10. Nesta variável observou-se efeito do TA ( $P < 0,0001$ ), onde se têm um uma perda e um déficit de carbono maior na planta no dia 2 ( $-2,13\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em relação aos demais dias, que apresentam valores intermediários.



**Figura 2:** Valores de BC ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) somados ao valor 10, ao longo de 10 dias de armazenamento pós-colheita da cana armazenada CPP e SPP.

A variável PMS, apresentou efeito da interação ( $P < 0,0001$ ), e os resultados desta estão apresentados na Figura 3.



**Figura 3:** Valores de PMS (Kg MS/t) ao longo de 10 dias de armazenamento pós-colheita da cana armazenada CPP e SPP.

As PMS do tratamentos CPP nos dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10 foram superiores as dos tratamentos SPP nos respectivos dias. Dentro de CPP, houve variação nas PMS ao longo dos dias. As perdas no dia 4 (72,7 Kg MS/t), e 6 (72,9 Kg MS/t) foram iguais, e superiores ao dia 2 (36,9 Kg MS/t). Além disso as perdas no dia 8 (97,3 Kg MS/t) e 10 (90,3 Kg MS/t), foram iguais entre si, e superiores aos dias 2, 4, e 6. No SPP as PMS nos dias 2 (11,0 Kg MS/t), 4 (17,9Kg MS/t), e 6 (17,0 Kg MS/t), não diferiram entre si. Já as perdas nos dias 8 (34,3 Kg MS/t) e 10 (35,0 Kg MS/t) são iguais entre si, e superiores aos dias 2, 4 e 6.

## DISCUSSÃO

A concentração de MS nos experimento 1 e 2 foram maiores no tratamento CCP e possivelmente este fato ocorreu porque após o corte, para manter seu metabolismo, a planta

começa a perder água para o ambiente por meio da evapotranspiração, diminuindo seu teor de umidade (MOSER, 1995). Além disso, segundo Murdock (1980) as taxas de perda de água em gramíneas depende da morfologia dos perfilhos e do conteúdo de água, e as folhas destas secam 10 a 15 vezes mais rápido que os colmos. Sendo assim a presença folhas no CPP potencializou as perdas de água da planta via evapotranspiração. Siecola Junior (2011), observou o mesmo comportamento, em experimento com recria de novilhas de leite alimentadas com cana de açúcar integral (CPP) e despalhada (SPP) obtendo valores de 35,3 e 30,7% de MS respectivamente. Outro resultado similar foi encontrado por Valente et al. (2012), em experimento com armazenamento pós-colheita por 10 dias de cana de açúcar, na forma de planta inteira (CPP) e somente o colmo (SPP), observaram maiores valores de MS para o CPP (30,0%) do que para o SPP (28,0%). No que diz respeito ao TA no experimento 1, observou-se que não houve variação nas concentrações de MS nos dias 2 a 10. Estes resultados estão de acordo com os de Faria, Oliveira e Barbosa (2000), que em experimento com o armazenamento de duas variedades de cana em condições e períodos diferentes (0, 2, 4 e 6 dias pós-colheita) observou que nos dia 2 (33,6%), 4 (34,3%) e 6 (34,6%) os teores de MS foram semelhantes.

Em relação as concentrações de FDN no experimento 1, teve-se uma redução de 5,64 unidades percentuais no tratamento SPP (48,1% MS) em relação ao CPP (53,7% MS). Este fato acontece porque ao contrário do que ocorre em outras gramíneas tropicais, na cana de açúcar, os teores de FDN são menores nos colmos do que nas folhas (RODRIGUES et al., 1997). Isto acontece porque ocorre um efeito de diluição dos componentes da parede celular, em decorrência do aumento do teor de sacarose promovido pela maturação da planta (MURARO et al., 2009). Esta maturação da planta caracterizada pelo acúmulo de sacarose, ocorre nos colmos tornando a concentração de Sacarose (constituente do conteúdo celular) maior nos colmos do que na folha. E isto é importante porque a FDN, representa a fração química da forragem que possui a mais estreita relação com o consumo e, em consequência, com o desempenho animal (VAN SOEST, 1982; MERTENS, 1987). Sendo assim a ausência de folhas no SPP, proporcionou um menor teor de FDN neste. Resposta semelhante foi observada por Rodrigues et al. (1997), que em experimento avaliando a qualidade nutricional de 11 variedades de cana de açúcar observou menores valores de FDN, em variedades com maior proporção de colmos em relação as folhas. Siecola Junior (2011) observou em dois experimentos, redução de 6,8 (CPP=53,6% e SPP=46,8%) e 10 (CPP=52,7% e SPP=42,3%) unidades percentuais de FDN. No experimento 2, em relação a interação, dentro do CPP ao

longo dos dias não houve aumento significativo no teor de FDN, além disso no SPP não houve variação nos valores desta variável, resultados similares foram observados por Oliveira et al. (1999) e Faria, Oliveira e Barbosa (2000) em estudos com o armazenamento pós-colheita da cana.

Em relação as contagens populacionais de microrganismos, nos experimentos 1 e 2 observou-se que as populações de leveduras e FF, foram maiores no tratamento CPP em relação a SPP. Diante deste resultado pode-se inferir que a concentração destes microrganismos nos ponteiros e palhas é maior, e que a eliminação destes (SPP) diminui a contagem total de leveduras e FF, microrganismos indesejáveis no processo de armazenamento, uma vez que podem degradar os carboidratos (açúcares solúveis, celulose) e outros componentes da parede celular (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991), acarretando em deterioração e PMS (HONIG, 1991). Isto é uma característica que justificaria o armazenamento da cana sem palha e ponteiro, pois permitiria uma material com características organolépticas que favoreceria o consumo pelos animais, apesar da cana CPP ter maior concentração de MS ela apresenta maior população de FF, o que poderia prejudicar o consumo pela deterioração mais rápida.

Em relação ao TSSC, no experimento 2, observou-se um aumento no dia 2, 4, 6, 8 e 10 em relação ao dia 0, isto aconteceu possivelmente devido ao processo de evapotranspiração da planta após o corte, onde com a perda de água ocorreu uma concentração no TSSC. Resultados similares foram encontrados por Valente et al. (2012), que observaram no CPP teores maiores nos dias 2 (21,2 ° brix), 4 (20,8 ° brix), 8 (21,8 ° brix) e 10 (22,5 ° brix) em relação ao dia de corte (18,5 ° brix).

O balanço de carbono consiste na diferença entre a fixação e a liberação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) da planta. Quanto maior for o valor obtido pela leitura do aparelho, maior é a fixação de  $\text{CO}_2$  e conseqüentemente maior será a taxa fotossintética. Entretanto quanto menor for o valor obtido pela leitura do aparelho, ocorre maior liberação de  $\text{CO}_2$  e, conseqüentemente, maior atividade respiratória. Sendo assim os resultados obtidos no experimento 2, mostraram maior atividade fotossintética do dia 0 para o dia 2. Isto acontece porque após o corte as plantas adotam estratégias para manter seu metabolismo, sendo a abertura dos estômatos uma delas. De acordo com Nash (1959) e Clark et al. (1977) a planta mesmo em menor intensidade continua o seu processo fotossintético após o corte. Segundo Moser (1995), aparentemente a fotossíntese ocorre nos estágios iniciais da secagem. A partir do dia 2 a atividade fotossintética diminuiu e o processo respiratório aumentou do dia 2 para o

dia 4, isto acontece porque metabolicamente o processo que mais interfere na pós-colheita de forrageiras é a respiração, pois os tecidos das plantas continuam a respirar até as células não estarem mais vivas (MOSER, 1995). Além disso, os carboidratos constituem a maior quantidade de substrato para o processo respiratório, e o primeiro substrato metabolizado durante a secagem (PARKES; GREIG, 1974). Sendo assim, por a planta apresentar uma grande quantidade de substrato respiratório logo após o corte, este é rapidamente metabolizado, o que explica as maiores taxas respiratórias do dia 2 para o dia 4. Entretanto ao longo do armazenamento, a planta possivelmente perde carboidratos, o que diminui a respiração na planta, observado nos dias 4 para o dia 6 e 6 para o dia 8 onde a planta continua sua atividade fotossintética semelhante ao dia 0 e menor atividade respiratória. Porém no dia 8 para o dia 10 de armazenamento têm-se novamente um aumento na respiração da planta, isto pode ser explicado pelo fato da planta paralisar o seu processo de transpiração via estômato e cutícula, favorecendo a respiração. Segundo Sullivan (1969), quando a transpiração cessa, a temperatura do mesófilo foliar sobe e ocorre um aumento na atividade metabólica das enzimas, pois o aumento da temperatura está diretamente relacionada com as perdas por respiração (HONIG, 1979; TAIZ; ZEIGER, 2004). Desta forma o aumento da temperatura, favorece o processo respiratório no dia 8 para o dia 10. A partir do dia 10 de armazenamento observa-se atividade respiratória semelhante ao dia 8 para o dia 10.

Em relação as PMS no experimento 2, os resultados mostraram maiores valores no tratamentos CPP em relação ao SPP e, isto pode ter acontecido pelo fato de o SPP não apresentar folhas. As folhas podem potencializar as perdas via processo respiratório. Outro fator importante é que em tecidos vegetativamente maduros, os caules geralmente têm as menores taxas de respiração, e as respirações foliares e radiculares variam com a espécie vegetal e com as condições sob as quais as plantas estão se desenvolvendo (TAIZ; ZEIGER 2004). Desta forma, forragens com maior teor de carboidratos solúveis, geralmente apresentam maiores taxas de respiração do que as plantas com menores teores (RUCKER; KNABE, 1977). Na cana de açúcar a participação da respiração nas perdas é acentuada. No que diz respeito as PMS no tratamento CPP ao longo dos dias de armazenamento observou-se no dia 2 menores perdas, isto pode ser explicado pelo fato de no dia 0 para o dia 2 ter sido observada uma taxa fotossintética maior ( $1,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Segundo Moser (1995), após o corte a fotossíntese inicial não promove incremento de carbono na planta, mais reduz as perdas por respiração. No dia 4 observou-se uma perda maior em relação ao dia 2, possivelmente porque a atividade respiratória do dia 2 para o dia 4 ( $-2,13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

foi elevada, potencializando as perdas. As perdas do dia 6 foram semelhantes as do dia 4, porque a atividade respiratória da planta do dia 4 para o dia 6 ( $0,23 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e do dia 6 para o dia 8 ( $0,90 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi menor, entretanto como esta atividade voltou a aumentar do dia 8 para o dia 10 ( $-0,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) as perdas no dia 8 foram maiores do que as no dia 4 e 6. As perdas no dia 10 foram similares a do dia 8 porque a atividade respiratória a partir do dia 10 ( $0,48 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi semelhante a do dia 8 para o dia 10. Diante da importância das perdas por respiração no processo de armazenamento, resultados importantes foram observados por Wilkinson (1981), que em estudo com azevém e trevo branco, colhidos para silagem murcha e não murcha e feno seco a campo, obteve perdas de 2 a 3% de MS em silagem murcha, e de 8 a 9% em feno seco a campo. Sendo que as perdas por respiração representaram aproximadamente 14 a 33% do total das perdas de matéria seca em silagem e em feno, respectivamente.

No experimento 1 o comportamento das perdas foi semelhante ao experimento 2. As PMS no tratamento CPP foram maiores que no SPP, possivelmente devido ao mesmo fato de a presença das folhas terem potencializado as perdas. No que diz respeito as PMS ao longo dos dias de armazenamento no CPP, obtêm-se resultados similares ao experimento 2, onde as perdas no dia 2 são menores possivelmente devido a maior atividade fotossintética esperada no dia 0 para o dia 2. No dia 4 as PMS são maiores que no dia 2, possivelmente pela possibilidade de ocorrer uma maior atividade respiratória no dia 2 para o dia 4. Possivelmente a respiração continuou aumentando do dia 4 para o dia 6, pois ocorreu um aumento nas PMS do dia 6 em relação ao dia 4. Posteriormente não houve diferença nas PMS, possivelmente por falta de substrato respiratório. No SPP o comportamento fisiológico nos dias 2 e 4 foram similares ao ocorrido no CPP, por isso as perdas do dia 4 foram maiores que a do dia 2. Entretanto as perdas no dia 6 foram similares ao dia 4, possivelmente pela não alteração da atividade respiratória durante estes dois dias de armazenamento. Após o dia 6 a atividade fisiológica não variou e as perdas nos dias 6, 8 e 10 foram iguais.

## **5 CONCLUSÃO GERAL**

As plantas de cana de açúcar podem ser armazenadas em galpões após o corte. O melhor método é por meio da retirada das palhas e ponteiros, ou seja, armazenar somente os colmos. Estes colmos podem ser estocados por um período de até 6 dias. Caso haja necessidade de se manter o ponteiro e as palhas (Exemplo: falta de mão de obra para se realizar a despalha), estas plantas podem ser estocadas somente por 2 dias.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical chemists**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990.
- BARNES, A. C. **The sugarcane**. London: Leonard Hill Books, 1974.
- BERNARDES, T. F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagem em fazendas leiteiras no Brasil**. Lavras: Editora da UFLA, 2012. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/pdf/EBOOK-SILAGEM>>. Acesso em: 04 jun. 2014.
- BOIN, C.; MATTOS, W. R. S.; DARCE, R. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização: volume 2**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 805-850.
- BORGES, R. F. et al. Avaliação do teor de sólidos solúveis em diferentes períodos após a colheita de cana-de-açúcar crua e queimada. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 2, p. 18-21, 2005.
- CANALE, A. et al. Metodi analitici per la valutazione della qualità di conservazione degli insilati. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Torino**, Italia, v. 29, p. 55-73, 1983.
- CLARK, B. J. et al. The physiological response to cutting in Italian ryegrass. **Journal of the British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 32, n. 1, p. 1-15, Mar. 1977.
- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA DE AÇÚCAR AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. 5 ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006.
- CORRÊA, C. E. S. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain texture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 621-629, Oct./Dec. 2003.
- DOMINGUES, F. N. et al. Desempenho de novilhas de corte alimentadas com cana hidrolisada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 8-14, jan./mar. 2012.
- DOUGHERTY, C. T. **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Lexington: Forage and Grassland Council, 1987.
- FARIA, A. E. L.; OLIVEIRA, M. D. S.; BARBOSA, J. C. Composição bromatológica de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 16, n. 3, p. 220-226, 2000.
- GOODING, E. G. B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 7, n. 1, p. 72-91, 1982.
- HARRIS, C. E.; TULLBERG, J. N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut for conservation. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 35, n. 1, p. 1-11, Mar. 1980.
- HONIG, H. Mechanical and respiration losses during pre-wilting of grass. In: THOMAS, C. (Ed.). **Forage conservation in the 80's**. Londres: British Grassland Society, 1979. p. 201-204.
- HONIG, H. Reducing losses during storage and unloading of silage. In: PAHLOW, G.; HONIG, H. (Ed.). **Forage conservation towards 2000**. Braunschweig: European Grassland Federation, 1991. p. 116-128.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE**: estatística da produção agrícola. Brasília: IBGE, 2014. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Fasciculo\_Indicadores\_IBGE/estProdAgr\_201403.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2014.
- MACDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 41, p. 407-437, 1987.
- MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JUNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, abr./jun. 2001.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. Microorganisms. In: McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991. p. 81-152.
- MELVIN, J. F.; SIMPSON, B. Chemical changes and respiratory drift during air drying of ryegrass. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 14, n. 4, p. 228-234, Apr. 1963.
- MENDES NETO, J. et al. Uso da cana-de-açúcar na terminação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. 1 CD-ROM.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, May 1987.
- MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 3427-3439, Oct. 2009.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990.
- MOSER, L. E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: MOORE, K. J. et al. (Ed.). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 1-19.
- MUCHOW, R. C. et al. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. II Sucrose accumulation and commercial yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 27-36, Sept. 1996.
- MURARO, G. B. et al. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1525-1531, 2009.
- MURDOCK, J. C. The conservation of grass. In: HOLMES, W. (Ed.). **Grass: its production and utilization**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1980. p. 174-215.
- NASH, M. J. “**Crop conservation and storage**”. Oxford: Pergamon, 1978.
- NASH, M. J. Partial wilting of grass crops for silage. **Journal of the British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 14, n. 1, p. 65-73, Mar. 1959.
- NUSSIO, L. G. et al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 277-328.

- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia e produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 1-33.
- OLIVEIRA, M. D. S. et al. Avaliação de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tempos de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1435-1442, 1999.
- PARKES, M. E.; GREIG, D. J. The rate of respiration of wilted ryegrass. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 19, n. 3, p. 259-263. Sept. 1974.
- PATE, F. M.; COLEMAN, S. W. **Evaluation of sugarcane varieties as cattle feed**: volume 4. Gainesville: Florida Agricultural Experiment Station, 1975.
- PEREIRA, M. N. Cana de açúcar como forrageira para bovinos leiteiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 277, p. 1-96, nov./dez. 2013.
- PEREIRA, M. N. et al. Novos conceitos em Cana-de-açúcar Fresca e Ensilada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM FORMULAÇÃO DE DIETAS PARA GADO LEITEIRO, 2., 2012, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora da UFPA, 2012. p. 67-94.
- PINA, D. S. et al. Níveis de inclusão e tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o desempenho de novilhas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 648-656, 2011.
- PRESTON, T. R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, México, v. 2, p. 125-142, 1977.
- RAVANELI, G. C.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. Efeitos do desponte e das épocas de colheita sobre parâmetros tecnológicos em cana-de-açúcar. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 185-190, 2004.
- RODRIGUES, A. A. et al. 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, dez. 1997.
- ROOKE, J. A.; HATFIELD, R. D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D. R. **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 95-139.
- RUCKER, G.; KNABE, O. **Non mechanical field losses in wilted grasses as influenced by different factors**. Berlin: Academic-Verlag, 1977.
- SALGADO, G. S. et al. **Caña de azúcar**: hacia um manejo sustentable. Villahermosa: ISPROTAB, 2003.
- SCHMIDT, P. Improved efficiency of sugar cane ensiling for ruminant supplementation. In: ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G. B.; NUSSIO, L. G. (Ed.). **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 2009, São Pedro. **Proceedins...** São Pedro: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2009. p. 47-72.
- SIÉCOLA JÚNIOR, S. **Proporção de colmos da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras**. 2011. 53 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SILVA, S. C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Volumosos para bovinos**. 2. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 17-47.

SMITH, D. The non-structural carbohydrates. In: BUTLER, G. W. et al. (Ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage**: volume 1. New York: Academic Press, 1973. p. 105-155.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **User's guide**: version 9. Cary: SAS, 2001. 1 CD-ROM.

STUPIELLO, J. P. Pontas de cana: problema industrial? **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 4, p. 12, 2000.

SULLIVAN, J. T. **Chemical composition of forages with reference to the needs of the grazing animal**. Washington: ARS Bull, 1969.

TABACCO, E. et al. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 107, n. 5, p. 1632-1641, Nov. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEIXEIRA, C. B. et al. Determinants of degradability among sugarcane (*Sccharum spp*) clones in the bovine rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 288-290, 2007. Supplement.

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

THIAGO, R. D. R. T. **Avaliação nutricional da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal**. 2009. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

VALENTE, M. C. et al. Efeito da presença ou ausência de componentes não-colmo e do tempo de estocagem sobre as perdas de massa e concentração de açúcares em cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012. 1 CD-ROM.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: O e B Books, 1982.

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**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

WILKINSON, J. M. Losses in the conservation and utilization of grass and forage crops. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 98, n. 2, p. 365-375, July 1981.