



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**SILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA EM DIETA  
COMPLETA**

Autor: Fredy Martins de Jesus  
Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA  
BAHIA-BRASIL  
Dezembro de 2019

**FREDY MARTINS DE JESUS**

**SILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA EM DIETA  
COMPLETA**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira  
Co-orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA  
BAHIA-BRASIL  
DEZEMBRO de 2019

633.2 Jesus, Fredy Martins de.  
J56s Silagem de palma forrageira em dieta completa. / Fredy Martins de Jesus. -  
Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2019.  
35fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Fábio Andrade Teixeira e coorientação do Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires.

1. Palma forrageira – Silagem - Palhada do milho. 2. Palma forrageira – Silagem - Capim elefante. 3. Silagem de palma forrageira - Dieta completa.I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Teixeira, Fábio Andrade. III. Pires, Aureliano José Vieira.IV. Título.

CDD(21): 633.2

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Palma forrageira – Silagem - Palhada do milho
2. Palma forrageira – Silagem - Capim elefante
3. Silagem de palma forrageira - Dieta completa

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "Silagem de palma forrageira em dieta completa"

**Autor (a):** Fredy Martins de Jesus

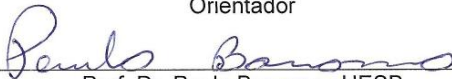
**Orientador (a):** Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Deitos fries

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB  
Orientador



Prof. Dr. Paulo Bonomo - UESB



Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Gomes da Silva

Data de realização: 02 de dezembro de 2019.

“Se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando um pão, ao se encontrarem, eles trocam os pães; cada um vai embora com um. Porém, se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando uma idéia, ao se encontrarem, trocam as idéias; cada um vai embora com duas.”

*Provérbio Chinês*

Ao

meu pai e à minha mãe que  
foram o início de tudo

Aos

meus irmãos e irmãs,  
pelo estímulo

Aos

meus mestres,  
...

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida. Aos meus pais, Vilmar Moreira e Luzenir Martins, pelo amor, apoio e incentivos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao professor Fábio Andrade Teixeira, pela orientação e experiência transmitida por esse período.

Aos meus colegas de Pós-Graduação: Jeankarlo Penalva dos Santos, Artur Amaral, Renata Rodrigues Jardim, Samille Neres da Silva, Giltamar, Fernando Barreto, Ádler Carvalho da Silva, pelo companheirismo, preocupação e apoio.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

A todos, que de forma direta e indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

FREDY MARTINS DE JESUS, filho de Luzenir Martins De Jesus e Vilmar Moreira De Jesus, nascido em Itapetinga, Bahia, no dia 23 de maio de 1982. Iniciou o Curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Itapetinga - BA, no ano de 2003 e obteve o título de Zootecnista, em 2008. Em março de 2017, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Itapetinga, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira. Em novembro de 2019, submeteu-se à banca examinadora para a defesa final da Dissertação, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
I- REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1 Introdução geral.....	1
1.2 Silagem de dieta completa.....	11
1.3 Palma Forrageira.....	3
1.4 Capim elefante.....	6
1.5 Milho.....	7
1.6 Fatores que afetam a ensilagem.....	9
1.6.1 Umidade.....	9
1.6.2 Teor de carboidratos solúveis.....	10
1.6.3 Capacidade tampão.....	10
1.6.4 Tamanho de partícula.....	11
1.6.5 Compactação.....	11
1.7 Referências.....	12
II- OBJETIVO GERAL.....	17
2.1. Objetivos Específicos.....	17
III - Material e Métodos.....	18
IV- Resultados e Discussão.....	23
4.1. Composição Químico-Bromatológica.....	23
4.2. Perfil Fermentativo.....	26
4.3 N-NH <sub>3</sub> e pH.....	28
4.4. Estabilidade Aeróbica.....	30
V - CONCLUSÃO.....	32
VI -REFERÊNCIAS.....	33

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Efeito da substituição de farelo de sorgo por palma forrageira nos níveis de nitrogênio amoniacal em silagens de dieta completa.....	29
FIGURA 2. Comportamento temporal do ph das silagens de dieta completa durante o período de exposição aeróbia.....	30

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Influência do grão no valor nutritivo da silagem de milho.....	9
TABELA 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes da dieta (g/kg de MS).....	19
TABELA 3. Composição químico-bromatológica das dietas completas pré-ensiladas (g/kg de MS).....	19
TABELA 4. Proporção dos ingredientes das dietas de silagem de ração completa (g/kg de MS).....	19
TABELA 5. Efeito da substituição da palma forrageira na composição químico bromatológica das dietas pós-ensiladas (g/kg da MS).....	24
TABELA 6. Efeito da substituição da palma forrageira no nutrientes digestível total das dietas pós-ensiladas (g/kg da MS).....	24
TABELA 7. Perfil fermentativo das silagens de dieta completa.....	26
TABELA 8. Número de horas para elevação da temperatura da silagem em 2°C em relação à temperatura ambiente.....	31

## RESUMO

JESUS, Fredy Martins de. **Silagem de palma forrageira em dieta completa**. Itapetinga, BA: UESB, 2019. 35 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

Objetivou-se avaliar os aspectos qualitativos da silagem de palma forrageira, associada à palhada do milho (PM) ou capim elefante (CE) como fonte volumosa em dieta completa. Foram utilizados quatro níveis de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira (0%, 33%, 66% e 100%) e duas fontes de volumosos PM e CE, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x2), totalizando oito tratamentos com cinco repetições. Foram avaliadas as características fermentativas, nutricionais e estabilidade aeróbia das silagens. Os dados foram submetidos análise de variância e regressão, utilizando o SAS System 9.0. Adotou-se 5% de probabilidade. Para as análises químico-bromatológico não houve efeito significativo da interação entre as fontes de volumosos e os níveis de substituição de farelo de sorgo por palma forrageira, exceto para a variável nutrientes digestíveis totais (*NDT*). Onde as dietas com volumosos PM e CE apresentaram valores de matéria seca, 248,9 e 308,6 g/Kg; proteína bruta 203,5 e 136,2g/Kg; fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) 369 e 488,2 g/Kg; (*NDT*) 581,1 e 516,9 g/Kg, respectivamente. O perfil fermentativo, a variável perda por gases apresentou diferença significativa nos níveis 33; 66; e 100%, com menor perda com 100% de substituição na dieta contendo palma. A perda por efluente apresentou diferença entre as fontes de volumoso, onde o nível de substituição 18,9% apresentou menor perda na dieta com volumoso CE, a recuperação de matéria seca apresentou diferença entre os volumosos nos níveis 33 e 66 %, ocorrendo um decréscimo de 0,061 g /kg a cada 1% de nível de substituição nas dietas contendo volumoso PM, já nas dietas contendo volumoso CE exibiu uma recuperação de matéria seca 90% no nível de substituição 38,5. Para as dietas com volumoso PM o menor tempo de exposição ao ar até a massa ensilada chegar 2°C acima da temperatura ambiente foi 36,9 com 39,6 % de substituição. As dietas contendo CE tiveram um comportamento linear, onde a cada nível de substituição ocorreu um decréscimo de 0,454 horas no tempo de exposição ao ar. A palma forrageira pode substituir de 33 a 66% do farelo de sorgo em silagem de dieta completa quando associada à Palhada do Milho ou Capim Elefante.

Palavras-chave: estabilidade aeróbica, palhada de milho, perfil fermentativo.

---

\* Orientador: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB e Co- orientador: Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB.

## ABSTRACT

JESUS, Fredy Martins de. Forage palm silage in complete diet. Itapetinga, BA: UESB, 2019. 35 p. Dissertation (Master in Zootechnics, Ruminant Production Concentration Area). \*

The objective was to evaluate the qualitative aspects of forage palm silage, associated with corn straw (CS) or elephant grass (EG) as a bulky source in a complete diet. Four levels of substitution of sorghum bran for forage palm (0%, 33%, 66% and 100%) and two sources of bulky CS and EG were used, distributed in a completely randomized experimental design (CRD), in a factorial scheme (4x2), totaling eight treatments with five repetitions. Fermentation, nutritional characteristics and aerobic stability of silages were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and regression, using the SAS System 9.0. A 5% probability was adopted. For chemical-chemical analysis, there was no significant effect of the interaction between the sources of roughage and the levels of substitution of sorghum bran for forage palm. , except for the variable total digestible nutrients (TDN), having a significant difference only between roughage. Where diets with bulky CS and EG showed dry matter values, 248.9 and 308.6 g / Kg; crude protein 203.5 and 136.2 g / kg; neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) 369 and 488.2 g / Kg; (TDN) 581.1 and 516.9 g / Kg, respectively. The fermentative profile, the variable lost by gases, showed a significant difference at levels 33; 66; and 100%, with less loss with 100% replacement in the diet containing palm. The variable waste by effluent showed a difference between the sources of roughage, where the substitution level 18.9% showed less loss in the diet with roughage EG, the recovery of dry matter showed a difference between the roughage at levels 33 and 66%, occurring a decrease of 0.061 g / kg for each 1% of substitution level in diets containing large corn straw, in diets containing large elephant grass, however, exhibited a 90% dry matter recovery at the 38.5 substitution level. For diets with roughage PM, the shortest time of exposure to air until the ensiled mass reached 2 ° C above room temperature was 36.9 with 39.6% replacement. Diets containing EC had a linear behavior, where at each level of substitution there was a decrease of 0.454 hours in the time of exposure to air. The forage palm can replace 33 to 66% of the sorghum bran in complete diet silage when associated with corn straw or elephant grass.

Keywords: aerobic stability, corn stalk, fermentative profile.

---

\* Advisor: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB and Co-advisor: Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB.

## **I– REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1 Introdução geral**

A grande maioria das propriedades brasileiras apresenta sistema de produção a pasto, onde há uma predominância em seus rebanhos de animais mestiço geralmente holandês /zebu, com potencial produtivo reduzido, devido a uma baixa aptidão genética para produção de leite, além de geralmente possuírem como base de sua alimentação quase que, exclusivamente o pasto, sendo que o mesmo ainda sofre com as consequências da desuniformidade da produção forrageira anual, tornado desfavorável o manejo alimentar durante todo ano.

Uma das estratégias mais utilizadas para armazenar forragem é através da ensilagem, que visa diminuir as perdas na produção dos rebanhos, mantendo o manejo alimentar durante os períodos de escassez. O uso de silagens de dieta completa é algo que tem se tornado comum entre produtores. Neste processo de produção, o alimento volumoso (forragem), alimentos energéticos e protéicos, minerais, vitaminas e aditivos são balanceados, a fim de atender a demanda nutricional de determinado grupo de animais, e ensilados de forma conjunta (Yuan et al., 2015).

Outra alternativa bastante utilizada no período seco é a palma forrageira, adaptada ao clima semiárido, onde apresenta alta concentração de energia, rica em carboidratos totais, alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (Oliveira et al., 2010) e alta produção de matéria seca por hectare (Santos et al, 2002), além de ser uma fonte indireta de água para os animais. Desta forma, as elevadas proporções de carboidratos não fibrosos (CNF) da palma forrageira têm despertado o interesse para sua utilização em substituição a ingredientes energéticos e também sua associação com fontes de nitrogênio não protéico (NNP), usualmente a uréia.

### **1.2 Silagem de dieta completa**

Estudos com objetivo de avaliar a melhoria da conservação de alimentos úmidos com a mistura de forragens com diferentes níveis de matéria úmida e ingredientes secos

já foram discutidos. A mistura de diferentes forrageiras e adição de ingredientes com maior teor de matéria seca podem proporcionar a correção do teor de umidade e carboidratos fermentescíveis com o intuito de se obter uma equilibrada fermentação e conservação da massa ensilada.

Rezende et al. (2002) avaliaram a mistura da planta do girassol por capim elefante durante a ensilagem em níveis até 100% de substituição e observaram que a mistura com até 23% de planta de girassol proporcionou melhores valores nutritivos. Sttelaet al. (2016) ensilaram milho e sorgo com níveis de substituição destas gramíneas por planta inteira de soja até 100% e observaram que a adição da planta inteira de soja em até 50% manteve o pH em níveis aceitáveis nas ensilagens com milho e com sorgo com melhorias na qualidade do produto final. Souza et al. (2003) adicionou na silagem de capim elefante níveis até 34,8% de casca de café e obteve redução do teor de umidade e redução do pH com o aumento dos níveis de casca de café.

A mistura de forrageiras pode também aumentar o teor de proteína em silagens, fato observado por Magalhães et al. (2011), que estudando a inclusão de até 40% leucena na silagem de capim elefante foi observado elevação de 4 para 7% o nível de proteína quando usado 40% de leucena na silagem.

Além de diferentes espécies forrageiras, diferentes coprodutos úmidos e ingredientes secos podem ser adicionados à silagem com fonte de alimento completo para ruminantes.

A silagem de dieta completa é uma alternativa de conservação de alimentos forrageiros associados resíduos e coprodutos agroindustriais com adição de fontes de carboidratos e proteínas, minerais, vitaminas e aditivos (Yuan et al., 2015).

A silagem de dieta completa é nutricionalmente balanceada e utilizada como alimentação completa para ruminantes com o objetivo de suprir as necessidades nutricionais dos animais. A associação de alimentos forrageiros, coprodutos agroindustriais úmidos e ingredientes com maior teor de matéria seca para produção de silagem podem promover melhoria das condições de fermentação e conservação, redução de perdas, efluentes e gastos com a desidratação de alimentos mais úmidos (Wang, Nishino; 2008; Nishino et al., 2004).

Segundo Nishino et al., (2004), a adequada associação de ingredientes úmidos e secos, balanceando os componentes nutricionais da massa ensilada, e submetidas à

anaerobiose podem promover redução rápida de pH, e produção de ácido lático, permitindo a conservação da silagem.

Para a produção de silagem de mistura total é importante conhecer o valor nutritivo das forrageiras, coprodutos agroindustriais e ingredientes utilizados no seu balanceamento. O teor de matéria seca e quantidade de carboidratos fermentáveis adequados na massa a ser ensilada são essenciais para os microrganismos ácidos lácticos acidificarem o meio, proporcionando a conservação da silagem (Nishino et al., 2003; Xu et al., 2007).

Kung Junior, et al. (1998) avaliaram duas dosagens de ácido propiônico na silagem de milho com ração total mista e observou ausência de variação na fermentação, no entanto, observaram redução do aquecimento da massa ensilada.

A produção de silagem de dieta completa pode proporcionar a vantagem do fornecimento de alimento no cocho de forma única e homogênea, reduzindo o custo com mão de obra para a mistura diária de ingredientes.

### **1.3 Palma Forrageira**

A palma forrageira é originada no México e tem sua distribuição geográfica pelo mundo, assim como seu cultivo na América do Sul, África e na Europa. É uma cultura altamente adaptada às condições áridas e semiáridas, pois essa planta apresenta bastante rusticidade e resistência as grandes adversidades edafoclimáticas dessas regiões (Souza et al., 2008). Reconhecida mundialmente por diversas organizações que buscam alternativas alimentares, como a (Food Agriculture Organization, FAO). A FAO descreve a palma forrageira como uma das principais fontes de exploração econômica, com reflexos na segurança alimentar e ambiental, nas regiões Áridas e Semiáridas do globo terrestre (Lopes, 2013).

A classificação botânica da palma forrageira é pertencente à divisão: *Embryophyta*, subdivisão: *Archiclamideae*, da ordem: *Opuntiales* família das *cactáceas* (Silva e Santos, 2006). Os mecanismos morfológicos dessa planta apresentam características bioquímicas sua adaptação às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro como o seu metabolismo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC ou CAM) que maximiza o uso da água devido à absorção do CO<sub>2</sub> durante o período noturno e sua conversão em biomassa durante o período matutino. Assim, essa é uma das principais culturas para o cultivo no semiárido, devido



a sua capacidade de retenção de água (Ravetta e Mclaughlin, 1996; Farias et al., 2000; Singh e Singh, 2003).

A palma forrageira apresenta baixo teor de MS, em torno de 10%, com variação observada de 6,07 a 16,57%, o que limita a sua inclusão em dietas de bovinos pela pequena densidade de nutrientes, apresenta baixo teor de PB, comumente, entre 4 a 5% da MS, o que exige a maior inclusão de ingredientes protéicos nas formulações para os bovinos.

Ressalta-se o teor de CNF da palma forrageira variaram de 42,27% a 71,17 %, com média de 57% da MS, valores que podem atingir o dobro do que, comumente, é observado para silagens de milho e sorgo, altos teores de cinza na matéria seca, com destaque para o cálcio, 2,25 - 2,88%; potássio, 1,5 - 2,45%; e fósforo, 0,10 - 0,14% (Santos et al., 1997).

Além disso, apresenta teores de FDN que podem ser 50% inferiores aos observados para as silagens. O alto teor de CNF (55%) e o baixo teor de FDN (28,47%) proporciona boa condição para a utilização junto com alimentos fibrosos (Ferreira, 2005; Sosa, 2004).

Alguns aspectos precisam ser considerados para utilização da palma forrageira como principal ingrediente nas dietas do gado leiteiro, em função das características bromatológica observadas, podendo ocorrer baixo consumo de MS pelo animal com conseqüente perda de peso, baixo desempenho, redução no teor de gordura do leite e distúrbios metabólicos, especialmente diarreias (Santana et al., 1972; Matter, 1986; Santos et al., 1990; Santos et al., 1997). Por isso, indica-se que o uso da palma deve estar associado com a complementação de outros volumosos ricos em fibras (Rodrigues et al., 2016).

Com tudo esta forrageira vem sendo utilizada como fonte de energia, podendo substituir alguns alimentos concentrados energéticos, como o milho ou farelo de sorgo, que é comumente utilizado na alimentação dos rebanhos (Lins et al., 2016), sendo utilizada em inclusão na dieta de diferentes categorias de bovinos em diferentes formas e assim ter menor dependência de insumos de maior custo (Ferreira et al. 2009).

Todavia, essa forrageira não apresenta as características recomendadas na literatura para passa pelo processo de ensilagem, tendo em vista que a manutenção da massa ensilada é dada principalmente pelos conteúdos de MS que deve ser de 28 a 40%,

carboidratos solúveis (CS) variando de 8 a 10% e capacidade tampão (CP) da forragem que não deve apresentar resistência à queda do pH ficando entre 3,8 e 4,2.

O percentual de MS da palma forrageira está em torno de 10% em cladódios jovens recém-colhidos Çürek & Özen, (2004), esse percentual é considerado muito baixo em relação ao preconizado por McDonald et al, (1991) que é de 35 a 40% de MS, pois o baixo teor de MS associado ao alto teor de água na palma forrageira pode favorecer o desenvolvimento de fermentação indesejadas. Contudo, a palma forrageira apresenta características nos seus componentes bioativos, que promovem condições de manter a homeostase no ambiente da massa ensilada, com seu percentual de carboidratos solúveis (CS), a alta concentração de polissacarídeos e pectinas, que são açúcares esterificados compostos de galactose, arabinose, xilose, frutose, e glicose, presentes nos cladódios em diferentes épocas do ano onde esses açúcares podem ser utilizados como fonte de substratos pelas bactérias lácticas durante o processo fermentativo, possibilitando uma boa massa ensilada (Ribeiro et al, 2010).

A formação de um gel emulsificante logo após a picagem dos cladódios da palma ocorre com o rompimento das células do clorênquima e parênquima onde fica armazenada a mucilagem, essa mucilagem é um hidrocolóide que proporcionam uma grande retenção dos fluidos da palma forrageira (Saaget al., 1975). Esse composto pode ser um dos principais responsáveis pela diminuição das perdas na ensilagem de palma, pois a mucilagem envolve os compostos fluídos da palma impedindo sua perda por formação de efluentes.

A capacidade tampão das forragens é uma das principais características no processo da ensilagem, onde quanto maior a capacidade de tamponamento do meio maior a possibilidade da ação de microrganismos indesejáveis na massa resultante da ensilagem. A palma forrageira devido ao seu metabolismo está intrinsecamente ligada à acidez titulável das *Opuntias*, assim como em sua capacidade de tamponamento, tem uma variação em relação ao horário de corte associado em algumas espécies conforme o metabolismo das plantas CAM, onde foi observado que o comportamento da capacidade tampão da palma também pela a hora do dia de sua colheita (Corrales-García et al., 2004). Assim, a colheita dos cladódios para ensilagem nos horários após as primeiras horas do dia pode sugerir menos capacidade tampão do material a ser ensilado e dessa forma favorecer a ação de microrganismos lácticos no abaixamento do pH da massa ensilada proporcionando sua estabilidade fermentativo.

Para um melhor desempenho nos processos de ensilagem da palma forrageira deve-se levar em consideração todas as suas características, bem como a associação de outros ingredientes dentro do material ensilado.

#### **1.4 Capim elefante**

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, ao gênero *Pennisetum* seção *Penicillaria*, é oriundo do continente africano, foi introduzido no Brasil na década de 20 e atualmente está distribuído por todo o território brasileiro (Rodrigues et al. 2001). Apresenta uma grande variabilidade genética, com características variáveis de rendimento, foto período, perfilhamento, relação colmo/folha. Pode produzir até 14,5 toneladas de matéria seca por hectare aos 56 dias de rebrota, tendo uma polivalência de utilização como capineira, ensilagem, feno e pastejo, alto valor nutritivo, alta taxa de crescimento e grande aceitação pelos animais. Contudo, sua produção é concentrada em aproximadamente 70 a 80% na época das chuvas, devido às baixas precipitações e temperaturas que ocorrem no período de inverno (Pereira et al, 2008).

Em pequenas propriedades é comum o uso desse recurso na forma de capineiras, geralmente utilizado nas épocas de escassez de pasto, onde está gramínea é oferecida aos animais picada no cocho. Apesar de ser uma cultura bastante utilizada, seu manejo muitas vezes é feito de forma errada, onde pode ser observados cortes de capineiras de maneira tardia, ocasionando o fornecimento de uma gramínea com baixo valor nutritivo, prejudicando o desempenho dos animais. Além disso, a ineficiência de utilização dessa forrageira normalmente torna as áreas de capineiras subutilizadas. (Gusmão e tal. 2018).

A ensilagem do capim elefante é uma alternativa para aumentar a eficiência no uso de capineiras, onde na época chuvosa em decorrência do clima favorável ocorre grande produção de massa verde com uma rápida rebrota após o corte, tornando viável a utilização de parte dessa produção forrageira na confecção de silagem.

Entretanto, o teor de matéria seca do capim elefante pode ser um fator limitante para a utilização desta gramínea em ensilagem, altos conteúdos de água, no momento da ensilagem, são indicadores de baixa qualidade do material ensilado. Além disso, silagens de gramíneas possuem outros aspectos desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis, necessários para uma fermentação adequada, alto poder tampão e menor teor energético para uma produção de uma boa silagem (Silva, 2003).

O material em que sua composição bromatológica atende as exigências para a confecção de uma boa silagem, deve ter o teor de matéria seca entre 30% e 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar uma boa fermentação microbiana (Nussio et al., 2001). Normalmente, silagens feitas exclusivamente com capim-Elefante apresentam teores de Matéria seca em torno de 20% e valores de carboidratos solúveis na faixa de 2 a 3% da matéria seca (Ferreira et al., 2013). Essas características podem favorecer o aparecimento de microorganismos indesejáveis e fermentações secundárias, acarretando na produção de efluentes e perda de matéria seca, onde serão lixiviados conteúdos solúveis como carboidratos não fibrosos, proteínas e vitaminas, devido ao excesso de umidade da forragem (Negrão et al., 2016).

A utilização de silagens de dieta completa é uma forma de contornar essa situação, o valor nutritivo e a composição química das silagens podem ser alterados por meio da utilização de aditivos (ingredientes da dieta) no momento da ensilagem. Os ingredientes têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo favorecendo a conservação e melhorar o valor nutritivo.

Contudo, os ingredientes usados como aditivo nas silagens de capim devem apresentar alto teor de matéria seca, grande capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação, como também ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição (Bergamaschine et al. 2006).

## **1.5 Milho**

A cultura do milho (*Zeamays*) apesar de excelente adaptação ao Brasil possui origem da América Central, mais especificamente no México. A grande evolução da cultura no país foi apenas na década de 1950, onde principalmente se deu através do crescimento do nível tecnológico na produção animal, sabendo que a alimentação é um dos principais componentes na produção animal e a cultura do milho possui papel fundamental na composição dessa dieta, tornando-o um dos grandes responsáveis pelo aumento considerável dos índices zootécnicos encontrados nos últimos anos no Brasil.

Atualmente essa cultura é uma das plantas mais cultivadas no mundo devido ao seu elevado potencial produtivo e nutricional, tornou-se mundialmente uma das principais fontes energéticas na alimentação animal.

A colheita do milho depende muito da cultivar e do produto final no qual o produtor tem por objetivo, através disso, a mesma passa a depender de outros fatores, como a sua maturidade fisiológica e as condições climáticas da região, ambas fundamentais na escolha racional do produto final.

Para a produção de milho com fim de obtenção dos grãos, a umidade deve estar entre 12 e 14 %, para garantia da qualidade do milho e redução ao ataque de pragas e doenças no seu armazenamento.

Uma das técnicas de armazenamento mais utilizadas é através da ensilagem da planta, no caso da ensilagem da planta com espiga, o ponto de colheita deve ser atentado ao estado dos grãos, onde devem ser encontrados de pastoso para farináceo e com teor de massa seca entre 30 e 35 %. As condições climáticas resultantes das épocas de semeadura ou da região onde a lavoura foi instalada faz com que o ponto de colheita seja variável (Pereira Filho e Cruz, 2002).

Já para a ensilagem da planta do milho sem espiga, o objetivo principal é a retirada da espiga para a comercialização do milho verde, este deve ser colhido com os grãos no estado leitoso, apresentando de 70 a 80% de umidade (Coelho e Parentoni, 1988). A partir dessa técnica, a prática tornou-se uma excelente alternativa para o nordeste do Brasil, que possui como cultura regional a retirada das espigas para comercialização nas datas festivas de São João.

Entretanto, a ensilagem logo após a colheita da espiga não é indicada, pois existe a possibilidade da silagem não ser de boa qualidade em razão do baixo teor de matéria seca. Posteriormente, a planta ao atingir o teor de massa seca ideal para produção de silagem de qualidade, surge como alternativa a utilização do resíduo das demais partes da planta para alimentação animal nos períodos de escassez de alimento, contudo, vale ressaltar que, apesar da elevada produção de massa seca, a planta do milho sem espiga possui valor nutritivo inferior (Tabela 4). Costa et al. (2000) ao avaliarem o potencial de ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas (100, 75, 50, 25 e 0%), foi possível observar que a retirada de até 25% de espigas potencialmente comercializáveis na forma de milho verde não compromete o valor nutritivo da planta inteira de milho para ensilagem no estágio de grãos farináceos, ou seja, a retirada de 25% ou superior influencia diretamente no valor nutricional e no padrão fermentativo da silagem de milho.

**Tabela 1.** Influência do grão no valor nutritivo da silagem de milho

Grãos na massa ensilada (Kg/t)	Grãos na massa seca (%)	NDT %
0	0	49
65	16	56
115	28	66
219	43.8	75

Fonte: Adaptado Hillman (1976), citado por NUSSIO (1992).

Destarte, é de suma importância, que ao fornecer a planta sem espiga, seja ela “*in natura*” ou ensilada, torna-se imprescindível a associação com outros alimentos mais ricos em nutrientes. A partir disso, ainda que poucos existam poucos trabalhos, surgem às idéias de formulações de silagens de dieta completa, onde o volumoso de baixa qualidade e alto teor de massa, combinado com alimentos mais concentrados, torna-se possível oferecer uma dieta que atenda as exigências dos animais, com custo de produção reduzido, visto que este é o componente mais oneroso da cadeia produtiva.

## 1.6 Fatores que afetam a ensilagem

### 1.6.1 Umidade

A umidade da forrageira ensilada influencia no perfil de micro-organismos presentes no ecossistema do silo. Baixo teor de MS pode aumentar as perdas por efluentes, podendo também ocorrer crescimento de microrganismos indesejáveis (bactérias dos gêneros *Clostridium*), que se desenvolvem os custos de carboidratos e proteínas da massa ensilada gerando perdas sensíveis do valor nutritivo (Castro et al., 2006; Jobim et al., 2007). A produção de ácido butírico e nitrogênio não protéico influenciando as características bioquímicas, sensoriais e bromatologia da silagem, determinando a qualidade do volumoso conservado.

O potencial de uma espécie forrageira para ser ensilada depende do seu teor de água e carboidratos solúveis e de seu poder tampão no momento do corte, pois esses fatores serão determinantes no tipo de fermentação que ocorrerá dentro do silo (McDonald et al. 1991).

Valores ideais para matéria seca devem estar entre 300 e 350 g/kg. Silagem de boa qualidade, sem necessidade do uso de aditivos, tem teor de umidade entre 60-72%. Teores abaixo de 60% e acima de 72% de umidade podem estimular o aparecimento e mofos, devido às fermentações indesejáveis, promovendo grandes perdas de MS (Wilkinson & Davies 2012).

Yan & Agney (2004) relataram extensa variação no teor de matéria seca da silagem de gramíneas temperadas com mínimo de 15,5% MS e máximo de 41,3% MS. Apesar da elevada variação, as silagens apresentaram-se dentro dos padrões aceitáveis de qualidade e valor nutritivo. Concluindo-se que o teor de matéria seca parece não ser limitante quando associado a elevado teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão.

### *1.6.2 Teor de carboidratos solúveis*

Ensilagem é um método de conservação baseado na conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente lactato, por bactérias ácido-láticas (BAL). Com redução do pH, onde o material ainda úmido torna-se livre da ação de microrganismos danosos.

As principais fontes de energia utilizada pelos micro-organismos fermentadores nas silagens são os monossacarídeos e os dissacarídeos das forrageiras. A grande quantidade de açúcares proporciona a colonização e formação do biofilme sobre a partícula da forragem, (Pereira et al., 2007).

Os carboidratos solúveis são fermentados a ácidos graxos voláteis, ácido láctico, álcool, dióxido de carbono, água e calor na dependência do tipo de micro-organismo (heterofermentativos e homo fermentativas) atuante (Muck, 2010).

Níveis entre 6 e 16% de carboidratos solúveis vêm sendo documentados como promotores de fermentação láctica na ensilagem. Em gramíneas tropicais, os níveis de carboidratos solúveis são descritos como moderados ou baixos.

### *1.6.3 Capacidade tampão*

O poder tampão ou capacidade tamponante indica a intensidade com que a forragem resiste à mudança de pH durante a ensilagem. Sistemas tamponados são meios em que mesmo ocorrendo a adição de um ácido ou uma base não ocorre a alteração do pH, ácidos fracos e seus sais torna o meio resistente à variação na concentração hidrogênionica. (Neumann et al., 2010).

Os principais sistemas tampões encontrados nas forrageiras são os ácidos cítrico, fosfórico, glicérico e málico onde suas concentrações determinam o sucesso do abaixamento do pH na fase de fermentação ativa na ensilagem.

O processo de ensilagens de forrageiras de alto poder tampão resulta na necessidade de maior produção de ácidos orgânicos para reduzir pH da massa ensilada, tornando o mais longo o processo fermentativo, aumentando o consumo de carboidratos solúveis e ocasionando maiores perdas. A umidade elevada também interfere na capacidade tampão das plantas forrageiras; massas ensiladas com maior atividade de água apresentam maior capacidade tampão (Pereira et al., 2007).

#### *1.6.4 Tamanho de partícula*

O tamanho das partículas tem grande influência para obtenção de uma silagem de boa qualidade fermentativa, onde quanto menor o tamanho destas promove uma maior facilidade de compactação do material no interior do silo, diminuição da fase aeróbia, menores perdas por respiração da planta e crescimento de microrganismos aeróbios, principalmente fungos e leveduras.

Wascheck et al. (2008) observaram uma relação inversa entre o tamanho das partículas e a densidade de silagem, sugerindo que quanto menor o tamanho das partículas maior a densidade. Contudo, silagens de gramíneas tropicais sem emurchimento, a redução do tamanho de partícula pode provocar maiores perdas por efluentes.

#### *1.6.5 Compactação*

A presença de oxigênio na massa ensilada é tida como um fator indesejável para conservação da mesma, onde o oxigênio estimula fermentações indesejadas, aumenta a temperatura da silagem, sendo a compactação a grande responsável pela minimização deste componente. Características como matéria seca e tamanho de partícula são fundamentais para a fácil compactação da massa no momento da ensilagem, levando à rápida formação de um ambiente anaeróbio. (Wascheck et al., 2008).

Silagens com maior teor MS e bem compactadas preservam uma maior quantidade de açúcares residuais que podem ser usados como fonte de energia pelos micro-organismos ruminais (Senger et al. 2005)

Outros fatores que se destacam interferindo diretamente na densidade da forragem ensilada são: o peso e a pressão aplicada na compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem adicionada, e a taxa de enchimento do silo (Holmes & Muck, 1999).



Gramíneas graníferas como milho e sorgo, podem ser dispostas em camadas de até 40 cm no processo de compactação, já as gramíneas dos gêneros Panicum e Brachiaria são mais indicadas camadas não superiores a 30 cm. Maiores densidades favoreceram a redução no pH, aumentam à taxa de recuperação de MS da silagem de gramíneas do gênero Brachiaria, proporcionando maiores coeficientes de digestibilidade in vitro da MS (Amaral et al. 2007).

### 1.7 Referências

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

BERGAMASCHINE, A.F., M. PASSIPIERI E W.V. VERIANO FILHO. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35: 1454-1462. 2006.

Castro, F. G. F.; Nussio, L. G.; Haddad, C. M.; Campos, F. P.; Coelho, R. M.; Mari, L. J.; Toledo, P. A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim tifton-85 (*Cynodon* sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.358-371, 2006.

COELHO, A.M., PARENTONI, S.N. **Milho Verde**. Inf. Agropec., 13:49-53, 1988.

CORRALES-GARCÍA, J. et al. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 2, p. 169–174, 2004.

COSTA, C.; CRESTE, C.R.; ARRIGONI, M.D.B. et al. Potencial para ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. *Acta Scientiarum*, v.22, n.3, p.835-841, 2000.

ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. **Turk J Vet Anim Sci**, v. 28, p. 633–639, 2004.

FARIAS, I. et al. Manejo de Colheita e Espaçamento da Palma-Forageira, em Consórcio com Sorgo Granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341–347, 2000.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, 2005.

HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.

HU, X.; HAO, W.; WANG, H.; et al., Fermentation characteristic and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, v. 28, p. 502 – 510, 2015.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

KUNG JR, L., SHEPERD, A. C., SMAGALA, A. M., ENDRES, K. M., BESSETT, C. A., RANJIT, N. K., & GLANCEY, J. L. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, 81(5), 1322-1330. 1998.

LINS, S.E.B.; PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; CAMPOS, J.M.S.; SILVA, J.A.B.A.; SILVA, J.L.; SANTOS, S.A.; MELO, T.T.B. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 1, p. 26-31, 2016.

LOPES, EDSON BATISTA (Org.). **Palma Forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordestino**. João Pessoa: EMEPA – PB, 2013.

MAGALHÃES, J. A., RODRIGUES, B. H. N., COSTA, N. D. L., TOWNSEND, C. R., PEREIRA, R. D. A., PEIXOTO, M. J. A., & COSTA, M. R. G. F. **Silagem mista de capim-elefante e leucena: proteína bruta e minerais**. Embrapa Roraima-Artigo em periódico indexado (ALICE). 2011.

MATTER, H.E. The utilization of Opuntia of livestock. **Animal Research and Development**, v.23, n.1, p.107-115, 1986.

McDonald, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, p. 340, 1991.

MCDONALD, P.J., HENDERSON, A.R. & HERON, S.J.E. The biochemistry of silage (2ª Ed.) **Mallow Chalcombe Publications**, ISBN 0948617225, 1991.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira DE Zootecnia**, v.39, p.183-191, 2010 (supl. especial)

NEGRAO, F. M.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C. C. O.; Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim Brachiaria decumbens com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.17, n.1, p.13-25 jan./mar., 2016.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R.; FARIA, M. V.; UENO, R. K.; REINERH, L. L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.187-195, 2010.

NISHINO, N. et al. Microbial Counts, Fermentation Products, and Aerobic Stability of Whole Crop Corn and a Total Mixed Ration Ensiled With and Without Inoculation of

Lactobacillus casei or Lactobacillus buchneri. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.2563-2570, 2004.

NISHINO, N., HARADA, H., SAKAGUCHI, E., Evaluation of fermentation and aerobic stability of wetbrewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of Science**. v. 83, p.557-563, 2003.

NUSSIO, L.G. et al. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 1 , Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 319. 2001.

NUSSIO, L.G.; PENATI, M.A, CORSI, M.; BOSE, M.L.V.; BARBEIRO, V.E.S.; ROSSI, P. e PEREIRA, J.RA Avaliação de parâmetros nutricionais de híbridos de milho para a produção de silagem. In: **Anais**. da XXIX Reunião Anual da SBZ, Lavras, MG, 57p, 1992.

OLIVEIRA, F. T. de; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P. da; FILHO, F. C. de A.; JÚNIOR, E. B. P. Palma Forrageira: Adaptação E Importância Para Os Ecossistemas Áridos E Semiáridos. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 27–37, 2010.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Cultivo do Milho. **Plantio, Espaçamento, Densidade, Quantidade de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Ed.)**. Sete Lagoas, MG. Dez. Comunicado Técnico, 2002.

PEREIRA, A,V,; MACHADO, M,A,; AZEVEDO, A.L.; NASCIMENTO, C.S.; CAMPOS, A.L.; SILVA LÉDO, F. J. Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v, 37, n, 7, p, 1216-1221, 2008.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLARROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zeamays*, L). **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

RAVETTA, D. A.; MCLAUGHLIN, S. P. Ecophysiological studies in *Hesperaloe funifera* (Agavaceae): a potential new CAM crop . Seasonal patterns of photosynthesis. **Journal of Arid Environments**, v. 33, p. 211–223, 1996.

REZENDE, A. V., EVANGELISTA, A. R., BARCELOS, A. F., SIQUEIRA, G. R., SANTOS, R. V., & MAZO, M. D. S. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthusannuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31(5), 1938-1943. (2002)

RIBEIRO, E. M. D. O.; SILVA, N. H. D.; LIMA FILHO, J. L. D.; BRITO, J. Z. D.; SILVA, M. D. P. C. D. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder 38 palm), according to age and season. **Food Science and Technology** (Campinas), v. 30, n. 4, p. 933–939, 2010.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In:PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.)Simpósio

sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2ª edição. **Anais...** Piracicaba FEALQ, 2001, p.203-224.2001.

SAAG, L. M. K. et al. Cactaceae Mucilage Composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, n. 7, p. 993–1000, 1975.

SANTANA, O.P.; ESTIMA, A.L., FARIAS, I. Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, n.1, p.31-40, 1972.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA - Documentos, p. 45, 2002.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante,redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalea cochenillifer* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES NETTO, D.; LIMA, L.D. Composição química e digestibilidade „in vitro“ de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SILVA, B. C., **Silagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções na dieta de bovinos de corte**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, p. 65, 2003.

SILVA, C. C. F. DA; SANTOS, L. C. Palma Forrageira ( *Opuntia Ficus- Indica* Mill ) como alternativa na alimentação de ruminantes ( Forage Palm ( *Opuntia Ficus- Indica* Mill ) as alternativa in ruminant feeding ). **Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET**, v. VII, n. 10, p. 1–13, 2006.

SINGH, R. S.; SINGH, V. **Growth and Development Influenced by Size, Age, and Planting Methods of Cladodes in Cactus Pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.)**. **Received**, p. 47–54, 2003.

SOSA, M. Y. **Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

SOUZA, L. S. B. DE et al. **Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (Opuntiasp) Climatological indicators for agricultural zoning of fodder opuntia** Material e Métodos.Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semi-Árido, p. 23–28, 2008.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Journal Dairy Science**, v. 91, p.2380-2387, 2008.

WASCHECK, R. C.; MOREIRA, P. C.; COSTA, D. S.; DUTRA, A. R.; FERREIRA NETO, J. F.; MOREIRA, L.; CAMPOS, R. M.; LAFORGA, C. S.; REZENDE, P. L. P.; RABELO, N. A. Características da silagem de capim colônia (*Panicum maximum*, jacq) submetido a quatro tempos de emurchecimento pré-ensilagem. **Estudos**, v. 35, n. 3, p. 385-399, 2008.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1–19, 2012.

YAN, T.; AGNEW, R.E. Concentrations using nutrient compositions and fermentation characteristics Prediction of nutritive values in grass silages: I. Nutrient digestibility and energy. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1367-1379, 2004.

YUAN, X.; GUO, G.; WEN, A.; et al. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 207, p. 41-50, 2015.

## **II- OBJETIVO GERAL**

Avaliar os aspectos qualitativos da silagem de palma forrageira, associado à palhada do milho ou capim elefante como fonte volumosa em silagens de dieta completa.

### **2.1. Objetivos Específicos**

- 1.** Avaliar a composição bromatológica das silagens.
- 2.** Analisar estabilidade aeróbia e perfil fermentativo das silagens de palma em dietas completas.

### III - Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Forragicultura, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Campus de Itapetinga, no período de julho a dezembro de 2018.

A temperatura média anual é de 27°C, e pluviosidade média anual de 857 mm, no período de julho a dezembro de 2018.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2x4, sendo duas fontes de volumosos (palhada de milho e capim elefante) e quatro níveis de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira (0%, 33%, 66% e 100%), totalizando oito tratamentos. As unidades experimentais dos tratamentos foram distribuídas no Delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com cinco repetições.

As forragens ensiladas foram coletadas no início da manhã, o capim elefante (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso), com estágio fonológico avançado iniciando a floração e a palhada do milho (*Zeamays*) foram colhidos manualmente, a 10 cm do solo, sendo picados em fragmentos a dois cm em ensiladeira estacionária. A palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera*- Salm Dyck) foi coletada logo em seguida, sendo também picada em fragmentos de dois centímetros em ensiladeira estacionária.

Após a coleta retirou-se uma amostra de cada ingrediente para a definição da composição bromatológica dos alimentos, foi realizada a determinação dos teores de matéria seca (MS) (AOAC 2005; método 934,15); cinzas (AOAC 2005; método 930,15); proteína bruta (PB) (AOAC 2005; método 990,03); fibra em detergente neutro (FDN) de acordo Van Soest et al. (1994); extrato etéreo (EE) (AOAC, 2005; método 920,39). A concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) foi determinada por diferença, através da equação:  $CNF = 100 - (PB + FDN_{cp} + EE + MM)$ , segundo (Detmann et al., 2010).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo Capelle et al, (2011) (Tabela 1 e 2). A proporção dos ingredientes das dietas está contida na Tabela 3, a razão volumoso: concentrado utilizada foi de 55:45, visando atender às exigências de

vacas com produção estimada de 12 kg/dia de leite, de acordo NRC (2001): Cálcio: 47,0 g/kg; Fósforo: 30,0 g/kg; NDT: 593,7 g/kg e PB: 140,0 g/kg.

**Tabela 2.** Composição químico-bromatológica dos ingredientes da dieta (g/kg de MS).

Item	MS	MM	PB	FDN	EE	CNF	NDT
Farelo de Sorgo	839,6	11,7	123,5	156,5	92,3	532,8	698,8
Farelo de Soja	871,2	67,6	525,7	192,2	65,2	250,0	812,5
Palhada do milho	313,1	129,4	106,7	617,0	70,3	181,2	505,9
Capim Elefante	340,5	63,2	48,2	715,7	57,4	148,7	427,5
Palma Forrageira	67,9	209,1	94,4	122,0	100,4	479,9	691,0

MS- Matéria seca; MM- matéria mineral; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; EE- Extrato etéreo; CNF - Carboidratos não fibrosos NDT- nutrientes digestíveis totais.

**Tabela 3.** Composição químico-bromatológica das dietas completas pré-ensiladas (g/kg de MS).

Item	MS	MM	PB	FDNcp	EE	CNF	Lig	NDT
<b>Volumoso</b>								
<b>% Substituição</b>								
0	363,3	62,8	175,7	421,0	79,6	253,6	37,4	596,2
<b>Palhada do Milho</b>								
33	294,7	84,1	197,9	384,8	76,3	255,8	29,0	556,5
66	231,5	82,5	172,4	383,0	78,4	257,6	34,5	562,6
100	149,7	76,3	212,8	434,6	84,6	178,5	26,1	550,0
0	403,0	72,3	149,6	495,4	68,9	213,4	13,8	632,5
<b>Capim Elefante</b>								
33	348,9	80,3	155,5	487,5	78,6	198,6	56,2	525,0
66	242,5	81,7	149,2	533,5	76,0	159,8	58,1	501,1
100	228,1	79,8	113,8	508,9	78,7	218,6	72,1	495,9

MS- Matéria seca; MM- matéria mineral; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FDNcp- Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDA- Fibra em detergente ácido; Lig- Lignina; CNF - Carboidratos não fibrosos; CT- Carboidratos totais.

**Tabela 4.** Proporção dos ingredientes das dietas de silagem de ração completa (g/kg de MS).

Ingredientes	0%	33%	66%	100%
Farelo de Sorgo	270	180	90	0
Farelo de soja	150	150	150	150
Palma Forrageira	0	90	180	270
Palhada do milho	550	550	550	550
Ureia	10	10	10	10
Mistura mineral	20	20	20	20
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
Ingredientes	0%	33%	66%	100%
Farelo de Sorgo	270	180	90	0
Farelo de soja	150	150	150	150
Palma Forrageira	0	90	180	270
Capim elefante	550	550	550	550
Ureia	10	10	10	10
Mistura mineral	20	20	20	20
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

No processo de ensilagem, misturaram-se os ingredientes do concentrado e volumoso de forma manual, os quais foram compactados nos silos utilizando soquetes de concreto. Foram



utilizados 40 silos experimentais de PVC, com 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, providos de válvula de Bunsen, contendo no fundo 1,0 kg de areia desidratada em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, a areia foi separada da forragem por uma tela cortada de acordo o diâmetro dos tubos de PVC, para evitar contaminação.

Os pesos das massas ensiladas utilizados foram de aproximadamente 2,4; 2,8; 2,7; 2,1 kg/silo experimental, para as respectivas dietas com o volumoso palhada do milho sem espiga e 0%, 33,3%, 66,6% e 100% de substituição de farelo de sorgo por palma forrageira e 2,1; 2,5; 2,6 2,5 kg/silo experimental, para as respectivas dietas com o volumoso Capim Elefante e 0%, 33,3%, 66,6% e 100% de substituição de farelo de sorgo por palma forrageira, com a densidade média de 697 kg/m<sup>3</sup>.

Os silos foram fechados com tampa de PVC e vedados com fita plástica adesiva e mantidos em galpão coberto, após 90 dias, os silos foram abertos, aerados por 30 minutos, para permitir a volatilização de gases e pesados com e sem a tampa, para aferição da perda por gases.

As perdas de gases e efluentes e a determinação da recuperação de matéria seca foram mensurados por meio da diferença de peso.

Para o cálculo da perda por gases, utilizou-se a seguinte equação:

$$PG = (PCf - Pca).$$

PG = perdas por gases, em porcentagem da MN; PCf = peso do cano cheio no fechamento (kg); Pca = peso do cano cheio na abertura (kg) (Jobim et al., 2007).

No cálculo das perdas por efluentes, a seguinte equação foi utilizada:

$$PE = (PVa - PVf).$$

PE = perda por efluentes em porcentagem da MN; PVa = peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg); PVf = peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg) (Jobim et al., 2007).

No cálculo da recuperação de matéria seca, utilizou-se a equação:

$$RMS (\%MN) = (MFf \times MSf) / (MFi \times MSi) \times 100.$$

RMS (%MN) = taxa de recuperação de matéria seca, em % da matéria natural; MFi = massa de forragem no fechamento (kg); MSi = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%); MFf = massa de forragem na abertura (kg); MSf = teor de matéria seca da forragem na abertura (%) (Jobim et al., 2007).

No cálculo das perdas de MS, utilizou-se a equação:

$$PMS = [(MSi - MSf) / MSi] \times 100.$$

PMS= perda total de matéria seca; MSi = quantidade de matéria seca inicial; MSf = Quantidade de matéria seca final (Jobim et al., 2007).

Uma alíquota foi coletada de cada silo na abertura (D0) para determinação dos teores de MS, PB, cinzas e EE (AOAC 2005); fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) de acordo Van Soest et al. (1994); O teor de lignina (Lig) foi determinado de acordo Gomes et al. (2011).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) das silagens foram estimados por diferença, através das equações:  $CNF = 100 - [(PB - PBU + U) + EE + Cinzas + FDNcp]$ , segundo Hall, (2000);  $CT = 100 - (PB + EE + Cinzas)$ , segundo Sniffen et al., (1992), respectivamente.

Em seguida todo o conteúdo de silagem foi retirado dos silos e colocados em baldes plásticos com capacidade de 10 L e armazenados em câmara climática a  $23 \pm 1^\circ C$ , para avaliação da estabilidade aeróbia.

As temperaturas das silagens foram aferidas em intervalos de 8 horas durante 96 horas, após a acomodação dos baldes na câmara climática, com o uso de termômetro inserido a 10 cm no centro da massa ensilada, conforme metodologia proposta por (Kung Júnior et al. 2003; Bernardes et al. 2007) com adaptações.

Os parâmetros para avaliação da estabilidade aeróbia constituíram-se no: aumento em  $2^\circ C$  da temperatura da silagem em relação à temperatura ambiente após a abertura dos silos (Moran et al., 1996) com adaptações, número de horas para elevação da temperatura da silagem em  $2^\circ C$  em relação à temperatura ambiente e temperatura máxima, conforme (O'Kiely et al. 1999).

Outro parâmetro utilizado para avaliação da estabilidade aeróbia das silagens foi o pH, segundo (Cherney & Cherney, 2003).

A temperatura do ambiente foi controlada por meio de termostato, do aparelho refrigerador, e por meio de termômetros amarrados em barbante ficando suspensos no ar.

A determinação do pH e foi realizada nos seguintes períodos: 0 (D0), 1 (D1), 4 (D4) e 5 (D5) dias de exposição aeróbia, de modo que o tempo zero foi considerado o momento da abertura dos silos. Foram retiradas, aproximadamente 15 g da massa de cada silo para determinação do pH, conforme (Cherney & Cherney, 2003).

A análise de nitrogênio amoniacal / nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT) foi executada a partir do suco da silagem, em que foi retirada aproximadamente 25 g de silagem de cada balde. Em seguida, estas foram tratadas com 200 mL de solução de ácido sulfúrico a 0,2N, inseridas em potes com tampas e mantidas em repouso durante 48 horas sob

refrigeração para solubilização do N-NH<sub>3</sub>. Em seguida, as amostras foram filtradas em papel-filtro e assim submetidas à destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N pelo método Kjeldahl e em seguida titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,1N, conforme (Bolsen et al. 1992).

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e regressão, utilizando o SAS System 9.0. Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t”. E o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) como estatística auxiliar para verificação da adequação do modelo. Adotou-se  $\alpha = 0,05$ .

## IV- Resultados e Discussão

### 4.1 Composição Químico-Bromatológica

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da interação entre as fontes de volumosos e os níveis de substituição de farelo de sorgo (FS) por palma forrageira (PF) nas variáveis da análise bromatológica, exceto para variável NDT (Tabela 6). Porém houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre as fontes de volumosos (Tabela 5).

Para os níveis de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira houve um efeito linear decrescente ( $P<0,05$ ) para matéria seca (MS), lignina (LIG), Carboidrato total (CT), carboidrato não fibroso (CNF), Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e crescente para matéria mineral (MM). A variável Nutriente Digestíveis Total (NDT) apresentou comportamento quadrático para dietas com volumoso palhada de milho e linear para dietas com volumoso Capim Elefante (Tabela 6). Para proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) a substituição não apresentou efeito (Tabela 5).

A cada 1% de inclusão de palma ocorreu um decréscimo de 1,89 g/kg de matéria seca. Esta queda nos níveis de MS em resposta a substituição do farelo de sorgo por palma forrageira esta relacionada ao baixo teor de matéria seca encontrado na palma (6,89%), o que resultou em uma variação entre 384,8 g/kg para os níveis 0% até 193,4 g/kg para os níveis 100% de substituição (Tabela 2). A palma de um modo geral apresenta um alto teor de umidade (Rodrigues et al, 2016).

**Tabela 5.** Efeito da substituição da palma forrageira na composição químico bromatológica das dietas pós-ensiladas (g/kg da MS).

Variável	Volumoso		Palma (%)				Probabilidade					R <sup>2</sup>
	Palhada de Milho	Capim Elefante	0	33	66	100	CV (%)	Volumoso	N.S	Interação	Equações	
MS (g)	248,9	308,6	384,8	297,7	239,1	193,4	2,757	0,0001	0,0001	0,0961	$\hat{Y} = 373,1 - 1,898x$	0,976
PB (g)	203,5	136,2	176,8	173,0	173,5	156,1	10,93	0,0001	0,0560	0,9566	$\hat{Y} = 169,85$	-
FDNcp (g)	369,0	488,2	467,4	428,3	415,4	403,2	6,47	0,0001	0,0001	0,3100	$\hat{Y} = 459,2 - 0,616x$	0,905
LIG (g)	19,3	47,9	38,1	33,5	32,2	30,5	17,07	0,0001	0,0370	0,4687	$\hat{Y} = 37,13 - 0,071x$	0,905
FDNi (g)	117,1	253,3	219,9	183,8	173,2	164,0	10,41	0,0001	0,0001	0,0713	$\hat{Y} = 211,8 - 0,535x$	0,88
MM (g)	106,0	86,9	76,7	94,0	107,9	107,1	12,97	0,0001	0,0001	0,0825	$\hat{Y} = 80,76 + 0,314x$	0,858
EE (g)	79,0	65,2	70,7	71,8	72,3	73,6	3,71	0,0001	0,1251	0,1142	$\hat{Y} = 72,1$	-
CHO tot (g)	605,1	704,9	675,4	661,2	647,0	636,3	3,96	0,0001	0,0116	0,2623	$\hat{Y} = 674,6 - 0,395x$	0,994
CNF (g)	254,7	221,7	281,3	254,9	227,7	188,9	15,02	0,0064	0,0001	0,0981	$\hat{Y} = 283,7 - 0,915x$	0,991

MS - Matéria Seca; PB - Proteína Bruta; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; LIG - Lignina; FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível; MM - Matéria mineral; EE - Extrato etéreo; Ctot - Carboidratos totais; CNF - carboidrato não fibroso; CV - coeficiente de variação; Vol - volumoso; N.S - níveis de substituição; Int. - interação;

**Tabela 6.** Efeito da substituição da palma forrageira no nutrientes digestível total das dietas pós-ensiladas (g/kg da MS).

	Níveis de substituição %				CV (%)	Volumoso	N.S	Interação	Equações	R <sup>2</sup>
	0	33	66	100						
NDT- P.M (g)	609,1	594,2	580,9	540,3	2,24	0,0001	0,0001	0,0062	$\hat{Y} = 607,7 - 0,095x - 0,005x^2$	0,985
NDT- C.E (g)	526,6	526,3	515,3	499,6	2,24				$\hat{Y} = 530,7 - 0,276x$	0,878

NDT- P.M - Nutrientes digestíveis totais dietas com volumoso palhada de milho ; NDT- C.E - Nutrientes digestíveis totais dietas com volumoso Capim Elefante ; CV - coeficiente de variação; N.S - níveis de substituição.

Embora alguns valores de matéria seca encontrados neste estudo estejam abaixo da faixa recomendada entre 30 a 35% (Wilkinson & Davies, 2012), as silagens apresentaram-se dentro dos padrões aceitáveis de qualidade e valor nutritivo. O teor de matéria seca parece não ser limitante quando associado a elevado teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (Yan & , 2004). Segundo Lima et al. (2017), baixos teores de matéria seca encontrados em silagem de milho não foram responsáveis por interferir na qualidade da silagem, em função da quantidade de carboidratos solúveis na planta que foi suficiente para que as bactérias lácticas mantivessem atividade normal para preservação adequada da silagem.

Os teores de PB e EE não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com a substituição de farelo de sorgo por palma forrageira (Tabela 5). Como os níveis dessas variáveis em relação à matéria seca eram semelhantes para ambos os ingredientes não houve variação decorrente a substituição. (Tabela 2).

As variáveis FDNcp, FDNi e lignina apresentaram um decréscimo 0,616, 0,535 e 0,071 g/kg, respectivamente, a cada 1% de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira. Essa variação está associada ao baixo teor destes componentes na palma forrageira.

O efeito linear crescente da MM com o aumento dos níveis de palma podem ser explicados pela elevada fração de MM encontrada na palma forrageira utilizada neste estudo (209,01 g/kg da MS) (Tabela 2). Os valores médios de MM na palma estão entorno de 120 g/kg da MS (Bispo et al, 2007; Barros et al 2016).

Os teores de CT e CNF diminuíram à medida que o farelo de sorgo foi substituído pela palma forrageira. A cada 1% de substituição ocorreu um decréscimo de 0,395 g/kg e 0,915 g/kg respectivamente (Tabela 5). Essa redução está relacionada ao menor teor de CNF da palma (479,9 g/kg de MS) em relação ao farelo de sorgo (532,8 g/kg de MS) (Tabela 2).

Neste estudo, a variável NDT para dieta com volumoso palhada de milho apresentou como ponto de máxima 9,5 % de substituição de farelo de sorgo por palma forrageira chegando a 607,2 g/kg de NDT (Tabela 6). Já para as dietas com volumoso capim elefante a cada 1% de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira ocorreu um decréscimo de 0,27 g/kg de NDT.

A palma forrageira apresenta teores de NDT elevados, muitas vezes superiores ao de volumosos amplamente usados na dieta de ruminantes (Frota et al, 2015). Outros

fatores que interfere nos níveis de NDT são as perdas por gases e efluentes que são inevitáveis devido aos processos provenientes da fermentação (Andrade et al., 2010).

#### 4.2 Perfil Fermentativo

As perdas por gases, perdas por efluentes, recuperação de matéria seca e perdas de matéria seca das silagens de dieta total são apresentadas na (Tabela 7).

**Tabela 7.** Perfil fermentativo das silagens de dieta completa.

VOL	Níveis de substituição %				Equação
	0	33	66	100	
<b>Perdas por Gases (g)</b>					
P.M	26 <sup>a</sup>	86A	94A	17A	$\hat{Y} = 24,49 + 3,02x - 0,03x^2$
C.E	12 <sup>a</sup>	12B	23B	123B	$\hat{Y} = 11,25 - 0,42x + 0,015x^2$
<b>Perdas por efluentes (g)</b>					
P.M	13 <sup>a</sup>	68A	116A	167A	$\hat{Y} = 14,81 + 1,531x$
C.E	6B	10B	53 B	174A	$\hat{Y} = 7,762 - 0,947x + 0,025x^2$
<b>Recuperação de Matéria Seca (%)</b>					
P.M	88,4 A	83,2 A	82,8 A	81,7 A	$\hat{Y} = 87,15 - 0,061x$
C.E	88,73 A	88,7 B	86,9 B	79,5 A	$\hat{Y} = 88,54 + 0,077x - 0,001x^2$
<b>Perda de Matéria Seca (%)</b>					
P.M	11,5 A	16,7 A	17,1 A	18,2 A	$\hat{Y} = 9,605 + 0,088x$
C.E	11,2 A	11,2 B	13,0 B	20,4 A	$\hat{Y} = 11,45 - 0,077x + 0,001x^2$

P.M: Palhada do milho /C.E: Capim elefante /VOL: volumoso / Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

Para a variável perda por gases, os níveis de substituição (33, 66 e 100%) apresentaram diferença significativa (P<0,05), para as fontes de volumosos palhada de milho e capim elefante. Para a substituição de palma o efeito foi quadrático para ambos os volumosos. O ponto máximo de substituição 50,3% para a dieta com volumoso palhada de milho apresentou maiores perdas.

Quando substituiu o sorgo por 100% de palma na dieta com volumoso palha de milho, houve redução nas perdas. Maiores perdas por gases são esperadas em condições de maior umidade, em contraste ao esperado, na dieta com 100% de palma em substituição ao farelo de sorgo houve redução das perdas. A característica intrínseca da mucilagem da palma e o seu nível de carboidratos solúveis associados com os carboidratos da palhada de milho podem ter promovido uma melhor fermentação resultando em menores perdas.

A variável perda por efluente apresentou diferença significativa (P<0,05) para as fontes de volumosos PM e CE. Demonstrando um comportamento linear para as dietas

contendo volumoso PM. Para cada 1% do nível de substituição ocorre um aumento de 1,531g nas perdas por efluentes. Para as dietas contendo volume capim elefante (CE) apresentou comportamento quadrático, onde o nível de substituição 18,9% apresentou menores perdas (Tabela 7).

A maior perda por efluentes quando houve substituição de farelo de sorgo pela palma está relacionada ao alto teor de umidade da palma forrageira, plantas de palmas mais jovens apresentam menor quantidade de mucilagem e maior teor de umidade, resultando em maiores perdas por efluentes. Além do teor de umidade, a compactação da massa ensilada pode ter influenciado na quantidade de efluente produzida, a intensificação da compactação, visando à obtenção de maior densidade, propiciaria maior produção de efluentes. Com o aumento das perdas por efluentes podem-se observar maiores perdas de nutrientes (Bernardes et al., 2008).

Para recuperação de matéria seca houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) somente para os níveis 33 e 66% entre os volumosos (PM e CE), o nível de substituição apresentou efeito linear para dieta com volumoso PM. Para cada 1% de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira ocorreu um decréscimo de 0,061g na recuperação da matéria seca. Com relação à dieta contendo volumoso CE os níveis de substituição apresentaram comportamento quadrático, tendo como ponto máximo de substituição 38,5% apresentando 90% de recuperação de matéria seca.

A taxa de recuperação da matéria seca é altamente influenciada pelas perdas por efluentes e gases nas silagens, sendo o cálculo determinado em função dessas duas variáveis, ou seja, dietas que tiveram maiores perdas por gases e efluentes, a recuperação da matéria seca será menor. A silagem originada com o maior teor de matéria seca resultou em elevação na recuperação da matéria seca

Para a perda de matéria seca os níveis 33 e 66% apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) em ambas as dietas, houve efeito linear para dieta com volumoso PM, onde para cada 1% de substituição de FS por PF ocorreu um decréscimo de 0,088g na perda de matéria seca, com relação a dieta contendo volumoso CE os níveis de substituição mostrou comportamento quadrático, tendo como o nível de substituição com menor perda 11,45% (Tabela 7).



### 4.3 N-NH<sub>3</sub> e pH

Neste estudo a cada 1% da substituição de farelo de sorgo por palma forrageira ocorreu um decréscimo de 0,0096% de (N-NH<sub>3</sub>/NT). Observando valores médios de 4,02, 3,16, 3,13 e 2,95 % para os níveis de 0, 33, 66 e 100 % de substituição, respectivamente (Figura 1).

Os parâmetros normalmente empregados como critérios na classificação de silagens abrangem a quantificação dos valores de pH, a concentração dos ácidos orgânicos, e o teor de nitrogênio amoniacal N-NH<sub>3</sub> (Vilela et al, 2000).

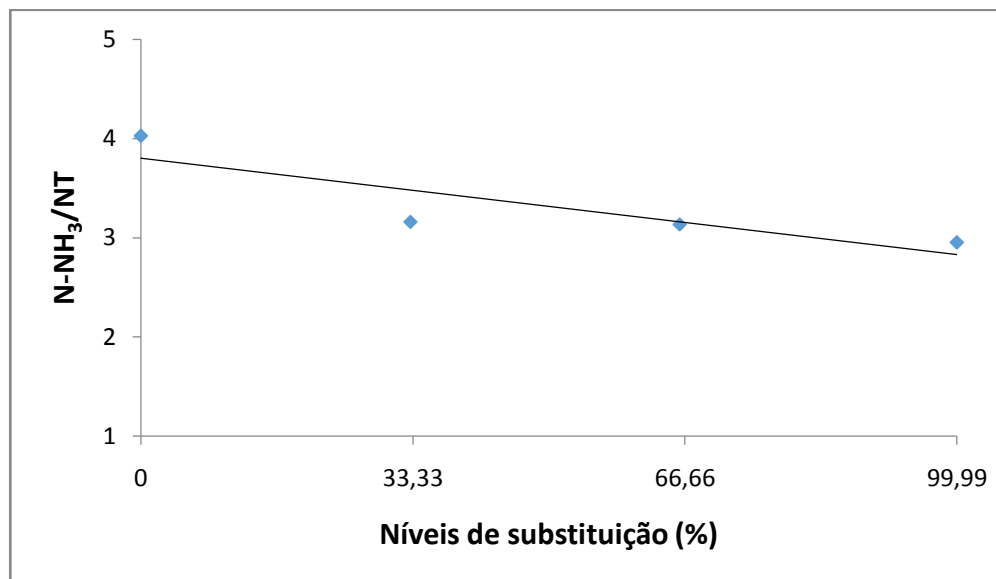
O N-NH<sub>3</sub>, expresso em % N-Total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação.

Corroborando os resultados, Possenti et al. (2005) trabalhando com silagens de milho e girassol, encontraram que as proporções de nitrogênio na forma de N-NH<sub>3</sub> foram mais elevadas para a silagem de girassol. Apesar de seu alto teor de proteína bruta e excesso de umidade no material ensilado, a silagem de girassol apresentou valores de N-NH<sub>3</sub> de 10,77% em relação ao nitrogênio total, dentro dos parâmetros aceitáveis para uma silagem de boa qualidade.

Segundo Pacheco et al, (2014), a silagem pode ser classificada quanto ao teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, como: muito boa, valores inferiores a 10%, adequada entre 10 e 15%, aceitável entre 15 a 20% e insatisfatória quando os valores se situam acima de 20%. Baseando-se nessa informação, as silagens avaliadas podem ser consideradas como de bom padrão fermentativo, ou seja, com baixo índice proteolítico.

Gusmão (2017) avaliando silagens de ração total contendo capim elefante como fonte volumosa obteve redução nos níveis de N-NH<sub>3</sub> quando adicionou a polpa cítrica como opção energética, segundo os autores o rápido declínio do pH reduziu a atividade das proteases das plantas.

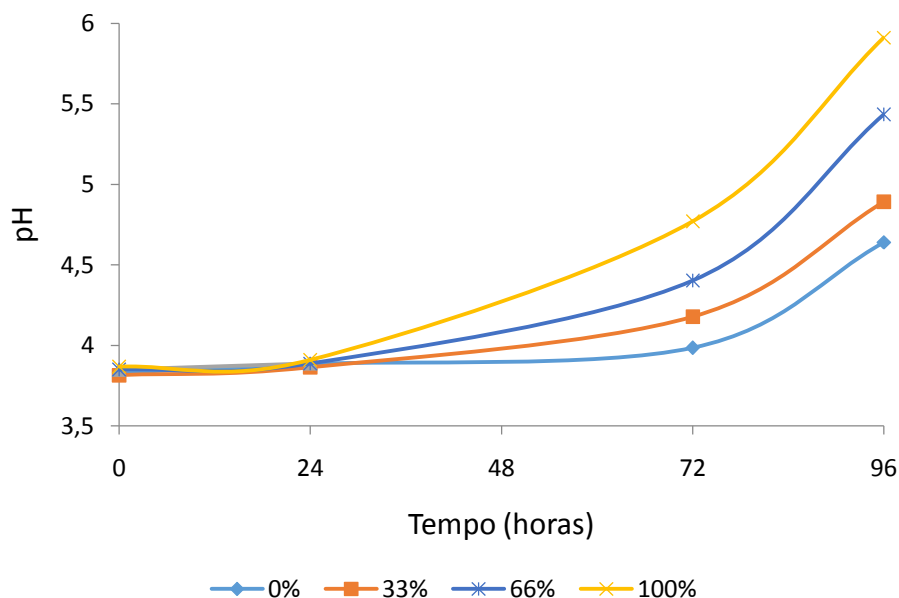
Dietas compostas por ingredientes ricos em amido possuem lenta redução do pH, o que aumenta a proteólise e os níveis de N-NH<sub>3</sub> (Jobim et al, 2007), sendo a palma um alimento rico em carboidratos solúveis e o sorgo rico em amido os níveis mais alto de palma resultou em uma redução nos níveis de N-NH<sub>3</sub>/NT.



**Figura 1.** Nitrogênio amoniacal em silagens de palma forrageira em substituição ao farelo de sorgo em dietas completas  $\hat{Y} = 3,80257 - 0,00973X$  ( $R^2 = 0,75641$ )

Não houve diferença de pH entre as dietas. Os valores médios foram de 3,83; 3,81; 3,90 e 3,86 para os níveis 0, 33, 66 e 100% de substituição de farelo de sorgo por palma forrageira. Valores aceitáveis de pH para silagens estão em torno de 3,8 a 4,2 (Muck, 2010), o que caracteriza a presença de ácidos orgânicos como o ácido lático, principal responsável pela estabilidade da silagem (Gregghi et al., 2014). No entanto, isoladamente, o pH não pode ser considerado como critério seguro para a avaliação das fermentações, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias depende da velocidade do declínio da concentração e do grau de umidade do meio. Valores de pH acima dos recomendados indicam menor produção de ácido lático e favorecimento de um ambiente para crescimento de clostrídios e fungos responsáveis pelas fermentações indesejáveis na silagem (Bernardes, 2006; Barbosa et al., 2011).

Em todos os níveis de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira, no momento da abertura (zero hora) apresentou valores de pH dentro da faixa aceitável, após 24 horas de exposição se mantiveram estáveis entre a faixa de 3,8 a 4,0, tendo uma elevação após 72 horas de exposição ao ar, chegando à faixa entre 4,0 a 4,9, com 96 horas ocorreu uma variação entre 4,1 chegando a 6,3 (Figura 2).



**Figura 2.** Comportamento temporal do pH das silagens de dieta completa durante o período de exposição aeróbia.

O  $N-NH_3$  e o pH são variáveis que estão indiretamente relacionadas, isto porque, valores de pH entre 3,8 e 4,0 indicam maior produção de ácido láctico em detrimento dos demais ácidos orgânicos, ocorrendo assim uma redução na multiplicação de micro-organismos indesejáveis como clostrídios e fungos devido a uma maior sensibilidade desses micro-organismos a ambiente mais ácidos, refletindo em uma menor utilização dos substratos da silagem e menor proteólise. A presença de bactérias do gênero *Clostridium* na silagem afeta a qualidade, aceitabilidade, o consumo e a eficiência na utilização de nitrogênio pelos ruminantes, comprometendo diretamente o desempenho animal (Freixal & Alpendre, 2013).

#### 4.4 Estabilidade aeróbica

Para a estabilidade aeróbia (número de horas para elevação da temperatura da silagem em  $2^{\circ}C$  em relação à temperatura ambiente), houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de volumosos e os níveis de substituição (Tabela 8). E apresentou diferença significativa entre as fontes de volumosos nos níveis de substituição 0 e 100%, expressando um comportamento quadrático para as dietas contendo volumoso palhada de milho, em que o menor tempo de quebra da estabilidade foi de 36,9 horas de exposição ao ar, observado no nível 39,6% de substituição de farelo

de sorgo por palma forrageira. Já o nível com 100% de palma teve a maior média (76 horas) de tempo para a quebra da estabilidade aeróbia (Tabela 8).

As dietas contendo volumoso capim elefante apresentaram comportamento linear decrescente, onde à medida que substituiu o farelo de sorgo por palma forrageira ocorreu um decréscimo de 0,454 horas no tempo para a quebra da estabilidade aeróbia (Tabela 8).

**Tabela 8.** Número de horas para elevação da temperatura da silagem em 2°C em relação à temperatura ambiente

VOL	Níveis de substituição (%)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	33	66	100		
	Tempo (Horas)					
<b>P.M</b>	49,6 A	42,2 A	41 A	76 A	$\hat{Y} = 0,009x^2 - 0,713x + 51,06$	0,948
<b>C.E</b>	88,8 B	55,4 A	52,2 A	39,4 B	$\hat{Y} = -0,454x + 81,53$	0,858

PM: Palhada do milho /C.E: Capim elefante / VOL: volumoso / Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a (P>0,05).

O contato do material ensilado ao oxigênio atmosférico após a abertura do silo promove o desenvolvimento de microrganismos oportunistas que estavam em dormência, que iniciam sua atividade metabólica e utilizam produtos da fermentação como substrato para produzir calor (Jobim et al., 2007).

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser definida como a resistência da silagem à deterioração após abertura do silo. A perda de estabilidade aeróbia das silagens geralmente é manifestada por aumento de temperatura e alteração do pH em reflexo da intensidade de reações promovidas por fungos, leveduras e bactérias aeróbias (Amaral et al., 2008). Segundo O'Kiely et al. (1999) a estabilidade aeróbica pode ser definida como o número de horas que a temperatura da silagem permanece estável, antes de elevar em 2°C sua temperatura em relação ao ambiente. Essa produção de calor da silagem é um indicativo que o processo de deterioração aeróbia está se iniciando e irão ocorrer perdas de matéria seca por oxidação do material (Zopollatto et al., 2009).

Um dos fatores que influencia na estabilidade aeróbia é a produção de ácido acético, que inibe o crescimento de leveduras micro-organismos responsáveis pela queda nos níveis de ácido láctico após abertura do silo (Wilkinson & Davies, 2012).

Com níveis de carboidrato solúveis mais baixos proporcionando uma menor produção de ácidos orgânicos não inibindo o crescimento de leveduras, micro-organismos responsáveis pela queda nos níveis de ácido láctico após abertura dos silos.

## **V - CONCLUSÃO**

A palma forrageira pode substituir de 33 a 66% do farelo de sorgo em silagem de dieta completa quando associada à palhada de milho ao capim elefante.

## VI -REFERÊNCIAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim Marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.6, p.977-983, 2008.

ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. DE.; VELOSO, C. M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of AOAC International**, 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.2005.

BARBOSA, L. A.; REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A. Estabilidade Aeróbia De Silagens De Milho E Soja Exclusivas Ou Associadas. **Ars Veterinaria**, v. 27, n. 4, p. 255–262, 2011.

BERNARDES, T. F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Tese (Doutorado), Jaboticabal - SP, p. 103, 2006.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; DO AMARAL, R. C.; SIQUEIRA, G. R.; DE TOLEDO PIZA ROTH, A. P.; PIZA ROTH, M. de T.; BERCHIELLI, T. T. Fermentative profile, aerobic stability, and nutritive value of marandu grass silages using additive satensiling. **Revista Brasileira De Zootecnia- Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, n. 10, p. 1728–1736, 2008.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; DO AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 754–762, 2007.

Bispo, S. V., FERREIRA, M. D. A., VÉRAS, A. S. C., BATISTA, A. M. V., PESSOA, R. A. S., & BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36(6), 1902-1909.2007.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 75, n. 11, p. 3066-3083, 1992.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J. F. C. da.; CECON, P. R. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revisita Brasileira Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton *et al.* **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. p.141-198, 2003.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.62, n.4, p.980 - 984, 2010.

FREIXIAL, R.; ALPENDRE, P.; **Conservação de Forragens (Ensilagem)**. Texto de apoio para as Unidades Curriculares. Universidade de Évora - Escolas de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia. 2013.

FROTA, M.N.L., CARNEIRO, M. S.S., CARVALHO, G.M.C., NETO, R.B.A., **Palma forrageira na alimentação animal**, Teresina, Embrapa Meio-Norte, 47 p.; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 233), 2015.

GOMES, D. I., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. de C., FUKUSHIMA, R. S., de SOUZA, M. A., VALENTE, T. N. P., PAULONP, M. F., & de QUEIROZ, A. C. Evaluation of lignin contents in tropical forages using different analytical methods and their correlations with degradation of insoluble fiber. **Animal Feed Science and Technology**, 168(3-4), p. 206-222, 2011.

GREGHI, G. F. et al. Contribution of citrus pulp and soybean hulls for silage quality of brewery waste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 277-283, 2014.

GUSMÃO, J. O., **Silagens de dietas completa contendo o capim-elefante como fonte de forragem**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, p.48, 2017.

HALL, M.B. Neutral detergent - soluble carbohydrates. **Nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, p. 76, 2000

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

KUNG, L., Jr.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 305-360, 2003.

MORAN, J.P.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T.R.A **comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage**. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, Aberystwyth. Proceedings. Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, v. 11, p.162-163, 1996.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suplspe, p. 183–191, 2010.

O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T.; SHIELS, P. **Maximising output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems**. Dunsany: Grange Research Centre, p. 64, 1999.

PACHECO, W. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PINTO, A. P.; EDVAN, R. L.; ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B. R. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.8, n.3, p.155-162, 2014.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets.II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v. 70, n. 11, p. 3562 - 3577, 1992.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press. 476 p.1994.

VILELA, H., BARBOSA, F.A., RODRIGUEZ, N., CASLE, C. **Efeito do emurchecimento do Capim Elefante sobre a qualidade da silagem**. Matsuda, São Sebastião do Paraíso/MG, 2000. 12p.

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1–19, 2012.

YAN, T.; AGNEW, R.E. Concentrations using nutrient compositions and fermentation characteristics Prediction of nutritive values in grass silages: I. Nutrient digestibility and energy. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1367-1379, 2004.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G.; Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, p.170-189, 2009.