



Universidade Federal do Maranhão – UFMA  
Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**POTENCIAL FORRAGEIRO E PERDAS DE N NA CULTURA  
CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA E MINERAL**

TAISE BORGES FACUNDES SILVA

Chapadinha

2018

TAISE BORGES FACUNDES SILVA

**POTENCIAL FORRAGEIRO E PERDAS DE N NA CULTURA  
CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA E MINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciência Animal da  
Universidade Federal do Maranhão, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Profa. Dra. Francirose Shigaki

Chapadinha

2018

TAISE BORGES FACUNDES SILVA

**POTENCIAL FORRAGEIRO E PERDAS DE N NA CULTURA  
CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA E MINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em     /     /

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Francirose Shigaki  
Universidade Federal do Maranhão  
Orientadora

---

Profa. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profa. Dra. Ana Paula de Jesus Ribeiro  
Universidade Federal do Maranhão

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

BORGES FACUNDES SILVA, TAISE.

POTENCIAL FORRAGEIRO E PERDAS DE N NA CULTURA DA CANA-  
DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL / TAISE  
BORGES FACUNDES SILVA. - 2018.

47 f.

Orientador(a): FRANCIROSE SHIGAKI.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal (25.06)/ccaa, Universidade Federal do  
Maranhão, CHAPADINHA, 2018.

1. Cama de frango. 2. Composição química. 3. Dejeito  
suíno. 4. Saccharum officinarum. I. SHIGAKI, FRANCIROSE.  
II. Título.

*“À Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia; ao meu pai, minha mãe, aos meus irmãos e ao meu amor.”*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTO

À Deus.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realizar este trabalho.

A minha orientadora, Francirose Shigaki, pelo ensinamento e paciência.

Aos meus pais, Rosália Borges Facundes Silva e Francisco das Chagas Silva, por serem verdadeiros guerreiros e sempre terem apoiado os filhos nos estudos e a seguirem o caminho do bem.

Aos meus irmãos, Tiago Borges e Duílio Borges, que sempre me apoiaram.

Ao meu namorado Weleudem Matias, pela paciência, apoio e carinho de sempre.

As companheiras e amigas Ludhanna Veras e Bárbara Amaral, as quais tive a oportunidade de dividir as tarefas diárias e tornaram-se grandes amigas.

A todos os companheiros do Proagros: Elane, André e Gabi, sem vocês esse trabalho não se concretizaria.

A professora Rosane que me acolheu como orientadora no primeiro ano de curso, muito obrigada.

Ao professor Miguel Arcanjo que sempre esteve à disposição para tirar dúvidas e colaborar com a execução desse trabalho.

Aos profissionais da limpeza pela preocupação e disposição em deixar nosso ambiente de trabalho sempre limpo e organizado.

Ao professor Zinaldo e Renan por disponibilizar os animais pra realização de parte desse trabalho.

Aos professores do Programa pelo conhecimento transmitido para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação, pela amizade e carinho.

A FAPEMA pela oportunidade de bolsa e incentivo à pesquisa científica.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização do meu aprimoramento pessoal e profissional.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 <i>Cana-de-açúcar como recurso forrageiro</i> .....	3
2.2 <i>Produtividade e composição química da cana-de-açúcar</i> .....	4
2.3 <i>Uso de Adubos orgânico para mitigação das perdas de N por volatilização</i> .....	6
2.3.1 <i>Nitrogênio no sistema solo-planta</i> .....	6
2.3.2 <i>Fonte mineral de N: ureia</i> .....	7
2.3.3 <i>Fonte orgânica de N: dejetos suíno</i> .....	8
2.3.4 <i>Fonte orgânica de N: cama de aves</i> .....	9
3. OBJETIVOS .....	9
3.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4.1 <i>Descrição da área experimental</i> .....	10
4.2 <i>Instalação e condução do experimento</i> .....	10
4.3 <i>Instalação e condução do experimento para coleta de N-NH<sub>3</sub></i> .....	11
4.4 <i>Análises químico-nutricionais e degradação potencial da MS</i> .....	13
4.4 <i>Delineamento experimental e Análise estatística</i> .....	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
5.1 <i>Produtividade e parâmetros químico-nutricionais</i> .....	15
5.2 <i>Degradação potencial da MS</i> .....	23
5.3 <i>Perdas de N por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>)</i> .....	24
6 CONCLUSÕES .....	29
REFERÊNCIAS .....	30

## LISTA DE TABELA

Tabela 1. Análise química dos adubos orgânicos.....	11
Tabela 2. Produtividade, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Brix e relação FDN/Brix de variedades de cana-de-açúcar em função de fontes de adubação orgânica e mineral.....	17
Tabela 3. Degradação potencial da MS (%) de três variedades de cana-de-açúcar em função de fontes diferentes de adubação nitrogenada.....	24
Tabela 4. Comparação de médias de volatilização de NH <sub>3</sub> horas após a aplicação dos tratamentos, a partir de médias transformadas [ln <sub>gama</sub> (x)] para variedade RB 92579 .....	25



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura e precipitações durante o ciclo da cultura; Temperatura e precipitações durante as coletas de N-NH <sub>3</sub> (mês de janeiro) (INMET).....	10
Figura 2. Esquema da câmara coletora SALE (Shigaki & Dell, 2015).....	12
Figura 3. Volatilização de NH <sub>3</sub> horas após aplicação dos tratamentos para variedade RB92579. ....	25
Figura 4. Perdas acumuladas de NH <sub>3</sub> (kg ha <sup>-1</sup> ) em função das fontes de N aplicadas.....	27

## LISTA DE ABREVIACOES

CF	CAMA DE FRANGO
DS	DEJETO SUÍNO
FDN	FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
FDA	FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO
MS	MATERIA SECA
PB	PROTEINA BRUTA
TEST	TESTEMUNHA
URE	UREIA
DEGMS	DEGRADABILIDADE DA MATERIA SECA

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da adubação orgânica na mitigação da volatilização de N-NH<sub>3</sub>, e no incremento da composição química e rendimento de forragem de cana-de-açúcar. As variedades utilizadas foram: RB 92579, RB 867515 e RB 863129 com aplicação das fontes nitrogenadas: ureia, cama de frango, dejetos suíno (na dose de 100 kg N ha<sup>-1</sup>). Para análise de produtividade e demais parâmetros foram feitas coletas de material vegetal em cada tratamento. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Brix e relação FDN/Brix. Utilizou-se uma vaca fistulada para determinação da degradabilidade *in situ*, e posteriormente, degradação potencial da MS, com períodos de incubação de 6; 24 e 72 horas (h). Para a quantificação das perdas de N por volatilização foram instaladas câmaras coletoras do tipo SALE, e para essa avaliação foi selecionada apenas a variedade RB 92579, por esta apresentar maior produtividade, menor teor de FDN e maior degradação potencial da MS. Os sistemas absorvedores de N-NH<sub>3</sub> foram substituídos em diferentes intervalos de tempo, sendo estes: 24, 48, 72, 96, 144, 216 e 360 h após a adubação nitrogenada. Não houve interação (P>0,05) entre fontes de adubação nitrogenada e variedades para a produtividade de colmos e teor de Brix. Houve efeito da variedade para MS, onde a RB 863129, obteve maior teor. Houve interação entre variedade e tratamento para PB (P<0,05), onde o dejetos suíno concentrou maior teor de PB na variedade RB 92579. A interação foi significativa para FDN, onde a RB 863129 obteve maior teor de fibra para os tratamentos controle, ureia e cama de frango. A degradação potencial da MS apresentou efeito (P<0,05) para a variedade, fonte e tempo, onde a variedade RB 92579 e os tratamentos ureia e cama de frango apresentaram maior degradação potencial da MS, às 72hs de incubação. Maiores perdas de N-NH<sub>3</sub> foram obtidas pelos tratamentos com ureia e cama de frango, observando maior intensidade de perdas nas primeiras 48 h após a adubação. Não houve diferença nas perdas de N para os tratamentos com dejetos suíno e controle (P>0,05). O manejo de adubos orgânicos teve efeitos similares à adubação mineral nos atributos químico-nutricionais da cana-de-açúcar, podendo vir a substituir a adubação mineral. A utilização de fertilizantes orgânicos apresentaram menores perdas de N-NH<sub>3</sub> no processo de volatilização quando comparados com a fonte mineral de N. De maneira geral a variedade RB 92579 atendeu melhor aos critérios para alimentação animal.

**Palavras-chave:** cama de frango, composição química, dejetos suíno, *Saccharum officinarum*

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of organic fertilization on the mitigation of N-NH<sub>3</sub> volatilization, and on the increase of chemical composition and yield of sugarcane forage. The varieties used were RB 92579, RB 867515 and RB 863129 fertilized with application of nitrogen sources: urea, chicken litter, swine waste (in the dose of 100 kg N ha<sup>-1</sup>). For the analysis of productivity and other parameters were collected plant material in each treatment. The dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), Brix and NDF/Brix ratios were determined. A fistulated wave was used to determine the in situ degradability and, subsequently, the potential degradation of the DM, with incubation periods of 6; 24 and 72 hours (h). For the quantification of losses of N by volatilization, collecting chambers of the SALE type were installed, and for this evaluation only the variety RB 92579 was selected, since it presented higher productivity, lower NDF content and greater potential degradation of DM. The N-NH<sub>3</sub> absorption systems were replaced at different time intervals: 24, 48, 72, 96, 144, 216 and 360h after nitrogen fertilization. There was no interaction (P > 0.05) between sources of nitrogen fertilization and varieties for shoot yield and Brix content. There was effect of the variety for MS, where RB 863129, obtained higher content. There was interaction between variety and treatment for PB (P < 0.05), where the swine manure concentrated a higher CP content in the variety RB 92579. The interaction was significant for NDF, where RB 863129 obtained higher fiber content for control, urea and chicken bed treatments. The potential degradability of the DM showed an effect (P < 0.05) for the variety, source and time, where the variety RB 92579 and the urea and chicken litter treatments presented greater potential degradation of the DM at 72 hours of incubation. Higher losses of N-NH<sub>3</sub> were obtained by treatments with urea and chicken litter, observing greater loss intensity until 48 h after fertilization. There was no difference in N losses for treatments with swine and control (P > 0.05). The management of organic fertilizers had similar effects to the mineral fertilization in the chemical-nutritional attributes of sugarcane, and could replace the mineral fertilization. The use of organic fertilizers presented lower losses of N-NH<sub>3</sub> in the volatilization process when compared to the mineral source of N. In general, the variety RB 92579 met the criteria for animal feed better.

**Key words:** chemical composition, chicken bed, swine manure, *Saccharum officinarum*

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes entraves da cadeia produtiva de ruminantes à pasto é a baixa oferta de volumosos durante o período seco. Contudo, para modificar ou minimizar essa situação desfavorável, deve-se administrar adequadamente o sistema de produção, com a utilização de forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas e que supram as exigências nutricionais dos animais (Costa et al., 2017). Dentre as forrageiras adaptadas para região do Baixo Parnaíba Maranhense, destaca-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), que possui potencial forrageiro com elevada produção de matéria seca por hectare.

A cana-de-açúcar quando comparada a outras fontes de forragens, apresenta-se como alternativa economicamente viável na maioria das simulações de custo de produção, com características e coeficientes de desempenho animal tão suficientes quanto qualquer outra fonte de alimento volumoso tradicional, desde que, seja contornada suas limitações nutricionais com adaptações apropriadas nas dietas, como a inclusão da ureia como fonte de N não-proteico (Siqueira et al., 2012).

Diante da diversidade de variedades de cana-de-açúcar disponíveis na indústria, a escolha mais adequada para fins forrageiros deve ser fundamentada na produtividade do canavial e nas oscilações químico-nutricionais. Os critérios mais importantes para a seleção são: a produção de matéria seca por hectare e o teor de açúcar e o baixo teor de fibra (FDN).

O custo da produção agrícola no Brasil é bastante elevado, sendo influenciado pela oscilação dos preços, principalmente, dos adubos nitrogenados. A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado nas lavouras de cana-de-açúcar, em virtude de seu baixo custo por quilograma de N, proporcional à elevada concentração do nutriente, comparada a outras fontes de N (Tasca et al., 2011). Porém, sofre o efeito da volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ), um processo de hidrólise pela enzima urease presente no solo e na palhada, este é o principal fator responsável pela baixa eficiência desta fonte e pelo seu efeito poluidor (Cantarella et al., 1999; EMBRAPA, 2010).

Considerando-se o efeito poluidor da maioria dos dejetos animais no solo e lençol freático a partir do descarte inadequado, seu evidente potencial fertilizante e o fato dos fertilizantes industriais utilizados na agricultura possuírem oferta limitante e custos crescentes, torna-se cada vez mais importante o conhecimento e adoção de tecnologias para o uso mais eficaz desses dejetos como fonte alternativa de nitrogênio e outros minerais.

O manejo adequado e a inclusão de alternativas para o aproveitamento de fontes nitrogenadas orgânicas pode trazer uma grande contribuição para a sustentabilidade do agroecossistema da região, além de diminuir o custo do produtor. Dessa forma, a otimização de tecnologias de fertilização com N mineral e orgânico com efeito no aumento da produtividade, potencial nutritivo e redução da volatilização de amônia, para da cana-de-açúcar com fins forrageiro, faz-se necessário.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Cana-de-açúcar como recurso forrageiro*

A cana-de-açúcar tem sido uma importante ferramenta como recurso forrageiro na estação seca do ano, por apresentar elevado potencial de produção de matéria seca por hectare, rusticidade e elevado teor de carboidratos solúveis. Entretanto, ainda é pouco elucidada a definição de variedades com manejo diferente do industrial, que sejam mais apropriadas à produção de forragem (Giacomini, et al., 2014).

A cana de açúcar é atualmente uma das principais culturas da economia brasileira. Na safra 2016/2017, a proporção destinada à indústria ocupou 9,2 milhões de hectares e produziu 657,2 milhões de toneladas, com produtividade média nacional de 72,623 t ha<sup>-1</sup> e no estado do Maranhão de 60,921 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017). Estima-se que apenas 10% da produção nacional seja destinada à produção animal (Nussio et al., 2005; Landell et al., 2002). A bovinocultura de leite brasileira utiliza cultivares industrial de cana-de-açúcar como recurso forrageiro, recomendando-a, principalmente no período de baixa disponibilidade de pastagem (TEIXEIRA, 2004).

A máxima produtividade da cana-de-açúcar é atingida no período de estiagem, época em que a produção de pastagem diminui, e o máximo ponto de maturação é atingido, proporcionado pela diluição dos constituintes da parede celular, mantendo os valores nutritivos da cultura (KLEIN, 2010). Além disso, possui um baixo custo por unidade de matéria seca produzida, apresenta flexibilidade quanto às épocas de plantio e de corte, o que facilita o gerenciamento da atividade, podendo ser uma das fontes de energia de menor custo tanto para rebanhos de pequena, quanto de média e alta produtividade (OLIVEIRA, 2007).

Uma alternativa para a obtenção da cana-de-açúcar dentro do ponto ótimo de maturação é o plantio de duas ou mais variedades com ciclos de maturação diferentes. Essa estratégia minimiza perdas na qualidade da forragem pelo corte antes do ponto de maturação, sendo aproveitado a capacidade de auto-armazenamento da cultura e favorecendo o fornecimento de forragem por período de longo tempo (KLEIN, 2010).

Os resultados já obtidos quanto à seleção de variedades para fins forrageiros mostram que, a cana-de-açúcar apresenta variações nutricionais, o que torna essencial sua caracterização (Giacomini et al., 2014; Freitas et al., 2006). Um bom parâmetro a ser considerado, na escolha de cultivares, é a produção de matéria seca digestível por hectare, pois tal parâmetro considera aspectos quantitativos e qualitativos. Bonomo et al. (2009), observou-se que a relação entre

produção de matéria digestível/hectare está mais relacionada à produção de matéria seca). Rodrigues et al. (1997) citaram que o teor de sólidos solúveis também é o fator principal na escolha de uma cultivar de cana-de-açúcar para fins forrageiro, por constituir importante fonte de energia para os animais.

Na seleção de variedade para a indústria, pouca importância é dada à qualidade da fibra do tecido da planta (Freitas et al., 2006; Pereira et al., 2001). A referida fração dos carboidratos totais é indisponível no rúmen e nos demais compartimentos do trato digestório dos ruminantes (Fernandes et al., 2003), estando relacionada ao consumo voluntário de alimentos e à disponibilidade de energia dietética (DETMANN, 2010).

Outra característica relevante na definição da qualidade da cana-de-açúcar como forrageira é a porcentagem de folhas e de colmos na planta, visto que ao contrário de outras gramíneas tropicais, a cana-de-açúcar apresenta teor de FDN maior nas folhas que no colmo (Rodrigues et al., 1997).

A experimentação agrônômica com a cana-de-açúcar quando destinada ao setor sucroalcooleiro, é uma linha de pesquisa bastante explorada, entretanto, há um déficit em estudos voltados para o seu uso na alimentação de ruminantes. Dessa forma, ainda devem-se seguir as recomendações de plantio, manejo, adubação, controle de pragas e doenças conforme as idealizadas para produção de açúcar e etanol (Siqueira et al., 2012).

Para o sucesso da inclusão da cana como recurso forrageiro, faz-se necessária a avaliação das características relacionadas à escolha da variedade, o manejo agrônômico, a colheita e manejo alimentar não podem ser negligenciados pelos produtores (Siqueira et al., 2012). As variedades RB 92579, RB 867515 e RB 863129 apresentam características como alta brotação, alto perfilhamento em cana-planta e soca, proporcionam um bom fechamento de entrelinhas, alta produtividade agrícola, teor de sacarose alto e médio teor de fibra. A RB 92579 não apresenta restrição ao ambiente de produção, e é resistente a ferrugem nas folhas. A RB 867515 pode ser direcionada para locais de baixa fertilidade do solo. Já a RB 863129 é considerada uma variedade tolerante à seca (Simões Neto et al., 2005). Estas possuem características desejáveis para a inclusão dessas variedades na suplementação de ruminantes durante a seca.

## *2.2 Produtividade e composição química da cana-de-açúcar*

A produtividade de variedades de cana-de-açúcar é uma variável sensível às condições ambientais e ao manejo, portanto a escolha de uma variedade para alimentação deve ser



selecionada com informações sobre a sua produção e rendimento na área a ser cultivada. Em termos de qualidade nutritiva, variedades cultivadas para a produção de açúcar são as melhores para fins de alimentação de ruminantes, pelo fato da sacarose ser um importante nutriente de elevada solubilidade ruminal. No entanto, para a produção de açúcar, um elevado teor de fibras pode ser aceitável, mas menos desejável para alimentação animal, pois a fibra da cana é pouco digerível (GOODING, 1982).

O valor nutricional da cana como alimento animal está diretamente correlacionado com o seu elevado teor de açúcar (40% a 50% de açúcares na matéria seca), com a baixa porcentagem de FDN (a qual varia de 40 a 50%), quando colhida no momento adequado, visto que seu teor de proteína é extremamente baixo (valor médio de 3,8%), resultando em um alimento nutricionalmente desbalanceado, e em função do alto teor de carboidratos solúveis, a cana é classificada como um volumoso de média qualidade (EMBRAPA, 2002).

A composição química média da cana-de-açúcar é de 26% a 34% de MS; de 2,5% a 3,8% de PB; de 40 a 50% de FDN; de 28,3 a 41,5% de FDA; e de 56% a 63% de NDT (MEIRELES, 2009). Diante disso, a variedade mais adequada para a alimentação animal, segundo Silva et al. (2007) deve apresentar baixo teor de FDN (abaixo de 41,5% na MS), relação FDN/Brix inferior ou igual a 2,7 e proporção de colmos superior a 80% da planta, com elevado teor de sacarose.

A composição química da cana-de-açúcar está diretamente interligada com a proporção de parte aérea, com estágio de maturação e época de corte, onde, a folha contém proporcionalmente maior teor de FDN que o colmo. Assim sendo, as variedades de cana ideais para a alimentação animal devem apresentar maior proporção de colmo em detrimento a parte aérea (Pádua et al., 2012).

As principais limitações quanto ao uso da cana na alimentação animal é o baixo teor de proteína aliado à baixa digestibilidade da fibra. Na comparação da cana com outras forrageiras, o que primeiro precisa ser elucidado é a necessidade de ajuste das dietas, para que haja uma comparação justa e adequada (Siqueira et al., 2012). Existem técnicas eficientes e de baixo custo para melhorar esses teores, como exemplo, a utilização de ureia (fonte de nitrogênio não proteico), compensando assim a deficiência da cultura em PB (Ezequiel et al., 2015).

A deficiência de proteína da cana-de-açúcar pode constituir-se de uma grande vantagem, pois caso a melhoria qualitativa da forrageira fosse baseada no aumento do teor proteico, provavelmente esta perderia sua principal vantagem, que é a produtividade de matéria seca (Giacomini et al., 2014). É negligenciada a capacidade de conversão de nitrogênio em

elevada produção de biomassa por unidade de área, comparado a cultura do milho, como observado nos trabalhos de Siqueira et al. (2012); Janssen (2009) e Vitti et al. (2007).

A cana oferece uma quantidade significativa de carboidratos não-fibrosos (CNF), estes são fermentados no rúmen e são facilmente digeridos pelo animal, enriquecendo o valor energético da mesma na dieta de ruminantes (Pádua et al., 2012; Voltolini et al., 2012).

A fração fibrosa da cana-de-açúcar apresenta baixa digestibilidade, tornando-se altamente limitante na ingestão de matéria seca pelos animais, uma vez que o conteúdo ruminal de FDN tem sido considerado o componente mais associado com as propriedades de enchimento da digesta ruminal, por ser o componente que possui menor taxa de desaparecimento no trato digestório, quer seja pela lenta degradação da fração nutricional ou pela lenta redução do tamanho de partícula, o que atrasa seu escape do compartimento (VAN SOEST, 1994).

De acordo com Gooding (1982), quanto menor a relação FDN/açúcares mais energia o animal irá consumir, sendo, por esse motivo, característica importante a ser avaliada na cana-de-açúcar, pois alto conteúdo de FDN limita em determinado grau a ingestão de matéria seca.

Diante disso, Klein (2010) concluiu que a produção de matéria seca também é um critério importante para definir o potencial economicamente viável de uma variedade de cana-de-açúcar a ser indicada, uma vez que proporciona maior consumo de nutrientes pelos animais.

### *2.3 Uso de Adubos orgânico para mitigação das perdas de N por volatilização*

#### *2.3.1 Nitrogênio no sistema solo-planta*

A cultura da cana-de-açúcar, se bem manejada nutricionalmente através da fertilização, é capaz de expressar todo o potencial produtivo de forma ambientalmente sustentável e economicamente viável (Shuttz et al., 2015).

O nitrogênio é o nutriente essencial às plantas, é o macronutriente absorvido em maior quantidade, sendo absorvido por fluxo de massa e via interceptação radicular, essencialmente nas formas  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  (Malavolta et al., 1997, citado por Shuttz et al., 2015). É considerado de difícil manejo nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em função do grande número de reações que ocorrem com esse elemento no solo e da rapidez de algumas dessas transformações. Além disso, o N pode sair do sistema solo-planta por vários mecanismos de perdas, principalmente por lixiviação de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ) que, normalmente, são as maiores responsáveis pela baixa eficiência de utilização dos fertilizantes nitrogenados aplicados ao solo (Trivelin et al., 2002; Costa et al., 2003).

A grande importância do N para a cana-de-açúcar está associada ao fato de ser uma planta de metabolismo fotossintético do tipo C4, caracterizada por altas taxas de fotossíntese líquida e eficiência na utilização do nitrogênio e da energia solar, sendo altamente eficiente na produção de fotoassimilados (MAEDA, 2009).

O N constitui 1% da matéria seca da cultura, no entanto, suas funções são primordiais para o bom desempenho e desenvolvimento da planta, pelo fato que, este elemento que é integrante obrigatório dos ácidos nucléicos e proteínas, e parte essencial da molécula de clorofila das plantas (CARNAÚBA, 1990).

A deficiência de N na planta pode causar decréscimo no teor de umidade da planta, diminuição da qualidade do caldo, aumento do teor de fibra, redução da concentração de sacarose nos colmos, aumento do acúmulo de sacarose nas folhas e eleva a relação folha/colmo (CARNAÚBA, 1990). Isso pode tornar a cana-de-açúcar indigerível pelo animal, principalmente em função da elevada capacidade de repleção da fibra, a qual influencia diretamente o consumo voluntário, resultando na redução da taxa de passagem e aumento da retenção total (Magalhães et al., 2006).

### *2.3.2 Fonte mineral de N: ureia*

A ureia [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] é o fertilizante mais usado na agricultura brasileira, caracterizada como fertilizante sólido granulado com concentração de 45% de N na forma amídica. A ureia apresenta diversas vantagens em relação a outros fertilizantes nitrogenados, como elevada concentração de N por unidade do produto, além do menor custo com fabricação, transporte, armazenagem e aplicação, elevada solubilidade, baixa corrosividade e facilidade de mistura com outras fontes (CANTARELLA; MARCELINO, 2007). Porém, apresenta alta higroscopicidade e é a fonte que apresenta maior potencial de perda de nitrogênio por volatilização (Melgar et al., 1999).

O N advindo de fertilizantes minerais, como a ureia, pode ser perdido e, eventualmente, converter-se em poluentes ambientais, tornando-se fonte de contaminação dos solos e rios por nitrato e amônio ou ser emitido para atmosfera na forma de óxido nitroso contribuindo para a formação de gases de efeito estufa (GEE).

Na escolha do fertilizante nitrogenado deve-se levar em consideração seu custo e precisão dos resultados obtidas na cana-de-açúcar. Como isso, é essencial a aplicação de práticas agrícolas e a busca por fontes alternativas que visam ao melhor rendimento no uso do N pela cultura. Outro aspecto importante a ser observado é a dependência do Brasil pela

importação do N, em contrapartida há uma grande disponibilidade de dejetos animais disponíveis e dispensados no meio ambiente sem nenhum conhecimento prévio do seu potencial fertilizante (Franco et al., 2008).

### *2.3.3 Fonte orgânica de N: dejetos suíno*

Basso et al. (2004) cita que o nitrogênio é um dos nutrientes encontrados em maior proporção no dejetos líquido de suínos, e cerca de 50% desse N encontra-se na forma mineral, isto é, prontamente disponível para ser utilizado pelas plantas, e, o uso de menores doses de dejetos líquido de suíno minimizam as perdas de N por volatilização de amônia.

Os dejetos de suínos compõem-se de baixa quantidade de celulose, predominando material de conteúdo celular que não foi aproveitado na digestão ou não sofreu o ataque das enzimas animal. Sua principal composição é de natureza amilácea e protéica, fazendo com que haja uma maior atração de insetos e microrganismos. Sendo assim, considera-se um material de rápida decomposição e a disponibilização de nutrientes no solo acontece em pouco tempo, proporcionando efeito rápido sobre os vegetais (KHATOUNIAN, 2001). Diante disso, a aplicação de dejetos de suíno é uma maneira de ciclagem e disponibilidade de nutrientes aos vegetais, com menor efeito poluidor do meio ambiente (Ceretta et al., 2005).

Muitos benefícios podem ser notados com a utilização destes adubos, onde há incremento nos teores de fósforo (P) e potássio (K) no solo, além de incremento na produtividade de massa seca e proteína bruta (Silva et al., 2012). O N presente no dejetos suíno, caracteriza-se por 40 a 70% N-amoniaco, presente principalmente na urina. Os dejetos adicionam N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, evidenciando o potencial deste material orgânico no fornecimento de N às culturas logo após a sua aplicação no solo (GIACOMINI; AITA, 2008).

Giacomini e Aita (2008) quando compararam o uso de cama sobreposta, utilizadas nas baias dos animais, com dejetos líquidos de suíno concluíram que o uso de dejetos diminuíram as perdas de NH<sub>3</sub> por volatilização, tais resultados se deve ao fato de que os dejetos líquidos adicionaram três vezes mais N-NH<sub>4</sub> ao solo do que a cama sobreposta, evidenciando o potencial deste material orgânico no fornecimento de N às culturas logo após a sua aplicação no solo. O mesmo autor observou que, a aplicação da cama sobreposta e dos dejetos líquidos de suínos promoveu maior acúmulo de MS e N na parte aérea do milho e produtividade de grãos, em relação ao tratamento controle.

#### 2.3.4 Fonte orgânica de N: cama de aves

Os benefícios do esterco de aves assemelham-se aos da ureia, devido à rápida resposta e normalmente, apresenta altos teores de nutrientes (SOUZA, 2007). A decomposição de resíduos orgânicos pode levar até três anos, se o mesmo for adicionado diretamente no solo sem passar pela compostagem, podendo sofrer maiores perdas para o ar quanto ao nitrogênio (SILVA, 2008). Entretanto, Valadão et al. (2011) mencionam que a cama de frango não compostada proporciona elevação nos teores de N total no solo.

A utilização de cama de frango favorece o aumento da disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo por equilibrar os processos de imobilização e mineralização, aumentando a eficiência por parte das plantas no uso dos nutrientes disponibilizados (Silva et al., 2004). Segundo Mello e Vitti (2002), a relação C/N da cama de frango favorece a rápida mineralização do N e sua disponibilização às plantas.

Nas fontes orgânicas o N que se encontra na forma solúvel, principalmente, como  $\text{NH}_4^+$  e ácido úrico, estando susceptível à volatilização na forma de amônia, como nos fertilizantes amídicos, tanto nos locais de armazenamento dos dejetos como após a aplicação dos mesmos ao solo (Scherer et al., 1996). Este, por sua vez, pode adsorver-se às cargas negativas do solo, ser nitrificado, imobilizado, ou absorvido pelas plantas.

Diante do exposto, pôde-se observar que uso de adubação orgânica como alternativa da adubação nitrogenada mineral, além de mitigar as perdas de N- $\text{NH}_3$  volatilizado, ainda pode alterar variáveis nutricionais da cultura, tornando-se necessário a pesquisa mais a fundo sobre a alteração dos fatores desejáveis para nutrição animal.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar a produtividade e o valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros, e em contra partida quantificar as perdas de N por volatilização em função de adubação com diferentes fontes nitrogenada.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição da área experimental

O experimento foi realizado em área experimental da Universidade Federal do Maranhão, Campus Chapadinha. Geograficamente, a área localiza-se dentro das seguintes coordenadas: Latitude: 3° 44' 26" Sul, Longitude: 43° 21' 33", numa altitude de 93 m. A temperatura média característica da região é de 27,3°C. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo (Manual de Classificação de Solos da Embrapa, 1997), e apresentou as seguintes características: pH 4,82 em água, 0,81 cmolc dm<sup>-3</sup> Ca, 1,54 cmolc dm<sup>-3</sup> Mg, 0,01 cmolc dm<sup>-3</sup> Na, 0,01 cmolc dm<sup>-3</sup> K; 0,48 cmolc dm<sup>-3</sup> Al, 4,83 cmolc dm<sup>-3</sup> H+Al e 0,54 mg kg<sup>-1</sup> P.

### 4.2 Instalação e condução do experimento

O experimento iniciou-se com a aplicação das fontes nitrogenadas 40 dias após o corte da terceira soca, em novembro de 2016. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações de análise de solo, aplicando-se todas as fontes de N com padronização da dose para 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O por tratamento. As variedades utilizadas no estudo foram: RB92579, RB867515 e RB863129 em quarta soca, colhidas sem queima prévia em agosto de 2017. Os dados de temperatura e precipitação do período experimental foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As maiores precipitações durante o período experimental se concentraram nos meses de fevereiro a maio (Figuras 1).

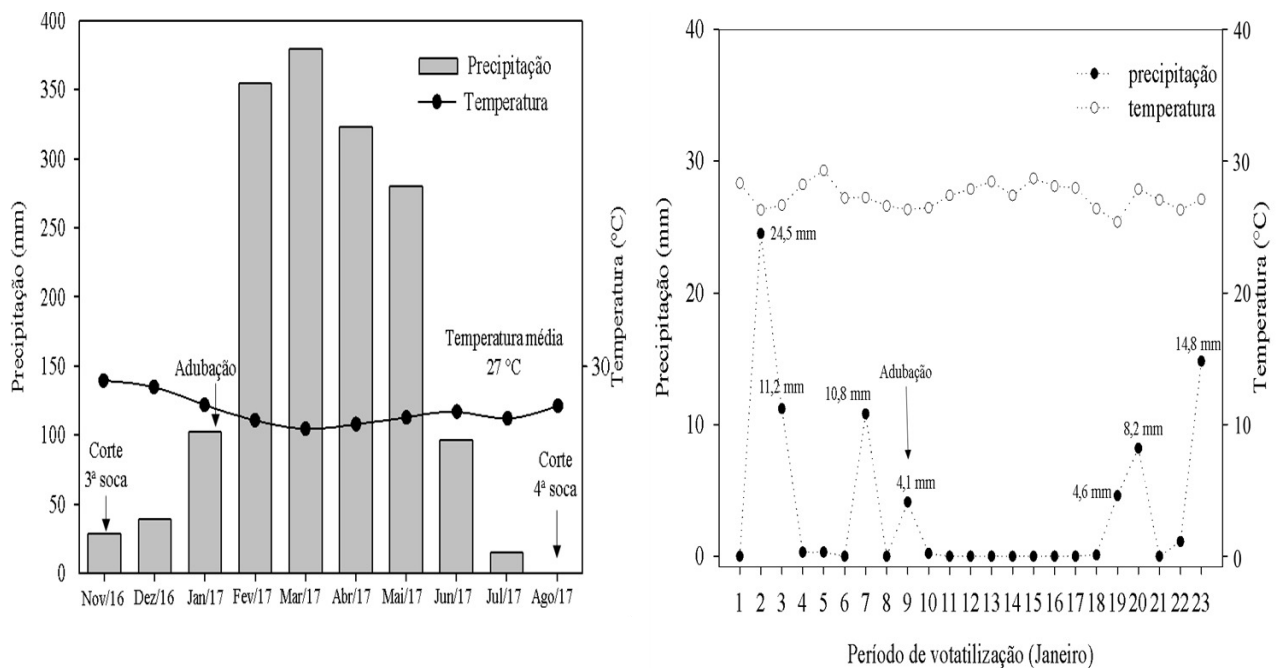


Figura 1. Temperatura e precipitações durante o ciclo da cultura; Temperatura e precipitações durante as coletas de N-NH<sub>3</sub> (mês de janeiro) (INMET).

Os tratamentos foram constituídos de fontes de nitrogênio mineral (ureia) e orgânicas: cama de frango, advinda de uma granja da região; e dejetos suíno, oriunda de uma fazenda com suínos em diversas fases de criação. Também foi estabelecido o tratamento controle (sem aplicação de fontes nitrogenadas). Nos dejetos foram analisados os teores de N, P, K, matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química dos adubos orgânicos utilizados no experimento.

Adbos	MS	MO	N	P	K
	-----%-----		-----g.kg <sup>-1</sup> -----		
Cama de Frango	87,90	49,22	104,30	15,83	19,90
Dejeto suíno	2,79	72,92	16,80	6,64	7,46

O experimento foi dividido em duas etapas: a) na primeira etapa foi realizada a instalação de câmaras coletoras de N-NH<sub>3</sub> no primeiro dia logo após a aplicação dos adubos, para a quantificação da amônia volatilizada, segundo metodologia descrita por Araújo et al. (2009); b) e na segunda etapa, avaliou-se a influência da adubação orgânica na produtividade, composição químico-nutricional e degradabilidade ruminal de variedades de cana-de-açúcar em quarta soca.

### ***4.3 Instalação e condução do experimento para coleta de N-NH<sub>3</sub>***

Logo após a aplicação dos adubos nitrogenados instalaram-se as câmaras coletoras, tipo SALE (câmara semi-aberta livre estática) segundo metodologia descrita por Araújo et al. (2009). Foram instalados três coletores por tratamento (subparcela), estas ficaram a aproximadamente 5 cm do solo, fixadas por arame liso lateralmente em estacas no solo. As câmaras foram confeccionadas a partir de garrafa de plástico transparente de politereftalato de etileno (PET), com capacidade para 2 L e área de 0,008 m<sup>2</sup>. A base da garrafa PET foi removida e posicionada na parte superior, com auxílio de arame galvanizado e do anel da tampa da garrafa (tampa após a remoção da parte superior), que serviu como proteção contra a influência de chuvas. No interior da garrafa PET, foi feito o sistema absorvedor de N-NH<sub>3</sub>, constituído de uma lâmina de espuma de poliuretano (0,017 g cm<sup>-3</sup>) com 3 mm de espessura, 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento, suspensa verticalmente com o auxílio de um fio rígido de 1,5 mm de diâmetro. Em um frasco de plástico com capacidade para 50 mL, suspenso pela extremidade inferior do fio rígido, foram adicionados 10 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M + glicerina 2% (Figura 2). No momento do preparo do sistema absorvedor de N-NH<sub>3</sub>, a lâmina de espuma foi acondicionada dentro do frasco com a solução ácida e, em

seguida, comprimida de forma a absorver a maior parte dessa solução.

A lâmina de espuma permaneceu no frasco fechado até o momento de seu posicionamento no interior da câmara (garrafa PET). Na instalação, a lâmina de espuma foi mantida com a extremidade inferior dentro do frasco de 50 mL, de forma a evitar respingos da solução ácida no substrato, e a outra extremidade da espuma foi presa à parte superior do fio rígido, para mantê-la na posição vertical. Nessa ocasião, o fio rígido com o frasco de 50 mL e a espuma foram introduzidos no corpo do coletor pela base e pendurados na borda superior, suspensos a aproximadamente 2 cm da superfície do solo, segundo o modelo proposto (Figura 2).

As coletas das amostras para quantificação das perdas de  $\text{N-NH}_3$  foram realizadas com a troca da espuma absorvedora as 24, 48, 72, 96, 144, 216, 360 horas após a aplicação dos tratamentos.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análises e Impactos Ambientais e acondicionadas em freezer para posterior determinação dos teores de amônia volatilizada. As espumas trocadas foram lavadas com água destilada até completar um volume de 40 ml de solução. Desse volume, foi retirada uma alíquota de 20 mL para determinação do teor de  $\text{N-NH}_3$  em destilador semi-micro Kjeldahl, conforme Tedesco et al. (1995) e titulação segundo Alves et al. (1994).

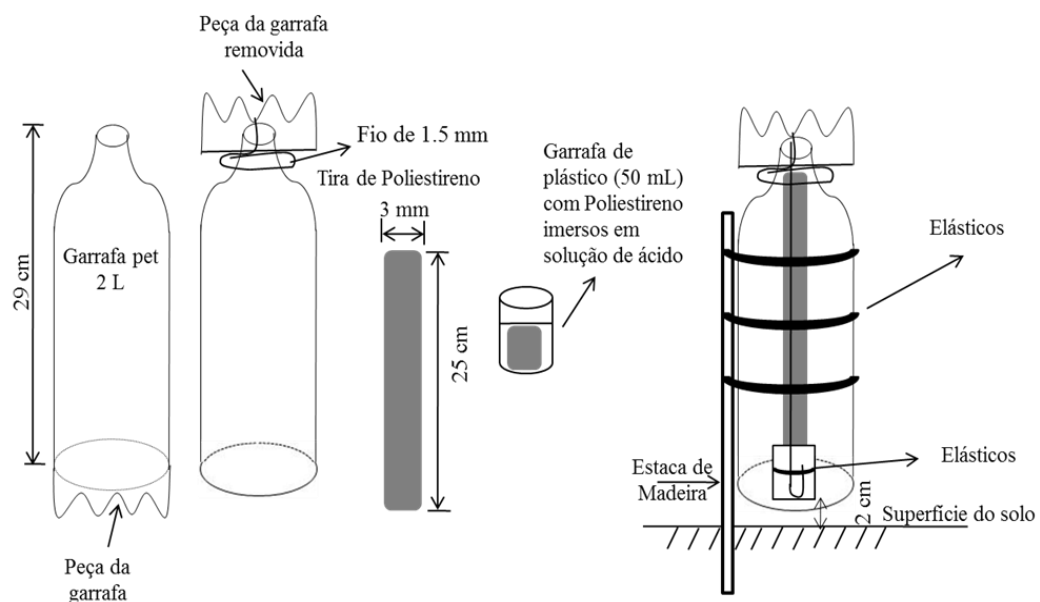


Figura 2. Esquema da câmara coletora SALE (Shigaki & Dell, 2015).



#### ***4.4 Análises químico-nutricionais e degradação potencial da MS***

Realizou-se a análise da produtividade de colmos em uma área útil de 3 m<sup>2</sup> em cada subparcela. Após a avaliação do peso fresco, coletou-se três plantas aleatoriamente por subparcela. O colmo foi separado em cada planta, sendo identificado e pré-secos em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas ou até atingirem peso constante. Posteriormente o material foi moído em moinho tipo Willey para obtenção de partículas de 1,0 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS) e, com base na MS determinou-se a proteína bruta (PB), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas pelo método de Van Soest (1994), descrito e simplificado por Souza et al. (1999).

O teor de Brix (%) da cana-de-açúcar foi mensurado com o auxílio de um refratômetro de campo conforme metodologia do Consecana (2006), onde foram retiradas três plantas por parcela, aleatoriamente, sendo coletadas amostras do caldo do colmo. As gotas de caldos foram extraídas do 4º internódio a partir da base da planta solo e da ponta do último internódio da bainha. Após estas determinações foram calculadas a relação FDN/Brix, proposta por Rodrigues et al. (1997), levando em consideração o teor de fibra em relação ao teor de sólidos solúveis na cana-de-açúcar.

A degradação ruminal foi obtida pela utilização de uma vaca (girolando, 390 kg) fistulada no rúmen conforme metodologia de Tomich e Sampaio (2004), alimentada com cana fresca, milho e farelo de soja. As amostras foram colocadas em sacos de TNT, gramatura 100 (100 g/m<sup>2</sup>) na proporção de 15 a 20 mg de amostra por cm<sup>2</sup> de área de saco (NOCEK, 1988). As amostras foram moídas em peneira de 5 mm. Os saquinhos foram inseridos em um saco maior de malha de poliéster, 20 x 30 cm dotados de cordão para fechamento da boca. Os períodos de incubação de 6; 24 e 72 horas foram adotados (SAMPAIO, 1988), em ordem decrescente de tempo, com remoção simultânea dos sacos de rúmen e sua imersão em água gelada, a fim de interromper o processo de fermentação. Os sacos foram lavados em água corrente concomitantemente. Estes foram então pré-secos estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas para análise subsequente de MS e para posterior determinação da degradabilidade potencial da MS (ØRSKOV; MCDONALD, 1979).

#### ***4.4 Delineamento experimental e Análise estatística***

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo de parcelas subdivididas (3x4x4), sendo as parcelas três variedades de cana-de-açúcar (RB867515, RB 863129 e RB 92579) e as subparcelas, três fontes de adubação (ureia, cama de

frango e dejetos suínos) e o tratamento controle, com quatro repetições. Para degradação potencial da MS, os tratamentos foram repetidos em lotes divididos no tempo, às 6; 24 e 72 horas. Para coleta de amônia volatilizada, em cada subparcela foram instaladas 3 câmaras coletoras de nitrogênio tipo SALE, no total de 12 repetições por tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de diferença significativa, procedeu-se a comparação das médias. Os dados de produtividade de colmo, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Brix e relação FDN/Brix apresentaram normalidade pelo teste de Shapiro Wilk e homocedasticidade pelo teste Cochran.

O teste de média utilizado para a variável produtividade foi o LSD de Fisher, e para as demais variáveis, utilizou-se o teste de Duncan, a 5% de significância, utilizando o software estatístico o Infostat (Version 2012). Para degradação potencial da MS, foi aplicado o teste de Tukey com significância de 5% (SAMPAIO, 2002), usando GLM procedimento de Sistemas de Análise Estatística (SAS, 2002).

Para a variável volatilização, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduo pelo teste de Lilliefors e a homocedasticidade de variância pelo teste de Cochran, até o nível de 5% de probabilidade, estes não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade dos dados. Dessa forma, os dados foram transformados para  $[\ln(\text{gama}(x))]$ , para verificar a significância destes. Procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software estatístico GENES (versão 2015 5.0).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Produtividade e parâmetros químico-nutricionais

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre as fontes de adubação nitrogenada e as variedades para a produtividade de colmos (Tabela 2), evidenciando o mesmo efeito, independente do fertilizante utilizado. Houve diferença significativa entre as variedades para o tratamento controle ( $P<0,05$ ), onde a variedade RB 92579 apresentou-se superior ( $P<0,05$ ), comparada à variedade RB 863129, e não diferiu da variedade RB 867515 ( $P>0,05$ ) (Tabela 2). Esse resultado já era esperado em função das condições climáticas propícias e disponibilidade de minerais proveniente dos adubos aplicados (Figura 1). Entretanto, o uso de variedades adaptadas à região de seca e a baixa fertilidade do solo, como as utilizadas nesse estudo, são importantes para a boa resposta produtiva em quarta soca. No presente estudo, embora não tenha sido mensurado o acréscimo de nutrientes no solo provindos da adubação orgânica, segundo a análise exposta na Tabela 1, pode-se inferir que há contribuição não só do N, mas também de outros nutrientes, dentre eles o fósforo e potássio, estes, foram suficientes para atender a demanda da produção de cana-de-açúcar.

Resultados semelhantes foram observados por Anjos et al. (2007), ao testarem o uso da cama de aves, esterco de curral e adubação mineral em duas variedades de cana-de-açúcar, não obtiveram efeito significativo das fontes utilizadas na produtividade de colmo. Arruda et al. (2014) e Silva (2005), observaram que a produtividade das pastagens *P. purpureum cv Napier* e *Brachiaria decumbens* (período das águas), foram semelhantes com aplicação de cama de frango e adubação mineral, evidenciando o mesmo efeito independente da forma de aplicação.

A reposta na produtividade pode ser atribuída juntamente com a resposta à adubação, as condições ambientais durante o período experimental, as quais foram determinantes para a expressão da capacidade de perfilhamento das variedades, sendo a média de temperatura durante o período experimental de 29°C, e a média de precipitação de 150 mm nos primeiros 180 dias do ciclo da cultura (Figura 1), período onde ocorre maior perfilhamento, e conseqüentemente, se tem maior necessidade de disponibilidade hídrica e de temperaturas favoráveis.

De maneira geral, os resultados com valores mais baixos de produtividade de colmos foram obtidos pela variedade RB 863129, não sendo observado efeito interativo ( $P>0,05$ ) entre as fontes de adubação nitrogenada. Deve-se levar em consideração, que as melhores

produtividades na cultura são alcançadas nas safras que se sucedem ao plantio, quando deverá ser recomendada fertilização que supra as exigências nutricionais, uma vez que, nos demais anos, além das soqueiras, surgem ou se agravam problemas relacionados ao nível nutricional, pragas e doenças (Vitti et al., 2007).

Os maiores valores de produtividade foram observados para a variedade RB 92579, e as melhores fontes de adubação foram ureia e cama de frango, e estes, obtiveram rendimento superior à média nacional de 72,6 t colmos ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017). Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro et al. (2016) e Guimarães (2015) utilizando diferentes doses de cama de aves, os quais observaram efeito significativo da produtividade em relação ao controle. Menezes et al. (2009) afirmaram que a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de frango é eficiente na produtividade de diferentes forrageiras.

Em seu trabalho, Lana et al. (2010), com doses diferentes de cama de frango e adubação mineral em pastagem, observaram que, a produtividade nos tratamentos com aplicação de cama de frango nas dosagens de 9,0 e 12 t ha<sup>-1</sup>, apresentaram no mínimo uma produção superior em 166% em relação ao tratamento com adubação mineral e de 561% em relação ao controle, entretanto, esse comportamento foi observado no segundo corte. Os mesmos autores acreditam que, em função da aplicação parcelada em dois anos consecutivos, o efeito residual da primeira aplicação contribuiu para a resposta observada no segundo corte. Ao avaliar três doses de dejetos suíno e adubação mineral em pastagem *Brachiaria decumbens*, Silva et al. (2015), observou que as diferenças observadas devem-se, provavelmente, à maior mineralização da matéria orgânica presente no dejetos suíno.

Ferguson et al. (2005), observaram que ao longo de 10 anos, a adubação com esterco de bovino conseguiu não só manter a produtividade como também elevá-la. Esses resultados estão relacionados aos efeitos da matéria orgânica adicionada ao solo, que apresenta resultados imediatos e residuais por meio de um processo lento de decomposição e liberação de nutrientes (VIANA; VASCONCELOS, 2008). Diante disso, o efeito da adubação orgânica na produtividade da cana-de-açúcar pode se tornar mais expressivo ao longo do uso consecutivo dessas fontes.

Tabela 2. Produtividade, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Brix e relação FDN/Brix de variedades de cana-de-açúcar em função de fontes de adubação orgânica e mineral.

Variável	Variedades	Fontes de adubação nitrogenada (100 N kg ha <sup>-1</sup> )				Geral	CV <sup>(3)</sup> (%)	P>F <sup>(4)</sup>		
		Test	Ureia	CF	DS			Variedade	Fonte	Var. x fonte
Produtividade <sup>(1)</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	RB 92579	101,4 <sup>aA</sup>	110,5 <sup>aA</sup>	106,0 <sup>aA</sup>	90,8 <sup>aA</sup>	102,2 <sup>A</sup>	36,48	0,0636	0,4571	0,7205
	RB 867515	69,0 <sup>aA</sup>	72,9 <sup>aA</sup>	82,2 <sup>aA</sup>	89,7 <sup>aA</sup>	78,5 <sup>AB</sup>				
	RB 863129	52,0 <sup>aB</sup>	86,3 <sup>aA</sup>	85,7 <sup>aA</sup>	57,2 <sup>aA</sup>	70,3 <sup>B</sup>				
	Geral	74,1 <sup>a</sup>	89,9 <sup>a</sup>	91,3 <sup>a</sup>	79,2 <sup>a</sup>					
MS (%) <sup>(2)</sup>	RB 92579	31,07 <sup>aB</sup>	30,04 <sup>aA</sup>	30,64 <sup>aA</sup>	30,26 <sup>aA</sup>	30,50 <sup>B</sup>	12,09	0,0008	0,6600	0,9280
	RB 867515	31,05 <sup>aB</sup>	31,03 <sup>aA</sup>	30,10 <sup>aA</sup>	31,01 <sup>aA</sup>	30,80 <sup>B</sup>				
	RB 863129	37,04 <sup>aA</sup>	33,56 <sup>aA</sup>	33,95 <sup>aA</sup>	32,46 <sup>aA</sup>	34,25 <sup>A</sup>				
	Geral	31,54 <sup>a</sup>	33,05 <sup>a</sup>	31,24 <sup>a</sup>	31,56 <sup>a</sup>					
PB (%) <sup>(2)</sup>	RB 92579	3,62 <sup>aA</sup>	3,57 <sup>aA</sup>	3,98 <sup>aA</sup>	4,39 <sup>aA</sup>	3,89 <sup>A</sup>	24,87	0,0036	0,2957	0,4421
	RB 867515	2,85 <sup>aA</sup>	3,10 <sup>aA</sup>	3,82 <sup>aA</sup>	2,63 <sup>aB</sup>	3,10 <sup>B</sup>				
	RB 863129	2,41 <sup>aA</sup>	2,19 <sup>aA</sup>	2,59 <sup>aA</sup>	2,96 <sup>aB</sup>	2,54 <sup>B</sup>				
	Geral	2,96 <sup>a</sup>	2,95 <sup>a</sup>	3,46 <sup>a</sup>	3,32 <sup>a</sup>					
FDN (%) <sup>(2)</sup>	RB 92579	41,9 <sup>aA</sup>	41,30 <sup>aA</sup>	44,69 <sup>aA</sup>	47,87 <sup>aA</sup>	43,96 <sup>A</sup>	9,31	0,0164	0,0075	0,8096
	RB 867515	46,32 <sup>aAB</sup>	46,33 <sup>aAB</sup>	47,90 <sup>aA</sup>	51,49 <sup>aA</sup>	48,0 <sup>AB</sup>				
	RB 863129	51,60 <sup>aB</sup>	50,16 <sup>abB</sup>	48,41 <sup>aA</sup>	57,20 <sup>bB</sup>	51,85 <sup>A</sup>				
	Geral	46,16 <sup>a</sup>	46,41 <sup>a</sup>	47,00 <sup>a</sup>	52,19 <sup>b</sup>					
FDA (%) <sup>(2)</sup>	RB 92579	41,04 <sup>aA</sup>	39,69 <sup>aA</sup>	40,14 <sup>aA</sup>	40,89 <sup>aA</sup>	40,43 <sup>aAB</sup>	8,94	0,0533	0,6902	0,4541
	RB 867515	43,16 <sup>aA</sup>	40,63 <sup>aA</sup>	39,52 <sup>aA</sup>	43,79 <sup>aA</sup>	41,73 <sup>B</sup>				
	RB 863129	37,15 <sup>aA</sup>	41,58 <sup>aA</sup>	38,43 <sup>aA</sup>	38,62 <sup>aA</sup>	38,94 <sup>A</sup>				
	Geral	40,63 <sup>a</sup>	40,45 <sup>a</sup>	39,36 <sup>a</sup>	41,09 <sup>a</sup>					
Brix (%) <sup>(2)</sup>	RB 92579	21,35 <sup>aA</sup>	20,40 <sup>aA</sup>	21,10 <sup>aA</sup>	21,70 <sup>aA</sup>	21,14 <sup>A</sup>	7,72	0,1571	0,2875	0,9594
	RB 867515	19,68 <sup>aA</sup>	19,60 <sup>aA</sup>	20,20 <sup>aA</sup>	21,05 <sup>aA</sup>	19,97 <sup>A</sup>				
	RB 863129	21,05 <sup>aA</sup>	19,70 <sup>aA</sup>	21,60 <sup>aA</sup>	21,25 <sup>aA</sup>	20,90 <sup>A</sup>				

	Geral	19,93	20,67	21,12	20,97				
FDN/Brix <sup>(2)</sup>	RB 92579	1,98 <sup>aA</sup>	2,05 <sup>aA</sup>	2,13 <sup>aA</sup>	2,22 <sup>aA</sup>	2,10 <sup>A</sup>			
	RB 867515	2,37 <sup>aA</sup>	2,35 <sup>aAB</sup>	2,37 <sup>aA</sup>	2,54 <sup>aA</sup>	2,41 <sup>B</sup>	13,26	0,0362	0,2165
	RB 863129	2,38 <sup>aA</sup>	2,63 <sup>aB</sup>	2,25 <sup>aA</sup>	2,60 <sup>aA</sup>	2,49 <sup>B</sup>			0,7908
	Geral	2,25 <sup>a</sup>	2,35 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>				

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de letras distintas minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste LSD de Fisher (P<0,05).

<sup>(2)</sup> Médias seguidas de letras distintas minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Duncan (P<0,05).

<sup>(3)</sup> CV= coeficiente de variação. <sup>(4)</sup> teste “F” da análise de variância.

Não houve efeito da interação ( $P>0,05$ ) entre as diferentes fontes e as variedades estudadas no teor de MS. Houve efeito das variedades estudadas ( $P<0,05$ ), onde a RB 863129 obteve maior teor de MS, diferindo das demais (Tabela 2). A produção de MS em função da adubação orgânica aplicada pode ser atribuída as características de um solo arenoso, sendo que a adição de matéria orgânica apresenta resposta imediata a adição de macro e micronutrientes fornecidos pelos adubos, propiciando condições químicas favoráveis ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Comparando a utilização de cama de frango e adubação mineral Lana et al., (2010); Moura et al. (2006); Silva (2005) sob uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, não observaram diferença significativa em matéria seca para os tratamentos testados. Meireles (2009) observou que a utilização da adubação mineral proporcionou produção de MS/ha 28,4% inferior, quando comparado à utilização da adubação orgânica exclusiva e a combinada com a adubação mineral, demonstrando que a cama de frango pode ser utilizada como fonte de adubação alternativa viável.

Segundo Klein (2010) a produção de matéria seca é um critério importante para definir o potencial de uma variedade de cana-de-açúcar a ser indicada para alimentação animal e, a viabilidade econômica da mesma. O fator que mais determina o alto teor de matéria seca no colmo são os carboidratos solúveis, principalmente a sacarose, isso ocorre com o avanço do estágio vegetativo da planta (Muraro et al., 2009).

Em relação ao teor de PB no colmo de cana-de-açúcar, houve diferença significativa entre as variedades para o tratamento com dejetos suíno ( $P<0,05$ ), onde o teor de PB foi superior para variedade RB 92579 em relação às demais. Não houve interação significativa entre os tratamentos controle, cama de frango e ureia e as variedades avaliadas ( $P>0,05$ ) (Tabela 2). As diferenças observadas entre os resultados obtidos entre a adubação com dejetos suíno e a mineral devem-se, provavelmente, à mais rápida mineralização da matéria orgânica presente no dejetos suíno, que pode expressar seu potencial como adubo orgânico, inclusive quando comparado com a adubação mineral. É característico da variedade RB 92579 maior concentração de PB em relação as demais variedades, independente da fonte utilizada (Tabela 2). A PB é um item de alto custo na formulação de suplementos para bovinos, diante disso, o aumento nos teores de PB é importante, e, caso esteja presente no volumoso oferecido, pode ter sua oferta reduzida via suplemento, reduzindo os custos de produção (Silva et al., 2015).

Silva et al. (2015) observou em *Brachiaria decumbens*, que o uso de dejetos suíno resultou em aumento significativo no teor de proteína em relação à testemunha. Giacomini e

Aita (2008) observaram que a disposição de N pelas plantas com adubação com dejetos líquidos de suíno foi de 78% superior em comparação aos que receberam N na forma de ureia, podendo ser característico da taxa de mineralização de N orgânico ao longo do tempo, resultando em N-proteico na planta.

Andrade et al. (2004) e Bonomo et al. (2009) mencionaram que os teores de proteína bruta de variedades de cana-de-açúcar variam de 1,91% e 3,81%. Os teores obtidos neste trabalho encontram-se dentro dessa amplitude de variação. Esses dados confirmam o baixo teor de PB característico da cultura, devendo esta limitação ser corrigida com suplementação mineral e fonte de N não proteico.

Bonomo et al. (2009), ao avaliar 23 variedades de cana-de-açúcar com potencial forrageiro, obtiveram média de 2,44% de PB, abaixo do obtido nesse trabalho, mas característico da cultura. Entretanto, os teores encontrados estão próximos aos relatados por Giacomini et al. (2014); Mello et al. (2006) e Andrade et al. (2004) na média de 3,0% de proteína bruta.

Costa et al. (2014) ao avaliar a influência dos métodos de aplicação de dejetos suíno em *B. brizantha* 'Marandu', observou que a incorporação do dejetos com uma profundidade de 10 cm no solo resultou no aumento do valor nutricional forrageiro, aumento da produtividade e do teor de PB. Apesar do baixo teor de proteína ser característico da cana-de-açúcar, a aplicação da adubação superficialmente pode ter sido um dos fatores da falta de resposta nas características químico-nutricionais da cultura nesse estudo.

Lana et al. (2010), relacionou o teor de proteína bruta com a produtividade de pastagem *Brachiaria decumbens* e observaram que a aplicação com cama de frango proporcionou incrementos de PB por unidade de área em relação aos tratamentos com adubação mineral e controle em segundo corte. Esse aspecto é importante, pois espera-se que o uso contínuo das fontes orgânicas pode trazer resposta nutritiva da cana-de-açúcar a partir do segundo ano de aplicação.

Os teores FDN apresentaram efeito na interação entre as fontes de adubação e variedades ( $P < 0,05$ ), onde a variedade RB 863129, obteve diferença significativa para todos os tratamentos. Em relação à interação entre as variedades e fontes de adubação, a variedade RB 863129 também apresentou maior teor de FDN e diferiu ( $P < 0,05$ ) em relação à variedade RB 92579 no tratamento controle e ureia e dejetos suíno, com diferença maior que 10% entre as variedades (Tabela 2).



O teor de fibra da cana-de-açúcar é influenciado principalmente pela variedade da cana, variação de clima, solo e idade de corte. Com avançar da idade, ocorre aumento nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), sendo este último resultado do acúmulo de sacarose. Segundo Costa et al. (2017) essa diferença em unidades percentuais é de grande importância, considerando-se a capacidade limitada de ingestão de FDN pelos animais.

Garcia (2005) verificou que diferentes fontes de adubação orgânica não influenciaram no teor de fibra da cana, semelhante aos resultados obtidos por Mondardo et al. (2011), que observaram que teor de FDN não foi afetado por diferentes doses de dejetos suíno. Apesar da falta de significância para as variedades RB 92579 e RB 867515 ( $P > 0,05$ ), todas as fontes aplicadas proporcionaram valores de FDN próximos ou inferiores a 52%, seguindo a recomendação de Silva et al. (2007). Variedades de cana-de-açúcar que exibem elevado teor de FDN restringem a ingestão de alimento, afetando o desempenho animal (RODRIGUES, 2000).

Os teores encontrados foram semelhantes aos trabalhos de Padúa et al. (2012); Carvalho et al. (2010); Klein (2010); Reis (2010) e Bonomo et al. (2009) que observaram variações médias de FDN na média de 46,02% a 50,40%, para diferentes variedades de cana-de-açúcar. Giacomini et al. (2014) avaliaram a composição química de 4 socas consecutivas de uma variedade de cana-de-açúcar e reportaram teores médios de 47,5% de FDN, o que denota que a cultura pode ser indicada para a alimentação animal ao longo do ciclo produtivo. O teor de FDN da cana-de-açúcar é considerado baixo, quando comparado com outras forrageiras. Isso pode ser explicado pela idade de corte, aos 10 meses, e à alta concentração de sólidos solúveis (Brix) acumulado no colmo durante a maturação. Como critério de seleção de variedades de cana-de-açúcar com fins forrageiros, deve-se levar em consideração não somente os valores da FDN isoladamente, mas, sua relação com o teor de açúcares (Cruz et al., 2014; REIS, 2010).

Considerando a resposta dos tratamentos para cada variedade, e a interação entre variedades e tratamentos, não houve efeito da interação variedade e fonte de adubação para a variável FDA ( $P > 0,05$ ). Houve efeito das variedades, onde as variedades RB 92579 e RB 863129 não diferiram entre si com melhor teor de FDA ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). O espessamento da parede celular do colmo da cana-de-açúcar é influenciado principalmente pela idade de corte e relaciona-se com o teor de fibra médio, característico das variedades utilizadas.

A utilização da cana-de-açúcar para alimentação animal deve ser baseada no baixo conteúdo de FDA, pois esta é a porção menos digerível da parede celular pelos microrganismos do rúmen, sendo constituída em sua quase totalidade de lignina e celulose, considerando que teor acima de 40% é limitante da digestibilidade (SILVA; QUEIROZ, 2002; VAN SOEST,

1994). Os cortes consecutivos da cana-de-açúcar resultam no espessamento e aumento da lignina da parede celular, influenciando no aumento da fração FDA e diminuição da qualidade do canavial durante as soqueiras.

Os maiores teores de FDA observados neste trabalho, em comparação a trabalhos de outros autores, devem-se ao efeito da idade do canavial (4ª soca). Avaliando o valor nutritivo de 66 variedades de cana-de-açúcar PATE et al. (2001), observaram uma ampla variação no teor de FDA (28,3% a 41,5).

Não houve efeito da interação ( $P < 0,05$ ) entre variedades em relação as fontes nitrogenada para o teor de Brix, mostrando que as fontes orgânicas utilizadas não afetaram a maturação da cana-de-açúcar (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Cruz et al. (2014), com média de 22,18% de Brix avaliando seis variedades de cana para fins forrageiro, e por Anjos et al. (2007), ao avaliarem o efeito da adubação com cama de aves, esterco de curral e mineral, em duas variedades de cana-de-açúcar, observaram que não houve diferença significativa no teor de Brix.

Os valores médios de Brix devem variar 17 a 23% no caldo (Silva et al. 2007). Estes resultados foram maiores que o observado por Costa et al. (2017) para as mesmas variedades com médias de até 18%, e por Bonomo et al (2009) que encontraram valores variando de 15,22 a 19,99% em 23 variedades de cana-de-açúcar cortada com 16 meses após o plantio. Reis (2010) ao avaliar variedades de ciclo precoce e intermediário observou que para as variedades RB 92579 e RB 867515 e demais variedades de mesmo ciclo não apresentaram diferença no teor de Brix. O mesmo autor destaca que, a cana-de-açúcar é uma planta com elevado potencial para transformar energia solar em energia química, representada principalmente pela sacarose.

Segundo Azevedo et al. (2003) o Brix é a variável mais difundida para seleção e inclusão da cultura para fins forrageiros, como indicativo do teor de açúcares da cana, este, apresenta sacarose, açúcares redutores e não açúcares, além de ser de fácil mensuração. À medida que a planta amadurece, há a diminui a atividade vegetativa, os teores de açúcar (Brix e POL) crescem até o máximo e, depois, voltam a cair. Diante disso, a época e a idade em que é realizada a colheita da cana-de-açúcar é um fator determinante no acúmulo de açúcares no colmo.

Os maiores valores avaliação dos teores de açúcares em variedades destinadas para produção animal não é relacionada somente com ponto de colheita ou produção de açúcares, mas também reserva estreita relação com o teor de FDN (Cruz et al., 2014; REIS, 2010). O efeito do acúmulo de açúcar solúveis reflete na diluição da FDN, melhora o valor nutritivo da

cana-de-açúcar como forrageira, uma vez que os açúcares são considerados prontamente digestíveis.

A relação FDN/Brix variou de 1,98 a 2,63, os quais estão dentro do valor ideal para a cana-de-açúcar utilizada para a alimentação animal. Houve diferença significativa entre as variedades para o tratamento com ureia ( $P < 0,05$ ), onde a variedade RB 92579, diferiu estatisticamente da variedade RB 863129. Esse resultado é influenciado pela maior concentração de fibra (FDN) na variedade RB 863129 em relação a RB 92579. Não foi observado efeito da interação ( $P > 0,05$ ) para a relação FDN/Brix entre as demais fontes (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz et al. (2014) e Reis (2010), que não observaram diferença significativa na relação FDN/Brix na seleção de cana para fins forrageiros.

A variedade mais adequada para a alimentação animal, segundo Silva et al. (2007) deve apresentar relação FDN/Brix inferior ou igual a 2,7, com alto teor de açúcar. Gooding (1982) indica que essa relação seja baixa, resultado da baixa concentração de FDN e alta concentração de açúcares, influenciando na resposta do consumo de MS e energia. Além disso, Rodrigues et al. (2001) observaram que, quanto menor a relação FDN/açúcares, maior a digestibilidade da matéria seca. Se duas variedades manifestarem relação FDN/Brix semelhantes opta-se pela variedade com menor FDN, pelo fato dessa última característica apresentar maior limitação no aproveitamento do alimento (Cruz et al., 2014). Bonomo et al. (2009) ressaltaram que uma variedade que apresente teor de FDN menor permitirá ao animal maior consumo de energia, quando comparada com outra de teor um pouco melhor de açúcar, porém com teor de FDN mais alto. Por isso, deve-se escolher variedades e manejos que influenciam na menor relação FDN/Brix, a fim de aumentar a digestibilidade da MS e evitar o efeito da fibra em limitar o consumo pelos animais. As variedades analisadas apresentam potencial para uso forrageiro.

### **5.2 Degradação potencial da MS**

Os valores encontrados para degradabilidade potencial da MS apresentaram efeito ( $P < 0,05$ ) para a variedade ( $P = 0,005$ ), fonte ( $P = 0,0017$ ) e tempo ( $P = 0,0001$ ). Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para a interação variedade x fonte ( $P = 0,3201$ ), variedade x tempo ( $P = 0,5644$ ), fonte x tempo ( $P = 0,9555$ ) e variedade x fonte x tempo ( $P = 0,2572$ ) (Tabela 3).

Tabela 3. Degradação potencial da MS (%) de três variedades de cana-de-açúcar em função de fontes diferentes de adubação nitrogenada.

---

Degradação potencial da MS (%)

Variedades	RB92579	RB867515	RB863129	
		68,44 <sup>a</sup>	65,07 <sup>b</sup>	66,08 <sup>b</sup>
Fontes	Ureia	Test	DS	CF
		67,04 <sup>ab</sup>	65,03 <sup>c</sup>	65,84 <sup>bc</sup>
Tempos de incubação (horas)	72	24	6	
		73,96 <sup>a</sup>	64,13 <sup>b</sup>	61,49 <sup>c</sup>

Médias de seguidas de letra distintas, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). CV (%) = 10,52

O baixo conteúdo de fibra (FDN, 41,3%; 44,69%), o expressivo teor de Brix (20,4%; 21,1%) e a baixa relação FDN/Brix (2,05; 2,13) da variedade RB 92579 em função das fontes ureia e cama de frango respectivamente, expressam maior degradação ruminal em relação às demais variedades e tratamentos, com necessidade de menor permanência no rúmen para maior degradação. A variedade RB 92579 por sua alta degradabilidade ruminal e disponibilidade energética é um variedade indicada para compor suplementos volumosos para ruminantes a pasto. A porcentagem de desaparecimento da MS aumentou com o maior tempo de incubação ruminal ( $P < 0,05$ ), isso ocorreu porque o alimento ficou mais tempo sofrendo ação das enzimas microbianas. Os resultados obtidos para os tempos de incubação diferiram dos observados por Silva et al. (2014) que verificaram 51,71% a 60,1% para o tempo 72 h, e 68,07% para degradação potencial da MS. Valadares Filho et al. (2010) determinaram valor de 42,3% para a degradabilidade da MS da cana, empregando rações com elevados teores de concentrados, este, inferior ao presente trabalho. Dietz et al. (1997) observou que o ponto de desaparecimento dos carboidratos não estruturais altamente solúvel (sacarose) da cana-de-açúcar começa a ser digerida 24 horas após a incubação, e que há uma demora na degradação da fibra, indicando que este alimento exige tempo maior para que sua porção fibrosa possa ser trabalhada dentro do rúmen, com essa tendência, deduz-se que tanto os carboidratos estruturais como não estruturais foram digeridos.

As frações constituintes da cana-de-açúcar determinadas pela técnica *in situ*, permitem uma avaliação rápida e de relevância prática para a alimentação e nutrição de ruminantes, pois se quantifica a porção insolúvel potencialmente degradável no rúmen (Pádua et al., 2012).

### **5.3 Perdas de N por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>)**

Para quantificar as perdas de N volatilizado, foi selecionada apenas a variedade RB 92579, por esta apresentar maior produtividade, menor teor de FDN e maior degradação potencial da MS. As perdas máximas por volatilização de N-NH<sub>3</sub> para a variedade foram obtidas até 48 horas após a aplicação das fontes nitrogenadas. As maiores perdas foram

verificadas para os tratamentos com ureia e cama de frango, diferindo entre os demais tratamentos ( $P < 0,05$ ) (Figura 3; Tabela 4).

Tabela 4. Comparação de médias de volatilização de  $\text{NH}_3$  ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) horas após a aplicação dos tratamentos, a partir de médias transformadas  $[\ln \text{gamma}(x)]$  para variedade RB 92579.

Fontes de N (100 kg N $\text{ha}^{-1}$ )	Kg N- $\text{NH}_3$ $\text{ha}^{-1}$							Perdas acumuladas
	Período de volatilização (horas)							
	24	48	72	96	144	216	360	
Testemunha	0,16 <sup>bc</sup>	0,26 <sup>abC</sup>	0,34 <sup>abB</sup>	0,57 <sup>bB</sup>	0,5 <sup>abB</sup>	0,25 <sup>abB</sup>	0,27 <sup>aB</sup>	2,35
Cama de frango	3,1 <sup>bB</sup>	9,0 <sup>aB</sup>	3,96 <sup>abA</sup>	1,1 <sup>abAB</sup>	3,1 <sup>abA</sup>	3,2 <sup>aA</sup>	4,8 <sup>aA</sup>	28,46
Dejeto suíno	0,19 <sup>bc</sup>	0,66 <sup>abC</sup>	0,52 <sup>abB</sup>	0,4 <sup>aB</sup>	0,3 <sup>abB</sup>	0,6 <sup>abB</sup>	0,5 <sup>abB</sup>	3,17
Ureia	14,4 <sup>abA</sup>	20,7 <sup>aA</sup>	5,45 <sup>bA</sup>	3,1 <sup>cdA</sup>	1,6 <sup>dAB</sup>	2,5 <sup>cdA</sup>	2,7 <sup>cdA</sup>	50,45

Médias seguidas de letras distintas minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

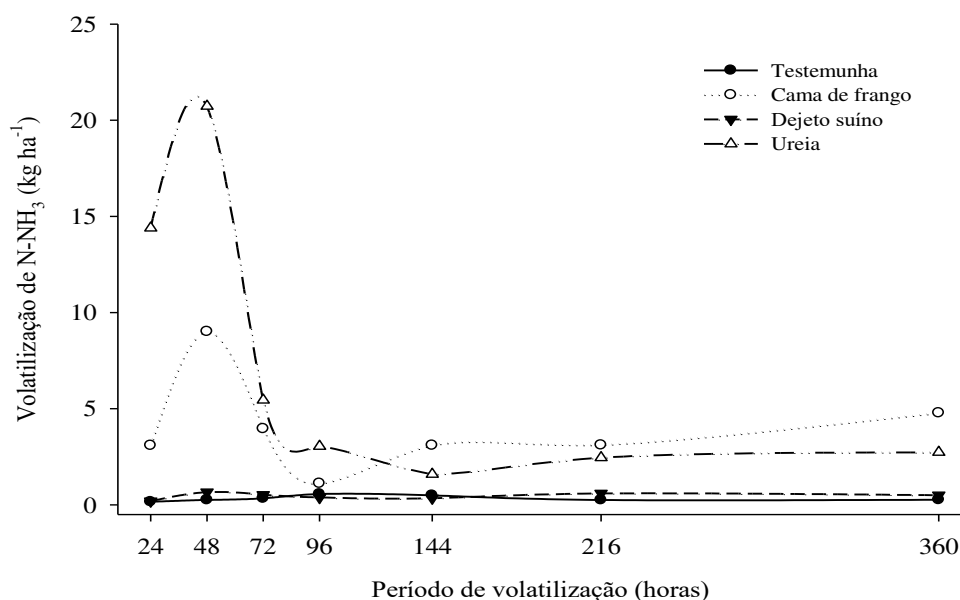


Figura 3. Volatilização de  $\text{NH}_3$  horas após aplicação dos tratamentos para variedade RB 92579.

As taxas máximas de N- $\text{NH}_3$  volatilizado observadas 48 horas após a adubação nitrogenada, foram na ordem de 20,72 e 9,01  $\text{kg N-NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ , para os tratamentos ureia e cama de frango, respectivamente, mostrando-se a ureia uma superioridade 55% sob o pico de volatilização dessa fonte orgânica. O aumento das perdas de N- $\text{NH}_3$  verificado neste período foi decorrente do processo de evaporação de água do solo, como observado na figura 1, em que houve ocorrência de chuva de 4,1 mm no dia anterior a aplicação das fontes de N, com

temperatura média de 28°C. A medida que a água evapora, o N-NH<sub>3</sub> ascende para a superfície, ocasionando aumento da volatilização.

Houve uma queda expressiva das perdas as 72 e 96 horas após a aplicação dos tratamentos para a cama de frango e para ureia (56% e 73,7% em relação às perdas de 48 horas após adubação, respectivamente), não diferindo entre si para essa coleta.

A partir da quinta coleta (144 h) ocorreu um novo aumento das perdas de N, principalmente nos tratamentos com cama de frango, chegando a uma taxa de perda de 4,8 kg N-NH<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> nas 360 horas após a adubação, não diferindo do tratamento ureia a partir da terceira coleta (Tabela 4).

Nos tratamentos controle e dejetos suíno, houve estabilização das perdas em todas as coletas, uma média de 0,334 e 0,457 kg N-NH<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> volatilizado, não havendo diferença significativa entre estes tratamentos (P>0,05) (Tabela 4; Figura 3). Segundo Whitehead (1995), as bactérias nitrificadoras oxidam o N amoniacal do dejetos até nitrato, isso ocorre normalmente rápido, assim que são aplicados no solo.

Frenay et al. (1992) mencionou que a hidratação necessária para a hidrólise do N amoniacal é encontrada no dejetos suíno. Nesse caso, o efeito da baixa volatilização desse tratamento pode ser explicado pelo fato que, a água presente dilui e transporta o amônio no perfil do solo e reduz a pressão parcial do NH<sub>3</sub>, favorecendo a difusão com a solução do solo, diminuindo assim, as perdas do N por volatilização. Presume-se, com isto, que perdas de N pelo processo de desnitrificação e imobilização microbiana também tenham ocorrido (Rogeri et al., 2015).

As perdas de N-NH<sub>3</sub> com a aplicação de cama de frango e dejetos suíno no solo ocorreram em proporções diferentes para a atmosfera (Figura 4). A utilização da cama de frango no solo obteve perdas mais expressivas, com perdas acumuladas totalizando 28,46 kg N-NH<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> e 3,17 kg N-NH<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> para o dejetos suíno, o que corresponde a 28,1% e 3,2% do N aplicado, respectivamente. Essa diferença leva em consideração a diferença física dos tratamentos, uma sólida (CF) e outra líquida (DS), com isso, parte dos adubos líquidos infiltram e aderem ao solo e parte podem ser absorvidas pela palhada. Gonzatto et al. (2013) e Sommer et al. (2003) afirmaram que, a palhada sob o solo pode absorver parte da fração líquida dos dejetos rica em N amoniacal. Dessa forma, menor quantidade de N amoniacal dos dejetos fica exposta à volatilização nas primeiras horas após a aplicação no solo.

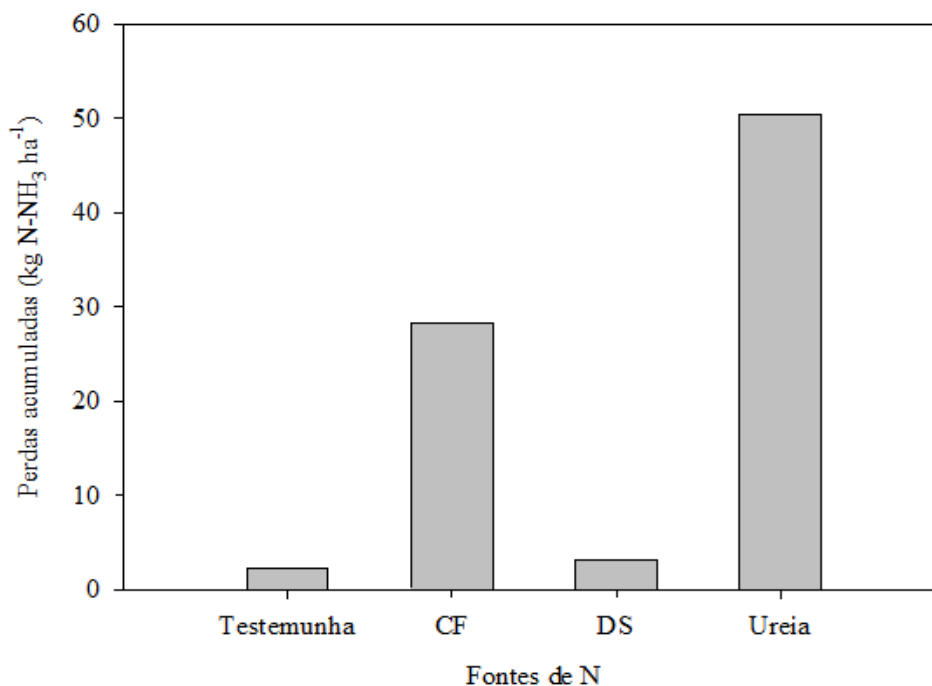


Figura 4. Perdas acumuladas de NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) em função das fontes de N aplicadas.

Segundo Andreucci (2007) e Svensson (1994), a utilização de fertilizantes líquidos apresentam perdas menores no processo de volatilização quando comparados aos fertilizantes sólidos, proporcionada pela maior capacidade de infiltração, devido a sua fluidez, permitindo uma maior adsorção do amônio e reduzindo o potencial de perda de N-NH<sub>3</sub>. Esse processo é proporcionado pelos microrganismos do solo, atuantes na decomposição da palhada, responsáveis pela menor emissão de NH<sub>3</sub> (Gonzatto et al., 2013).

Os resultados sugerem que o acúmulo de palhada de quatro anos consecutivos de lavoura, conseqüentemente de microrganismo e matéria orgânica, pode ter papel importante na incorporação e imobilização do N presente no dejetos suíno e cama de frango, resultando no processo de nitrificação e imobilização mais ativo ao longo do experimento.

Observou-se que as perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> em relação ao período de avaliação (h), foi maior para o tratamento ureia, diferindo significativamente dos demais tratamentos (P<0,05). Aproximadamente 50% do N aplicado para esta fonte foi volatilizado, sendo 43% superior ao tratamento cama de frango, e 93,7% superior ao dejetos suíno e este, 25,86% superior à testemunha (Figura 4). Costa et al. (2003), observaram que após a adubação com ureia os tratamentos apresentaram perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> de até 36%. Entretanto, segundo Cantarella et al. (1999), as perdas de N-NH<sub>3</sub> por volatilização podem chegar a 94%, dependendo do manejo utilizado na aplicação dos adubos nitrogenados.

Apesar das maiores perdas de  $N-NH_3$  por volatilização nos tratamentos ureia e cama de frango (Figura 3), esse processo não teve efeito expressivo por meio da queda na produtividade das variedades. Embora tenham sido observadas menores perdas de N nos tratamentos controle e dejetos suíno, os mesmos não obtiveram maiores respostas produtivas ao manejo utilizado. Esse efeito pode estar atrelado ao fato de que os nutrientes presentes nos adubos orgânicos são mineralizados de forma gradativa no solo, sendo estes disponíveis a longo prazo.

A partir dos resultados do presente trabalho, nota-se que é possível a substituição da adubação química pela orgânica, sem que haja perda na qualidade, produtividade da cana-de-açúcar, com redução significativa na volatilização de  $N-NH_3$ . Entretanto, faz-se indispensável a continuidade do trabalho e a realização de novos estudos sobre o efeito da adubação orgânica em anos consecutivos, com épocas de colheita diferentes e suas interações, considerando que o processo de absorção dos nutrientes orgânicos envolve decomposição e mineralização, podendo vir a ter efeitos variáveis nos sucessivos cortes.



## 6 CONCLUSÕES

O manejo de adubos orgânicos apresentou efeitos similares à adubação mineral nos atributos químico-nutricionais da cana-de-açúcar, podendo vir a substituir a adubação mineral. A utilização de fertilizantes orgânicos apresentaram menores perdas de N-NH<sub>3</sub> no processo de volatilização quando comparados com a fonte mineral de N. De maneira geral a variedade RB 92579 atendeu melhor aos critérios para alimentação animal.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; BODDEY, R. M.; et al. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. p. 449-469. In: Hungria, M., et al. (eds.) *Manual de métodos empregado sem estudos de microbiologia agrícola*. Embrapa, Brasília. 1994.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI J. R., E.; POSSENTI, R. A.; et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. *Bragantia*, v. 63, n. 3, p. 341-349. 2004.
- ANDREUCCI, M. P. *Perdas nitrogenadas e recuperação aparente de nitrogênio em fontes de adubação de capim elefante*. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Área de Concentração: Animal e Pastagens, Piracicaba.
- ANJOS, I. A.; ANDRADE, L. A. B.; GARCIA, J. C.; et al. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria prima e nos rendimentos agrícola de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). *Ciê. Agrop.*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 59-63. 2007.
- ARAÚJO, E. S., MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; et al. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 7, p. 769-776. 2009.
- ARRUDA, G. M. M. F.; FACTORI, M. A.; COSTA, C. et al. Produtividade e composição proteica do capim-elefante recebendo adubação orgânica e mineral. *Rev. Acad. Ciência Agrária e Ambiental*, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 61-69. 2014.
- AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, n. 6, p. 1431-1442. 2003.
- BASSO, C. J.; CERETTA, A.; PAVINATO, P. S.; SILVEIRA, M. J. Perdas de nitrogênio de dejetos suínos por volatilização de amônia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p. 195-205. 2004.
- BONOMO, P.; CARDOSO, C.M.M.; PEDREIRA, M.S.; et al. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 31, n. 1, p. 53-59. 2009.
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. O uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da uréia. In: Simpósio sobre informações recentes para otimização da produção agrícola, Piracicaba, 2007. *Anais*. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute, 2007. v. 1, p. 2-19.
- CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W.; et al. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. Congresso Nacional da Stab, 7., Londrina, 1999. *Anais*. Álcool Subpr., Londrina, 1999. p.82-87.
- CARNAÚBA, B. A. A. O nitrogênio e cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar, álcool e subprodutos*, Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 24-41, 1990.
- CARVALHO, M. V. RODRIGUES, P. H. M.; LIMA, M. L. P. Composição bromatológica e digestiva de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.*, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 298-306. 2010.

- CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; et al. Dejeito líquido de suínos: perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6. 2005.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar. Safra 2016/2017. Quarto levantamento. v. 3, abril, 2017.
- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA-SP. Manual de instruções. Piracicaba, 2006.
- COSTA, M. G. C.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 631-637. 2003.
- COSTA, M. K. L.; SHIGAKI, F.; ALVES, B. Swine manure application methods effects on ammonia volatilization, forage quality, and yield in the Pré-Amazon Region of Brazil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 74, n. 4, p. 311-318. 2014.
- COSTA, M. K. L.; SHIGAKI, F.; FREITAS, J. R. B. et al. Nutritional value of sugarcane varieties in relation to nitrogen fertilization for the pre-Amazon region of Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2091-2106. 2017.
- CRUZ, L. R.; GERASEEV, L. C.; CARMO, T. D. Características agronômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1779-1786. 2014.
- DETMANN, E. SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. *Métodos para a análise de alimentos*. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Suprem. 2012. 214p.
- DIETZ, H. C. Nonsense mutations and altered splice-site selection. *Am J Hum Genet.* 1997;60:729-730.
- EMBRAPA. Cana de açúcar: uma alternativa de alimentação para a seca. Comunicado Técnico. 2002. Disponível em: <http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>. Data de acesso: 15/11/2017.
- EZEQUIEL, J. M. B. et al. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. *Rev. Bras. de Zootec.*, v. 39, n. 5, p. 1704-1710, 2015.
- FERGUSON, R. B.; NIENABER, J. A.; EIGENBERG, R. A.; et al. Long-term effects of sustained beef feedlot manure application on soil nutrients, corn silage yield, and nutrient uptake. *Journal of Environmental Quality*, Nebraska, v. 34, n. 05, p. 1672-1681, ago., 2005.
- FERNANDES, A. M. et al. Fracionamento e cinética da degradação dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de cortes. *Rev. Bras. de Zootec.*, v. 32, n. 6, p. 1778-1785, 2003.
- FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; FARONI, C. E.; et al. Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2763-2770. 2008.
- FREITAS, A.C.W.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35, n. 1, p. 229-236. 2006.

- FRENEY, J. R.; SIMPSON, J. R.; DENMEAD, O. T.; 1983. Volatilization of ammonia. p. 1-31. In Freney, J.R., and J.R. Simpson (eds.) *Gaseous loss of nitrogen from plant-soil systems*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
- GARCIA, J. C. *Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem nos rendimentos agrícola e de aguardente teórico da cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. 2005. 82 p. Tese (Doutorado e Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GIACOMINI, A. A.; BATISTA, K.; ANDRADE, J. B.; et al. Potencial de cana-de-açúcar sucroalcooleira para a alimentação de ruminantes ao longo do ciclo da cultura. *B. Indust. Animal*, Nova Odessa, v. 1, n. 1, p. 8-17. 2014.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. *R. Bras. Ci. Solo*. v. 32, p. 195-205. 2008.
- GONZATTO, E.; MIOLA, E. C. C.; DONEDA, A.; et al. Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1590-1596. 2013.
- GOODING, E. G. B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. *Tropical Animal Production*, v. 7, v.1, p. 72-91. 1982.
- GUIMARÃES, G. *Cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar*. 2015. 38p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- JANSSEN, H.P. *Adubação nitrogenada para rendimento de milho silagem em sucessão ao azevém pastejado, pré-secado e cobertura em sistemas integrados de produção*. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- KHATOUNIAN, C. A. *A reconstrução ecológica da agricultura*. Botucatu: Agroecológica. 2001. 348 p.
- KLEIN, V. *Características químicas e bromatológica de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro*. 2010. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Jataí, Goiás.
- LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F.; SILVA, A. A.; et al. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 259-256. 2010.
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; et al. *A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, (Série Tecnológica APTA, Boletim Técnico IAC, 193). 2002. 39p.
- MAEDA, A. S. *Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queima em solos de cerrado*. 2009. 110 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.
- MEIRELES, J. A. *Potencial forrageiro de cultivares de cana-de-açúcar submetidos à adubação orgânica e química, em duas épocas de corte*. 2009. 74p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M. M. *Guia de fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales*. Buenos Aires: Instituto Nacional de tecnologia agropecuária, cap.1, p. 13-25: Nitrogenados, 1999.

- MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 03, p. 452- 458, jul./set., 2002.
- MELLO, S. Q.; FRANÇA, A. F. S.; LIMA, M. L. M. et al. Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 7, n. 4, p. 373-380. 2009.
- MENEZES, J. F. S.; FREITAS, K. R.; CARMO, M. L. et al. Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama de frango e dejetos líquidos de suínos. In: Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais. Uso dos resíduos da produção animal como fertilizante, 1., 2009. Florianópolis, SC. *Anais...* Florianópolis, SC, p. 322-327. 2009.
- MOURA, G. S. A.; ESPÍNDULA, B. M.; SANTOS, M. M. et al. Pontencialidades da cama de peru na recuperação de pastagens degradadas. *Vet. Not.*, Uberlândia, v. 12, n. 2; p. 126. 2006.
- MURARO, G. B.; ROSI JUNIOR, P.; OLIVEIRA, V. C.; et al. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem da cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idade de corte. *R. Bras. de Zootec.*, v. 38, n. 8, p. 1525-1531. 2009.
- NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. *6 J. Dairy Sci.*, v.71, p.2051-2069. 1988.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, E. P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônômicos e nutricionais. In: Simpósio sobre bovinocultura leiteira: visão técnica e econômica da produção leiteira. 2005, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, p.193-218. 2005.
- OLIVEIRA, R. A; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C. et al., Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 2, p. 71-76. 2007.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v. 92, n. 2, p. 499-503. 1979.
- PÁDUA, F. T., FONTES, C. A. A.; THIÉBAUT, J. T. L.; et al.. Produção, composição química e degradabilidade ruminal *in situ* de cultivares de cana-de-açúcar. *Archivos de Zootecnia*, v. 61, p. 375-386. 2012.
- PATE, F. M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J. D. et al. Sugarcane as a cattle feed: production and utilization. Florida: University of Florida/ Cooperative Extension Service, 2001. 25p.
- PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F.; et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminam. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 563-572. 2001.
- REIS, R. H. P. *Características agrônômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes*. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical) – Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Cuiabá.
- RIBEIRO, D. O.; CARBALLAL, M. R.; SILVA, A. J. Produtividade de cana-de-açúcar e atributos de solo em função da aplicação de cama-de-peru. *Rev. Cienc. Agrar.*, v. 59, n. 3, 2016.

- RODRIGUES, A. A. Cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a alimentação de bovinos na época da seca. In: SEMANA DO ESTUDANTE – ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NA SECA, NOS SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO. *Anais*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 1-20, 2000.
- RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD-ROM.
- RODRIGUES, A. A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 12, p. 1333-1338. 1997.
- ROGERI, D. A.; ERNANI, P.R.; LOURENÇO, K.S. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada no solo. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambienta*, v. 19, n. 6, p. 534-540. 2015.
- SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265 p.
- SAMPAIO, I. B. M. *Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. 1988. 214 p. Tese (Doctor in Physiology) - University of Reading, Reading, 1988.
- SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. *Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante*. Boletim Técnico, 79, Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1996, 46 p
- SHUTTZ, N.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. *Resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada: fontes nitrogenadas, formas de aplicação, época de aplicação e efeito varietal*. Embrapa Agroecologia. Documentos 298. 2015. 52 p.
- SILVA, A. A. *Potencialidade da recuperação de pastagem de Brachiaria decumbens fertilizada com camas de aviário e fontes minerais*. 2005. 166f. Dissertação (Mestrado em produção Animal) Curso de pós graduação em Ciências Veterinárias, Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia.
- SILVA, A. A.; LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q. et al. Fertilização com dejetos suínos: Influência nas características bromatológica da Brachiaria Decumbens e alterações no solo. *Eng. Agric.*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 254-265. 2015.
- SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. ed., revisada e atualizada. Porto Alegre: metropole, p. 597- 621, 2008.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2002. 235p.
- SILVA, E. A.; FERREIRA, J.J.; RUAS, J.R.M.; et al. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.102-119, 2007.

SILVA, J.; LIMA, S. P. S.; OLIVEIRA, M.; et al. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p. 326-331, mar./abr., 2004.

SILVA, M. A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 7, p. 1-4. 2010.

SIMÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T.; CHAVES, A.; et al. *Lançamento de novas variedades RB de cana-de-açúcar*. Carpina: UFRPE/RIDESA/EECAC/PMGCA, Boletim Técnico. 2005. 28p.

SIQUEIRA, G. R., ROTH, M. T. P.; MORETTI, M. H.; BENATTI, J. M. B. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v. 13, n. 4, p. 991-1008. 2012.

SHIGAKI, F.; DELL, C.J. Comparison of low-cost methods for measuring Ammonia volatilization. *Agronomy Journal*. v.107, n. 4. 2015.

SOMMER, S. G.; GÉNERMONT, P.; CELLIER, P. et al. Processes controlling ammonia emission from livestock slurry in the field. *European Journal Agronomy*, v. 19, n. 4, p. 465-486. 2003.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; SUMI, L. N. et al. *Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido*. Embrapa Pecuária Sudoeste, São Carlos, 1999. 21p.

SOUZA, J. L. De. *Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção*. Viçosa: CPT, 2007. 314p.

SVENSSON, L. Ammonia volatilization following application of livestock manure to arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 58, p. 241-260. 1994.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; et al. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 493-502. 2011.

TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. (Ed.). *Análises de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.

TEIXEIRA, C. B. *Determinantes de degradabilidades entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos*. 2004. 70 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TOMICH, T. R.; SAMPAIO, I. B. M. A new strategy for the determination of forage degradability with an in situ technique through the use of one fistulated ruminant. *Journal of Agricultural Science*, v. 142, n. 5, p. 589-593, 2004.

TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; CESAR, V. A.; et al. Perdas do nitrogênio da ureia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 37, p. 193-201. 2002.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBWE, O. L. S.; et al. Variação nos Atributos do solo em sistema de manejo com adição de cama de frango. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, n. 22, v. 35, p. 2073-2082. 2011.

VALADARES FILHO, S. C., MACHADO, P. A. S., CHIZZOTTI, M. L., et al.. (2010). Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. (3a. ed.). Viçosa: UFV.

VAN SOEST, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminat. Cornell University Press, Ithaca, New York.

VIANA, E. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Produção de alfaca adubada com termofosfato e adubos orgânicos. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 217-224, abr./jun., 2008.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. *Pesq. Agrop. Bras., Brasília*, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007.

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G.; SILVA, W. E. L.; et al. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.13, n.4, p.894-901. 2012.

WHITEHEAD, D. C. Grassland nitrogen. Wallingfo Cab International, 1995. 416p.