

Dieta total ensilada contendo palma forrageira em substituição ao farelo de sorgo

Total ensiled diet containing forage palm replacing sorghum meal

Dieta total ensilada con palma forrajera como sustituto del salvado de sorgo

Recebido: 26/08/2022 | Revisado: 04/09/2022 | Aceito: 08/09/2022 | Publicado: 17/09/2022

Fábio Andrade Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1215-7342>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: fteixeira@uesb.edu.br

Jeankarlo Penalva dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8061-3250>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: jeanzootec@hotmail.com

Fredy Martins De Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9566-5774>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: dymartins23@gmail.com

Renata Rodrigues Jardim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4022-5541>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: renatajardimagro@hotmail.com

Pedro Paulo Policiano Públio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6116-033X>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: pe.publio@gmail.com

Leone Campos Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3715-0312>
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Brasil
E-mail: lrochazootecnia@hotmail.com

Daniela Deitos Fries

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3827-6905>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: friesdd@hotmail.com

Abias Santos Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4749-3159>
Embrapa Gado de Leite, Brasil
E-mail: abias.severo@gmail.com

Daniel Lucas Santos Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-4400>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: dlsd_@hotmail.com

Aureliano José Vieira Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4015-3445>
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil
E-mail: aurelianojvp@uesb.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a substituição de farelo de sorgo por palma forrageira associada à *Brachiaria decumbens* como fonte volumosa em silagens de dieta total. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 33,3, 66,6 e 100% de inclusão de palma na dieta) e oito repetições. Foram utilizados 32 silos experimentais de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, equipados com válvula de Bunsen. Foram realizadas análises químico-bromatológicas (MS, PB, Cinzas, EE, FDNcp, FDA, lignina, CT e NDT), determinação do pH, nitrogênio amoniacal, perda por efluente, perda por gases, perdas de matéria seca e recuperação de matéria seca das silagens. A palma forrageira é um aditivo que melhora as características da silagem. A substituição de 100% de farelo de sorgo pela palma em silagem de dieta total apresenta melhores valores para pH e nitrogênio amoniacal, menores perdas por gases, efluentes e de matéria seca e aumento na recuperação da matéria seca, além de melhorar a composição bromatológica das silagens.

Palavras-chave: *Nopalea cochenillifera*; Silagem; *Sorghum bicolor*.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the substitution of sorghum meal per palm associated with *Brachiaria decumbens* as a bulk source in total feed silages. The experimental design was a completely randomized design, with four treatments (0, 33,3, 66,6 and 100% inclusion of palm in the diet) and eight replications. Thirty-two experimental PVC silos, 10 cm in diameter and 50 cm in length, equipped with a Bunsen valve were used. Chemical-bromatological analyzes were carried out (DM, CP, ashes, EE, NDFap, ADF, lignin, TC and TDN), determination of pH, ammonia nitrogen, effluent loss, gas loss, dry matter losses and dry matter recovery of silages. Forage palm is an additive that improves silage characteristics. The replacement of 100% of sorghum bran by palm in total diet silage presents better values for pH and ammoniacal nitrogen, lower losses by gases, effluents and dry matter and increased recovery of dry matter, in addition to improving the chemical composition of the silages.

Keywords: *Nopalea cochenillifera*; Silage; *Sorghum bicolor*.

Resumen

El objetivo fue evaluar la sustitución del salvado de sorgo por nopal asociado a *Brachiaria decumbens* como fuente de forraje en ensilajes de dieta total. El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos (0, 33,3, 66,6 y 100% de inclusión de nopal en la dieta) y ocho repeticiones. Se utilizaron 32 silos experimentales de PVC, de 10 cm de diámetro y 50 cm de largo, equipados con válvula Bunsen. Se realizaron análisis químico-bromatológicos (MS, PB, Ceniza, EE, FDNcp, FDA, lignina, CT y NDT), determinación de pH, nitrógeno amoniacal, pérdida de efluentes, pérdida de gases, pérdidas de materia seca y recuperación de materia seca de ensilajes. El nopal forrajero es un aditivo que mejora las características del ensilaje. La sustitución del 100% de salvado de sorgo por nopal en el ensilado de dieta total presenta mejores valores de pH y nitrógeno amoniacal, menores pérdidas por gases, efluentes y materia seca y un aumento en la recuperación de materia seca, además de mejorar la composición química de las plantas ensilajes.

Palabras clave: Ensilaje; *Nopalea cochenillifera*; *Sorghum bicolor*.

1. Introdução

O rendimento das gramíneas tropicais no Brasil está relacionado às estações do ano, sendo a época chuvosa favorecida por temperaturas mais elevadas, fotoperíodo mais longo e maiores concentrações de chuvas. No entanto, durante o período de estiagem há desuniformidade na produção de forragem, tornando mais difícil o manejo alimentar dos animais durante esta época do ano (Teixeira et al., 2011).

A conservação de forragem na forma de silagem aparece como alternativa estratégica para auxiliar no planejamento alimentar do rebanho durante o período seco, mantendo a sustentabilidade do sistema de produção animal.

Dentre os volumosos que podem ser utilizados na ensilagem temos o excedente do pasto produzido na estação chuvosa (Sá et al., 2021). Existem algumas vantagens ao se utilizar esses capins para silagem, dentre as quais podemos citar a maior produção anual por área, maior flexibilidade de colheita e perenidade. Porém, estas gramíneas tropicais quando comparadas às silagens de milho ou sorgo, possuem aspectos desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis, menor teor energético e elevado poder tampão (Silva, 2003). Entraves que podem ser contornados com o uso da gramínea associada a outro volumoso com maior teor de carboidratos na ensilagem.

Segundo Jesus et al. (2022) o uso de volumosos de baixa qualidade, como capineiras subutilizadas, associados a outro volumoso com alto coeficiente de digestibilidade, como a palma forrageira, surge como uma alternativa interessante e viável para a redução de custo com alimentação do rebanho.

A palma forrageira é uma alternativa viável para utilização em substituição a ingredientes energéticos no processo de ensilagem, por ser uma cultura que possui alta concentração de energia (2,61 Mcal/kg), altos teores de carboidratos totais (entre 750 a 850 g/kg da MS), alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (75%) (Oliveira et al., 2010) e alta produção de matéria seca por hectare (Santos et al., 2002).

Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar a substituição do farelo de sorgo por palma forrageira associada à *Brachiaria decumbens* como fonte volumosa em silagens de dieta total.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada no município de Itapetinga - BA, no período de Janeiro a Março de 2016.

Os tratamentos consistiram em quatro níveis de substituição do farelo de sorgo por palma forrageira (0%, 33%, 66% e 100%) com base na matéria natural. Os tratamentos foram distribuídos ao acaso, com 8 repetições cada, totalizando 32 unidades experimentais.

O material a ser ensilado foi coletado pelo período da manhã, entre 07:00 as 09:00 horas. O capim (*Brachiaria decumbens*) que apresentava estágio fonológico avançado (floração) foi cortado manualmente, a 10 cm do solo e picado em fragmentos de dois cm em ensiladeira estacionária. Logo em seguida, a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera*) foi coletada e picada em fragmentos de dois cm em ensiladeira estacionária.

Após a coleta retirou-se uma amostra de cada ingrediente para a definição da composição bromatológica dos alimentos. Nessas amostras foi realizada a determinação dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) segundo a AOAC (2005), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo Van Soest et al. (1994), concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) segundo Detmann e Valadares Filho (2010) e nutrientes digestíveis totais (NDT), que foram calculados de acordo Cappelle et al. (2001) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas (g/kg de MS).

Item	MS	Cinza	PB	FDN	EE	CNF	NDT
Capim <i>Brachiaria</i>	463,0	57,3	30,0	668,5	47,0	187,9	500,0
Palma Forrageira	116,0	85,8	42,0	170,1	64,0	714,5	777,7
Farelo de Sorgo	792,0	45,9	107,0	151,2	14,0	769,0	750,0
Farelo de Soja	839,0	16,2	558,0	174,7	50,0	254,3	829,0

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; EE- Extrato etéreo; CNF -Carboidratos não fibrosos; NDT- nutrientes digestíveis totais. Fonte: Dados da pesquisa.

Nas dietas totais pré-ensiladas foi feita a determinação dos teores de MS, PB, cinzas e EE (AOAC, 2005), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN_{cp}), fibra em detergente ácido (FDA) de acordo Van Soest et al. (1994) e lignina (Lig) de acordo Gomes et al. (2011). Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) das silagens que continham ureia foram estimados por diferença, através das equações: $CNF = 100 - [(PB - PB_u + U) + EE + Cinzas + FDN_{cp}]$, segundo Hall (2000), $CT = 100 - (PB + EE + Cinzas)$, segundo Sniffen et al. (1992), respectivamente. E nutrientes digestíveis totais (NDT), que foram calculados de acordo Cappelle et al. (2001) (Tabela 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).

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das dietas totais pré-ensiladas (g/kg de MS).

Substituição	Item									
	MS	PB	Cinza	EE	FDN _{cp}	FDA	Lig	CNF	CT	NDT
0	581,0	156,8	72,0	54,0	507,9	47,76	39,9	294,4	808,3	601,8
33	403,0	154,9	73,0	79,0	472,8	44,16	37,7	238,0	810,1	604,2
66	323,0	153,1	74,0	69,0	438,0	41,70	35,5	154,6	799,8	606,7
100	238,0	151,0	73,0	69,0	465,5	44,26	37,7	175,9	804,6	609,0

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FDN_{cp}- Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDA- Fibra em detergente ácido; Lig- Lignina; CNF - Carboidratos não fibrosos;CT- Carboidratos totais; NDT- nutrientes digestíveis totais.
 Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes das dietas de silagem de ração total (g/kg de MS).

Ingredientes	Controle	33,3%	66,6%	100%
Capim <i>Brachiaria</i>	550,0	550,0	550,0	550,0
Farelo de Soja	150,0	150,0	150,0	150,0
Palma	0,0	90,0	180,0	270,0
Farelo de Sorgo	270,0	180,0	90,0	0,0
Ureia	10,0	10,0	10,0	10,0
Mistura mineral	20,0	20,0	20,0	20,0
Total	1000	1000	1000	1000

Fonte: Dados da pesquisa.

Na ensilagem, os ingredientes do concentrado e volumoso foram misturados de forma manual e compactados nos silos utilizando soquetes de concreto. Foram utilizados 32 silos experimentais de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, equipados com 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. Para evitar contaminação a areia foi separada da forragem por uma tela cortada de acordo o diâmetro dos tubos de PVC.

Os pesos das massas ensiladas foram de aproximadamente 1,7; 2,0; 2,3 e 2,6 kg/ silo experimental para as respectivas dietas 0%, 33,3%, 66,6% e 100% de substituição de farelo de sorgo por palma, equivalentes às densidades de 425, 500, 575 e 650 kg/m³.

Os silos foram fechados com tampa de PVC e vedados com fita plástica adesiva e mantidos em galpão coberto. Após 30 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, efluentes e a determinação da recuperação de matéria seca foram mensuradas por meio da diferença de peso. Para o cálculo da perda por gases, utilizou-se a seguinte equação:

$$PG (\%MN) = (PCf - Pca)$$

Onde: PG (%MN) = perda por gases em porcentagem da matéria natural (MN); PCf = peso do silo cheio no fechamento (kg); PCa = peso do silo cheio na abertura (kg) (Jobim et al., 2007).

No cálculo da perda por efluentes, a seguinte equação foi utilizada:

$$PE (\%MN) = (PVA - PVf)$$

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

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

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

Onde: RMS (%MN) = taxa de recuperação de matéria seca em porcentagem da MN; 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 da perda de MS, utilizou-se a equação:

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

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

Uma amostra foi coletada de cada silo na abertura para determinação dos teores de MS, PB, cinzas e EE (AOAC 2005); fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN_{cp}), fibra em detergente ácido (FDA) de acordo Van Soest et al. (1994) e lignina (Lig) de acordo Gomes et al. (2011).

Os carboidratos totais (CT) das silagens foram estimados por diferença através da equação: CT = 100 - (PB + EE + Cinzas), segundo Sniffen et al. (1992). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo Cappelle et al. (2001).

Uma amostra de aproximadamente 15 g de cada silo, na forma "in natura", foi triturada para determinação do pH, por intermédio de potenciômetro digital, segundo metodologia de Cherney e Cherney (2003).

A análise de N-NH₃/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-NH₃. 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. Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste "F". E o coeficiente de determinação (R²) como estatística auxiliar para verificação da adequação do modelo. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

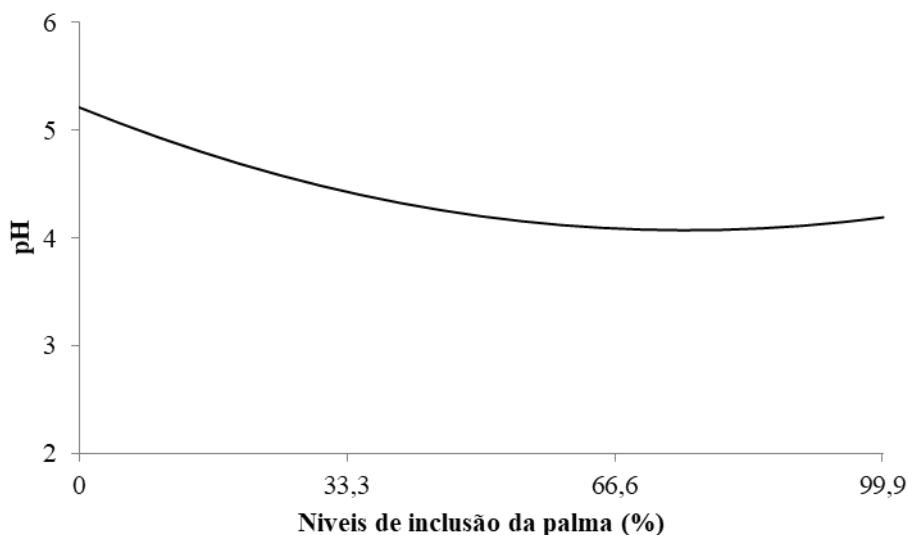
3. Resultados e Discussão

Os valores de pH apresentaram comportamento quadrático (Figura 1), onde o menor valor (4,07) foi obtido quando o farelo de sorgo foi substituído no nível 75,5% pela palma forrageira. Valores aceitáveis de pH para silagens de boa qualidade estão em torno de 3,8 a 4,2 (Muck, 2010) para que ocorra diminuição do desenvolvimento de microrganismos heterofermentativos. O pH dos tratamentos controle e com 33,3% de substituição do farelo de sorgo pela palma, não apresentaram níveis adequados, com médias de 5,4 e 4,4, respectivamente.

A avaliação do pH é de extrema importância para determinar a qualidade da silagem, pois valores acima dos recomendados indicam menor produção de ácido lático e favorecimento de um ambiente para crescimento de clostrídios e

fungos (Bernardes, 2006; Barbosa et al., 2011). Desta forma, os tratamentos de 66,6 e 100% de substituição apresentaram valores para pH adequados, com 4,1 e 4,0, respectivamente.

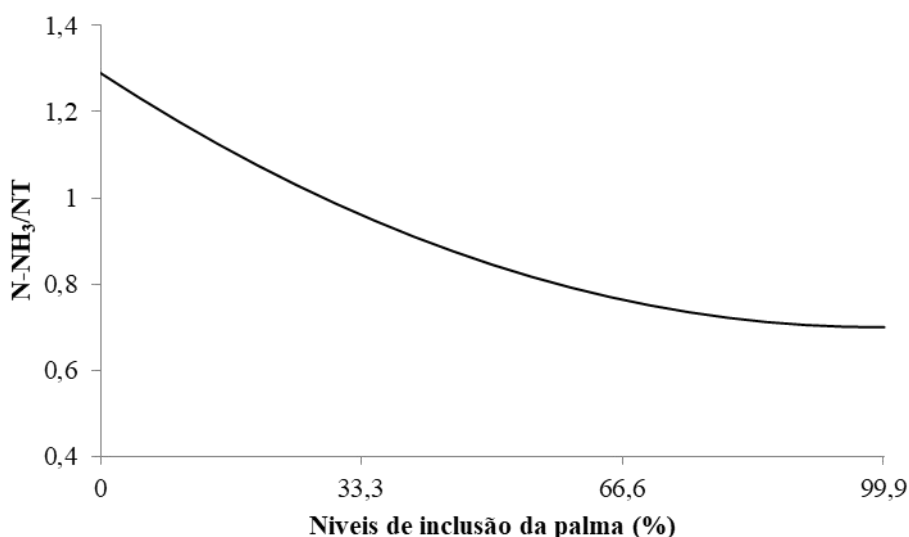
Figura 1. Efeito da inclusão de palma nos valores de pH do material ensilado ($y = 5,2125 - 0,0302x + 0,0002x^2$ ($R^2 = 0,9809$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

A substituição do farelo de sorgo pela palma forrageira na silagem de dieta total, no nível de 99,1 %, reduziu concentração de N-NH₃ em 42% nas silagens (Figura 2).

Figura 2. Valores de N-NH₃/NT das silagens de dieta completa em função da inclusão da palma forrageira ($y = 1,2901 - 0,0119x + 0,00006x^2$ ($R^2 = 0,9995$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

O N-NH₃ das silagens teve o mesmo comportamento que o pH, estas variáveis estão relacionadas, pois quando uma silagem apresenta pH ideal a multiplicação dos clostrídios e fungos é menor devido a maior sensibilidade desses

microrganismos a pH mais ácidos, o que reflete em uma menor utilização dos substratos da silagem e menor degradação da porção proteica.

A concentração de nitrogênio amoniacal por g de MS adequada para que a silagem seja considerada de boa qualidade deve estar abaixo de 100 mg/g de NT (nitrogênio total) (McDonald et al., 1991). O valor encontrado no presente trabalho para o tratamento de 100% de substituição de palma foi de 74 mg/g de N-NH₃/NT com base na MS.

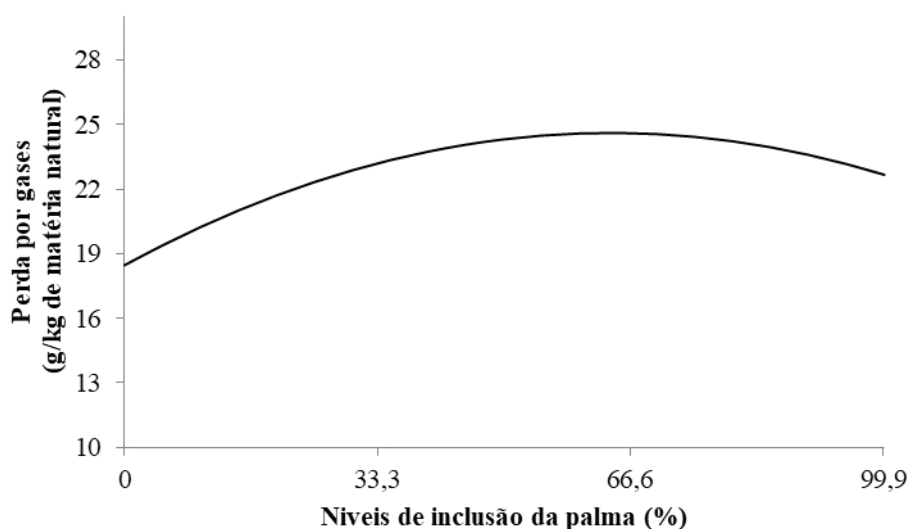
Gusmão (2017) avaliando silagens de ração total contendo capim elefante como fonte volumosa, obteve comportamento equivalente para o N-NH₃ quando era adicionada como opção energética a polpa cítrica. De acordo com os autores, isso é devido ao rápido declínio do pH, que limita a degradação da proteína e reduz a atividade das proteases das plantas (Owens et al., 2002).

Dietas compostas por ingredientes ricos em amido possuem lenta redução do pH, o que aumenta a proteólise e os níveis de N-NH₃ (Jobim et al., 2007). Fato que explica o maior pH e teor de N-NH₃ do tratamento controle, que era o tratamento com maior proporção de farelo de sorgo.

As enzimas proteolíticas da planta que realizam a hidrólise proteica lisam a proteína em peptídeos e aminoácidos. A produção de amônia está diretamente relacionada com a proteólise, porém não são apenas estas enzimas que degradam a proteína e produzem esses compostos. Algumas bactérias, principalmente as do gênero *Clostridium*, são responsáveis pelo aumento da amônia na silagem, além de afetar a qualidade, a aceitabilidade, o consumo e a eficiência na utilização de nitrogênio pelos ruminantes, comprometendo diretamente o desempenho animal (Freixial e Alpendre, 2013).

A variável perda por gases apresentou comportamento quadrático com os níveis de inclusão da palma. Maior perda foi observada no nível de 64% de substituição do farelo de sorgo pela palma nas silagens. Contudo, quando se utilizou 100% de palma na silagem de dieta total houve redução na perda (Figura 3).

Figura 3. Perda por gases das silagens de dieta completa em função da inclusão da palma forrageira ($y = 18,468 + 0,192x - 0,0015x^2$ ($R^2 = 0,9898$)).



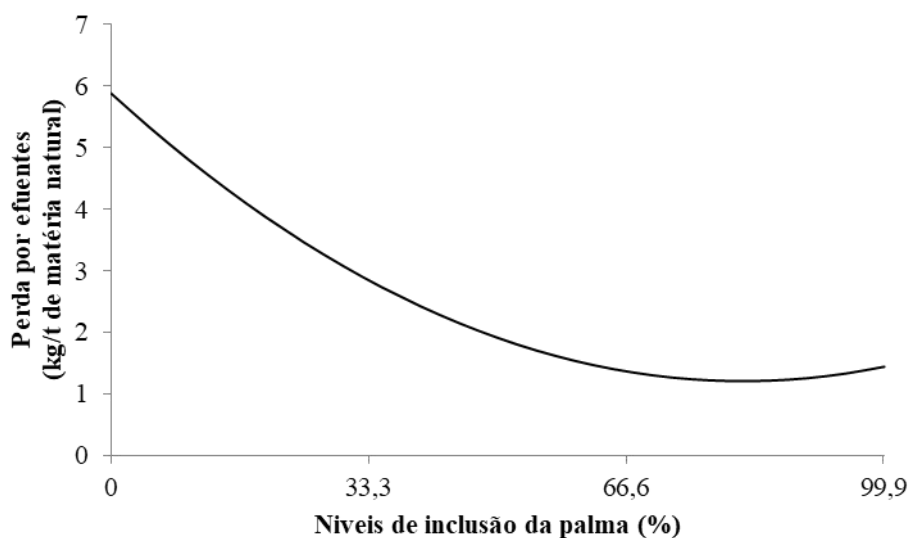
Fonte: Dados da pesquisa.

Maiores perdas por gases são esperadas em condições de alta de umidade (McDonald et al., 1991). Contrariando o esperado, no presente estudo, quando o farelo de sorgo foi substituído 100% pela palma houve redução das perdas.

Possivelmente isto ocorreu devido à característica da mucilagem da palma, que possui altos teores de carboidratos solúveis, o que pode ter promovido um ambiente adequado para desenvolvimento de bactérias homoláticas (Mokoboki et al., 2016). Outro fator que pode ter contribuído para esses resultados foi a maior facilidade de compactação do material quando se substituiu o farelo de sorgo pela palma.

A perda por efluentes apresentou comportamento quadrático (Figura 4), sendo a menor perda registrada no nível de 81,7% de substituição do farelo de sorgo pela palma. Essa menor perda pode estar relacionada à maior capacidade de retenção de água da mucilagem da palma. Com o aumento da perda por efluentes pode-se observar maiores perdas de nutrientes, primariamente conteúdo celular (Bernardes et al., 2008). Menor perda por efluente ocorreu quando 20% de casca de café foi incluído na silagem de capim elefante (Bernardino et al., 2005), fato justificado pela absorção de umidade pela casca de café e elevação no teor de MS da silagem.

Figura 4. Perda por efluente das silagens de dieta completa em função da inclusão da palma forrageira ($y = 5,8816 - 0,1144x + 0,0007x^2$ ($R^2 = 0,9419$)).

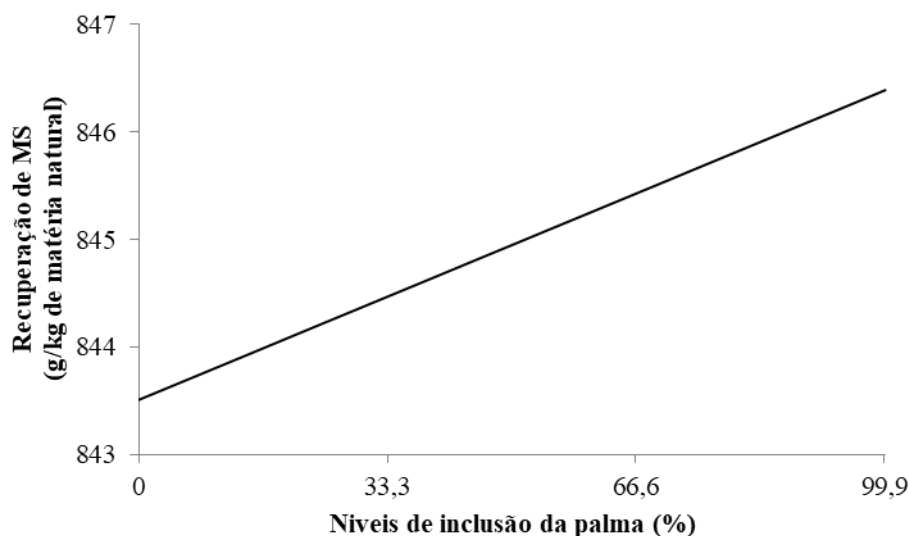


Fonte: Dados da pesquisa.

As perdas por efluentes e gases estão relacionadas, pois o aumento das perdas por gases indica que houve um crescimento na população de clostrídios na massa ensilada, em consequência a este mecanismo há uma maior degradação dos nutrientes, implicando em maiores perdas por efluentes. A troca do farelo de sorgo pela palma reduziu a perda por gases, paralelamente a este resultado houve redução na perda por efluentes.

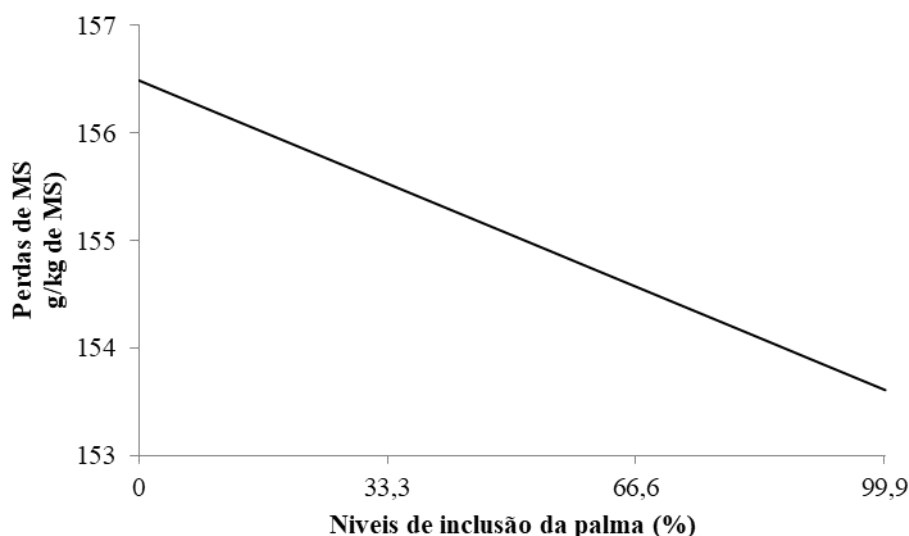
A recuperação de MS aumentou linearmente com a substituição do farelo de sorgo pela palma (Figura 5), onde a cada 1% de substituição ocorreu um aumento de 0,0288g na recuperação de matéria seca. Consequentemente, a perda de MS reduziu linearmente (Figura 6). Esta resposta deve-se aos menores valores de pH, N-NH₃, perdas por gases e efluentes registradas nas silagens quando se substituiu o farelo de sorgo pela palma forrageira. Resultado semelhante foi relatado por Bernardes et al. (2008) trabalhando com adição de aditivos (*Lactobacillus plantarum* + *Propionibacterium* ou *Lactobacillus buchneri*) em silagens de capim-marandu, onde os autores encontraram maiores valores para RMS em silagens que possuíam menores perdas por gases e efluentes.

Figura 5. Recuperação de matéria seca das silagens de dieta completa em função da inclusão da palma forrageira ($y = 843,51 + 0,0288x$ ($R^2 = 0,9268$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 6. Perda de matéria seca das silagens de dieta completa em função da inclusão da palma forrageira ($y = 156,49 - 0,0288x$ ($R^2 = 0,9268$)).

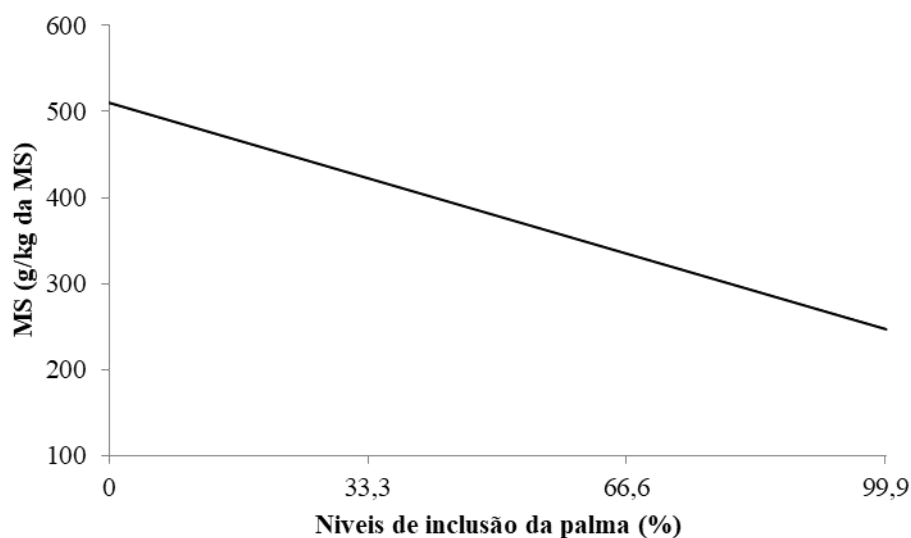


Fonte: Dados da pesquisa.

A concentração de MS reduziu linearmente com a substituição do farelo de sorgo pela palma (Figura 7). A cada 1% de inclusão de palma ocorreu um decréscimo de 2,6346 g/kg de MS. Essa redução nos teores de MS com a inclusão da palma está relacionada ao elevado teor de umidade presente na mesma (média de 90% de água) (Rodrigues et al., 2016; Soares, 2017). No presente estudo, a palma apresentou 116 g/kg de MS (Tabela 1), o que proporcionou essa queda na concentração de MS quando a mesma foi adicionada as dietas.

O tratamento com 66,6% de substituição apresentou 312,2 g/kg da MS, estando entre os níveis ideais para silagem. Segundo Wilkinson e Davies (2012) é recomendado para silagem teor de MS entre 30 e 35%.

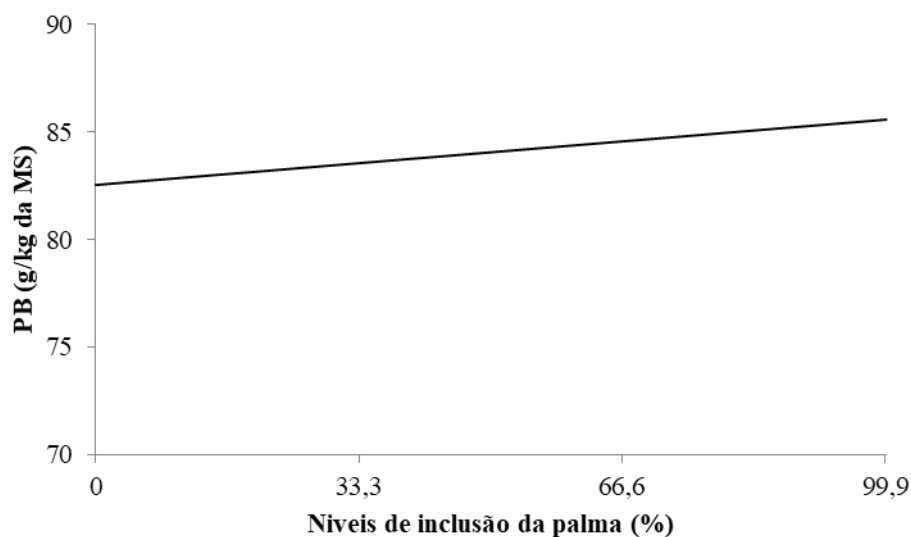
Figura 7. Teor de MS das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 510,34 - 2,6346x$ ($R^2 = 0,8767$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

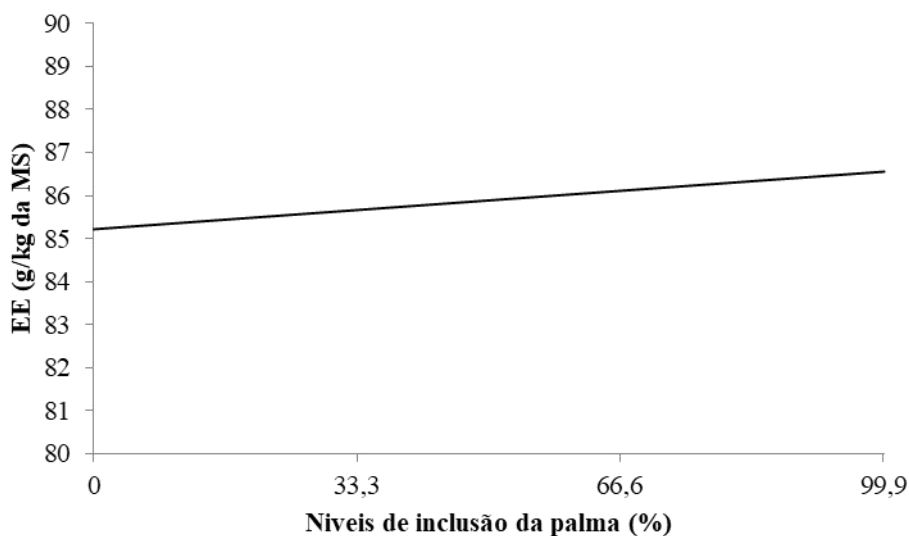
Os teores de PB, EE e cinzas aumentaram linearmente com a substituição do farelo de sorgo pela palma (Figuras 8, 9 e 10). O aumento da PB com a inclusão da palma justifica-se pela menor perda por efluentes e redução da degradação dos componentes proteicos constatado pela diminuição na concentração de $N-NH_3$ observados nesses tratamentos. Já o aumento das cinzas pode ser explicado pela maior quantidade dessa fração na palma (85,8 g/kg da MS) (Tabela 1).

Figura 8. Teor de PB das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 82,544 + 0,0304x$ ($R^2 = 0,8871$)).



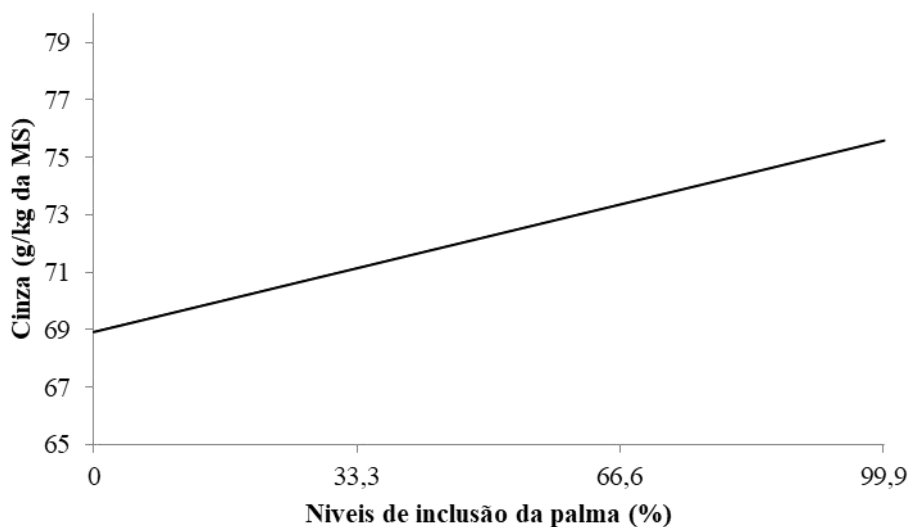
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9. Extrato etéreo das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 85,219 + 0,0134x$ ($R^2 = 0,6523$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 10. Teor de cinzas das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 68,92 + 0,0667x$ ($R^2 = 0,7124$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

Não houve efeito substituição do farelo de sorgo pela palma nas silagens de dieta total ($p > 0,05$) para as concentrações de FDN_{cp}, FDA e Lig (Tabela 4).

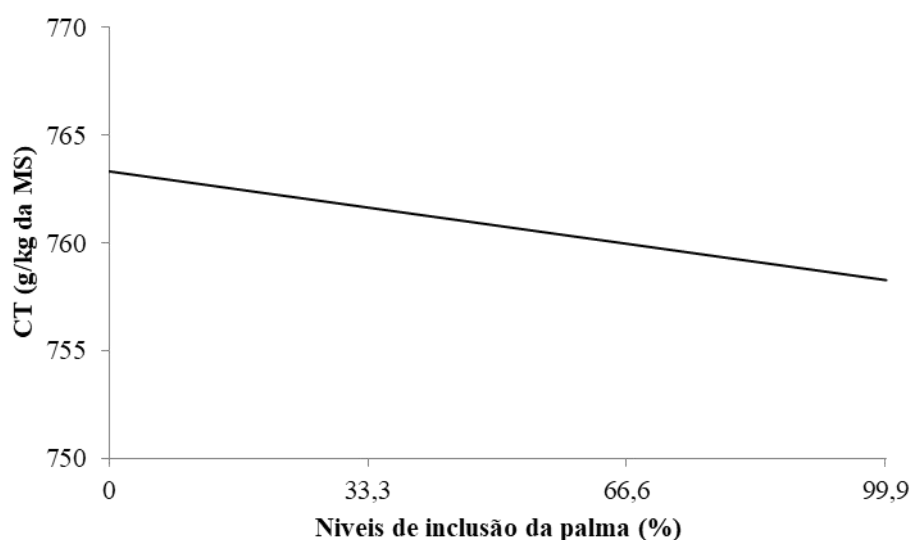
Tabela 4. Efeito da substituição da palma forrageira na composição químico- bromatológica das dietas pós-ensiladas (g/kg da MS).

Item	Níveis de substituição %			
	0	33	66	100
FDNcp	526,0	515,4	513,9	522,7
FDA	400,7	408,8	403,3	388,5
Lig	53,5	54,4	57,6	49,9

FDNcp- Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDA- Fibra em detergente ácido; Lig- Lignina. Fonte: Dados da pesquisa.

O teor dos CT reduziu linearmente à medida que se substituiu o farelo de sorgo pela palma nas dietas (Figura 11). A cada 1% de substituição ocorreu um decréscimo de 0,0505 g/kg de MS, respectivamente. Essa redução ocorreu devido a diminuição dos CNF com a substituição do sorgo (CNF= 769,0 g/kg de MS) pela palma (CNF= 714,5 g/kg de MS) (Tabela 1), já que o sorgo é composto basicamente de amido, em torno de 710 g/kg da MS (Silva, 2015).

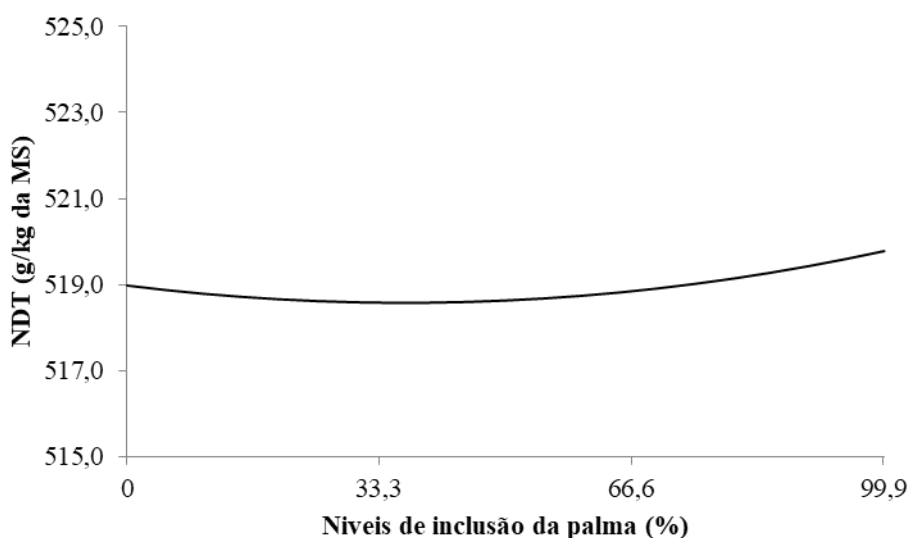
Figura 11. Carboidratos totais das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 763,33 - 0,0505x$ ($R^2 = 0,9191$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

Para os nutrientes digestíveis totais (NDT) houve comportamento quadrático (Figura 12). À medida que os níveis de palma foram aumentados, os valores de NDT também aumentaram. Este apresentou ponto de máxima com a silagem de dieta total com nível de 100% de palma, o que se deve ao maior NDT da palma (777,7 g/ kg de MS) quando comparado ao farelo de sorgo (750,0 g/ kg de MS) (Tabela 1).

Figura 12. Nutrientes digestíveis totais das dietas em função da inclusão da palma forrageira ($y = 518,98 - 0,022x + 0,0003x^2$ ($R^2 = 0,9955$)).



Fonte: Dados da pesquisa.

Os níveis de NDT das silagens de dieta total reduziram quando comparado com as dietas totais pré-ensiladas. Este fato ocorreu devido às perdas de efluente e gases, que são inevitáveis devido aos processos provenientes da fermentação que consomem (carboidratos solúveis) e liberam energia na forma de gases (principalmente CO_2) (Andrade et al., 2010; Hill e Leaver, 2002).

4. Conclusões

A palma forrageira é um aditivo que melhora as características da silagem.

A substituição de 100% de farelo de sorgo pela palma em silagem de dieta total promove melhores valores para pH e $N-NH_3$, reduz as perdas por gases, efluentes e de MS e aumenta na recuperação da matéria seca, além de melhorar a composição bromatológica das silagens.

A realização de nova pesquisa que avalie a inclusão na alimentação animal da silagem de dieta completa contendo a palma é necessária para comprovar o efeito dessa silagem sobre o desempenho animal.

Agradecimentos

A Camile Carvalho Pacheco (*in memoriam*) pela idealização e realização dessa pesquisa.

Referências

- Andrade, I. V. O., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P. de, Veloso, C. M. & Bonomo, P. (2010). Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (12), 2578-2588. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200004>
- AOAC. (2005). Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International*. 17 ed. Washington.
- Barbosa, L. A., Rezende, A. V., Rabelo, C. H. S., Rabelo, F. H. S. & Nogueira, D. A. (2011). Estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas. *Ars Veterinaria*, 27 (4), 255-262.
- Bernardes, T. F. (2006). *Controle da deterioração aeróbia de silagens*. Jaboticabal, Unesp. 103p. Tese (Doutorado).

- Bernardes, T. F., Reis, R. A., Amaral, R. C. do, Siqueira, G. R., Roth, A. P. de T. P., Roth, M. de T. P. & Berchielli, T.T. (2008). Fermentative profile, aerobic stability, and nutritive value of marandu grass silages using additives at ensiling. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 37 (10), 1728–1736. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001000003>
- Bernardino, F. S., Garcia, R., Rocha, F. C., De Souza, A. L. & Pereira, O. G. (2005). Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (6), 2185–2191. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000700004>
- Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B. E., Feyerherm, A. M., Urban, J. E. & Aimutis, W. R. (1992). Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 75 (11), 3066-3083. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78070-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78070-9)
- Cappelle, E. R., Valadares Filho, S. C., Silva, J. F. C. da & Cecon, P. R. (2001). Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira Zootecnia*, 30 (6), 1837-1856. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022>
- Cherney, J.H. & Cherney, D.J.R. (2003). Assessing Silage Quality. In: Buxton, D. R., Muck, R. E. & Harrison, J. H. (Eds.) *Silage Science and Technology*. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 141-198.
- Detmann, E. & Valadares Filho, S. C. (2010). On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62 (4), 980-984. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>
- Oliveira, L. B. de, Pires, A. J. V., De Carvalho, G. G. P., Ribeiro, L. S. O., De Almeida, V. V. & Peixoto, C. A. de M. (2010). Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (1), 61–67. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100008>
- Freixial, R. & Alpendre, P. (2013). *Conservação de Forragens (Ensilagem)*: Texto de apoio para as Unidades Curriculares. Universidade de Évora - Escolas de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia, 51p.
- Gomes, D. I., Detmann, E., Valadares Filho, S. de C., Fukushima, R. S., Souza, M. A. de, Valente, T. N. P., Paulino, M. F. & Queiroz, A. C. de. (2011). 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), 206–222. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.05.001>
- Hall, M.B. (2000). Neutral detergent - soluble carbohydrates. *Nutritional relevance and analysis*. Gainesville: University of Florida, 76p.
- Hill, J. & Leaver, J.D. (2002). Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science and Technology*, 102, 181-195. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00258-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00258-4)
- Jesus, F.M. de, Teixeira, F.A., Jardim, R.R., Santos, J.P. dos, Santos Filho, J.R. dos, Nascimento, A.A., Vieira, T.M., Silva, H.S. da, Dilva, S.N. da & Porto, E.M.V. (2022). Forage palm silage in complete diet. *Research, Society and Development*, 11 (9), e41911932027. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32027>
- Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A. & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 101–119. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, p. 340.
- Mokoboki, K., Sebola, N. & Matlabe, G. (2016). Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia cladodes* silage. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 28 (3), 4488–4495.
- Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 183–191. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. (7ed.), National Academic Press, 381p.
- Owens, V. N., Albrecht, K. A. & Muck, R. E. (2002). Protein degradation and fermentation characteristics of unwilted red clover and alfalfa silage harvested at various times during the day. *Grass and Forage Science*, 57, 329- 341. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2002.00333.x>
- Rodrigues, A. M., Pitacas, F. I., Reis, C. M. G. & Blasco, M. (2016). Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22 (1), 40–45.
- Sá, M.K.N. de, Andrade, A.P. de, Magalhães, A.L.R., Valença, R. de L., Campos, F.S., Araújo, F. dos S. & Araújo, G.G.L. de. (2021). Cactus pear silage with *Gliricidia Sepium*: food alternative for the semiarid region. *Research, Society and Development*, 10 (2), e27210212473. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12473>.
- 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. & Melo, J. N. de. (2006). *Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco*. Documentos30: IPA, 48p.
- Soares, M. S. (2017). Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. *Nutritime Revista Eletrônica*, 14 (4), 6041–6055.
- Silva, B. C. (2003). *Silagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções na dieta de bovinos de corte*. Viçosa, UFV. 65p. Dissertação (Mestrado).
- Silva, N. (2015). *Quantificação de amido e proteínas totais em grãos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench - Família : Poaceae] visando à alimentação humana*. Brasília, UnB. 53p. Dissertação (Mestrado).
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G. & Russell, J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 70 (11), 3562 -3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.

Teixeira, F. A., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Da Silva, F. F., Fries, D. D. & Da Hora, D. S. (2011). Produção anual e qualidade de pastagem de brachiaria decumbens diferida e estratégias de adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 33 (3), 241–248. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.10194>

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminants*. Ithaca: Cornell University Press. 476 p.

Wilkinson, J. M. & Davies, D. R. (2012). The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68 (1), 1-19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x>