



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROF.^a CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DE PALMA
FORRAGEIRA

CHRISLANNE BARREIRA DE MACÊDO CARVALHO

BOM JESUS-PI
2017

CHRISLANNE BARREIRA DE MACÊDO CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DE PALMA
FORRAGEIRA**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

Coorientador: Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.^a. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal (Linha de Pesquisa Nutrição e Produção de Alimentos), para obtenção do título de Mestre.

**BOM JESUS-PI
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

C377e Carvalho, Chrislanne Barreira de Macêdo.
Estratégias de conservação de palma forrageira. /
Chrislanne Barreira de Macêdo Carvalho. – 2017.
82 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição
e Produção de Alimentos), Bom Jesus-PI, 2017.

Orientação: “Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan”.

1. Armazenamento. 2. *Nopalea*, *Opuntia*. I. Título.

CDD 633.390

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Estratégias de conservação de palma forrageira

Autora: Chrislanne Barreira de Macêdo Carvalho

Orientador: Dr. Ricardo Loiola Edvan

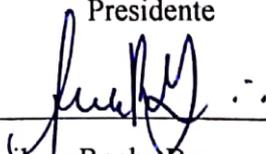
Coorientador: Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Dissertação aprovado em: 31 de julho de 2017

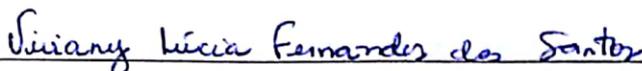
Banca examinadora:



Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan (CPCE/UFPI)
Presidente



Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra (CPCE/UFPI)
Membro interno do PPGZ



Prof. Dra. Viviany Lúcia Fernandes dos Santos (CPCE/UFPI)
Membro externo ao PPGZ

Bom Jesus – PI

2017

A Deus, por tudo que sou e tenho hoje.

A minha Vó M^a Edeilde, por apoiar-me em todas as etapas da minha vida.

Aos meus pais, Pedro Filho e Christiane, e a minha irmã Adrianna, por todo amor e
confiança a mim.

A toda minha família, meu pilar de sustentação.

E a minha saudade diária: Edem, Sinval e Joanes (*in memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

“Tudo é do Pai, toda honra e toda glória, é d’Ele a vitória, alcançada em minha vida”

A Universidade Federal do Piauí, pelo espaço concedido durante todos estes anos.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela ocasião favorável de conceder-me o título de mestre.

Agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Loiola, por toda paciência em ensinar, pela confiança e por todas as excelentes e únicas oportunidades concedidas.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Hermógenes por todos os conhecimentos transmitidos e por me encorajar a ser melhor a cada dia.

Ao grupo NUEFO, em especial a Sheila, Alex, Diego, Tobias, Raynã, Suyane, Lucas (galego), Rute e Bárbara.

Outro agradecimento especial a minha “Equipe Pancadinha”, nas pessoas do Áquila, Emamoell, Letícia, Romilda, Luciana, Antônio, Paulo Nascimento, Mário, César e Andréia, por toda ajuda nos experimentos. Sem vocês, eu não teria conseguido sozinha.

Aos professores Marcos Jácome, Leilson, Leilane, Leonardo, Julian, Cássio, Rafael e todos os professores do Campus e do PPGZOO, pelos ensinamentos e disponibilidade em contribuir.

Aos colegas e amigos de mestrado, por todos os momentos ao longo do caminho.

Aos técnicos e todos os funcionários, por fazerem da UFPI, nosso ambiente de estudo, trabalho e lar.

Aos meus Tios Gladstone, M^a de Fátima, Josemilton, Alena, Rejane, minha Bisavó Railda, meus primos Ludymilla, Joanes Júnior, Éden Djalma, Nathany, Rosane, Leomara, Josemilto Neto, Carlyle, Francisco, Joanes Sobrinho, Eric, Francisco (Sam), Eron, Nanda Lavínia, meus sobrinhos Nick Benício e João Lucas, por todo carinho, compreensão e incentivo.

As minhas amigas Laísa, Joseane, Dulcilany e Kananda por estarem comigo nos melhores e piores momentos durante todos estes anos, sempre me apoiando e incentivando.

E a todos aqueles que a sua maneira, tornaram esta concretização possível.

A vocês minha eterna GRATIDÃO.

EPÍGRAFE

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

BIOGRAFIA DA AUTORA

Filha de Pedro Vieira de Carvalho Filho e Christiane Barreira de Macêdo Carvalho, Chrislanne Barreira de Macêdo Carvalho, nasceu no dia 06 de Outubro de 1991.

No primeiro semestre de 2010 ingressou o curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, na Universidade Federal do Piauí - UFPI, *Campus* Prof^a. Cinobelina Elvas, no município de Bom Jesus. Concluindo em tempo regular, em 2014.

Antes mesmo de terminar a graduação, deu início a Especialização em Biotecnologia pela Instituição Superior de Educação Programus (ISEPRO), concluindo em 2015.

No segundo semestre de 2015, ingressou o mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZOO), também pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, submetendo-se a defesa da dissertação em Julho de 2017.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTAS DE FIGURAS	XII
RESUMO GERAL	13
ABSTRACT GERAL	14
INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA: Uso de cactáceas na alimentação animal e seu armazenamento pós-colheita	18
Resumo	19
Abstract	19
1.1 Introdução	19
1.2. Cactáceas	20
1.3 Metabolismo das cactáceas	21
1.4 Cactáceas utilizadas na alimentação animal	22
1.5 Palma forrageira	22
1.6 Xiquexique, mandacaru, coroa-de-frade e facheiro	24
1.7 Manejo de colheita	25
1.8 Armazenamento pós-colheita	25
1.9 Considerações finais	26
1.10 Bibliografia	26
CAPÍTULO 2. Composição química de variedades de palma forrageira em períodos de armazenamento após colheita	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1 Localização do experimento	36
2.2 Delineamento experimental	37
2.3 Implantação do experimento	37
2.4 Análise da perda de água	38
2.5 Coleta de cladódios nos tempos determinados	38
2.6 Análise da composição química	39
2.7 Análise da composição mineral	39
2.8 Análises estatísticas	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4. CONCLUSÃO	51
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO 3. Avaliação de qualidade em silagem de variedades de Palma Forrageira em comparação ao armazenamento pós-colheita	56
RESUMO	57
ABSTRACT	58
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 Localização do experimento	60
2.2 Delineamento experimental	61

2.3 Implantação do experimento	61
2.4 Confecção dos mini silos	63
2.5 Coleta de cladódios nos tempos determinados	63
2.6 Análise da composição química	63
2.7 Análise da composição mineral	64
2.8 Análises das silagens	64
2.9 Estabilidade aeróbia	65
2.10 Análises estatísticas	66
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4. CONCLUSÃO	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Composição química de diferentes variedades de palma forrageira.....	30
Tabela 2 - Composição química de diferentes cactáceas	31

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Análise química do solo no local do plantio das variedades de palma forrageira.....	37
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a composição química das variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento.....	42
Tabela 3 - Composição química de variedades de palma forrageiras em diferentes períodos de armazenamento.....	43
Tabela 4 - Composição química da parede celular de variedades de palma forrageira em períodos de armazenamento.....	46
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a composição de macro e micronutrientes das variedades de palma forrageira em períodos de armazenamento.....	47
Tabela 6 - Composição de macronutrientes e micronutrientes de variedades de palma forrageiras em períodos de armazenamento.....	50

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Composição química de variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e silagens	68
Tabela 2 - Composição de macronutrientes e micronutrientes de variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e silagens	71
Tabela 3 - Perda por gases (G), efluentes (E) e recuperação da matéria seca (RMS) em silagens de diferentes variedades de palma forrageira	73
Tabela 4 - Teores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) e capacidade tampão (CT) em silagens de diferentes variedades de palma forrageira	75
Tabela 5 - Temperatura superficial e interna, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) da estabilidade aeróbia em silagens de diferentes variedades de palma forrageira	77

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de armazenamento na região do experimento, nos meses de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016	36
Figura 2 - Armazenamento de variedades de palma forrageira na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurguéia, da Universidade Federal do Piauí – UFPI	38
Figura 3 - Perda de água das variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita	40

CAPÍTULO III

Figura 1 - Dados meteorológicos durante o período de armazenamento na região do experimento, nos meses de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016	60
Figura 2 - Confecção de silagens de palma forrageira na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurguéia, da Universidade Federal do Piauí – UFPI	62
Figura 3 - Temperatura ambiente ao longo do período de avaliação da estabilidade aeróbia em silagens de diferentes variedades de palma forrageira	76

RESUMO GERAL

CARVALHO, C.B.M. Estratégias de conservação de palma forrageira. 2017. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus, 2017.

RESUMO - Objetivou-se avaliar estratégias de conservação de palma forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e na forma de silagem. Foram utilizadas três variedades de palma forrageira: *Nopalea cochinillifera*, variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e *Opuntia tuna*, variedade Orelha de Elefante Mexicana (OEM). As variedades foram coletas após dois anos do plantio em condições de sequeiro, onde foram colhidas e armazenadas em galpão ventilado, em paletes de madeira, amontoados com 200 cladódios. No primeiro experimento o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3×5 (variedades de palma forrageira \times períodos de armazenamentos), com três repetições. Para a análise de perda de água, não houve efeito ($P=0,2589$) para interação dos fatores variedades de palma e período de armazenamento. Entretanto, a variedade de palma Doce Baiana apresentou maior perda de água ao longo do tempo (0,218g). Em relação a composição química, houve interação entre as variedades de palma forrageira e os períodos de armazenamento ($P<0,05$) para as variáveis matéria seca (MS) ($114,02 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$), proteína bruta (PB) ($41,4 \pm 0,07 \text{ g kg}^{-1}$), extrato etéreo (EE) ($15,06 \pm 0,11 \text{ g kg}^{-1}$), matéria mineral (MM) ($148,80 \pm 0,17 \text{ g kg}^{-1}$), matéria orgânica (MO) ($851,20 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$) e carboidratos totais (CHOT) ($794,74 \pm 0,70 \text{ g kg}^{-1}$). Quanto a composição de macronutrientes e micronutrientes das variedades de palma forrageira em períodos diferentes de armazenamento, houve efeito ($P<0,05$) para interação dos fatores apenas para as variáveis cobre (Cu) ($7,47 \pm 1,56 \text{ g kg}^{-1}$) e zinco (Zn) ($10,93 \pm 1,60 \text{ g kg}^{-1}$). No segundo experimento utilizou-se DIC com três repetições. Para a composição química, constituiu-se de doze tratamentos e três repetições, onde os tratamentos foram constituídos da combinação de três variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e OEM) e três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias), mais as silagens das variedades de palma forrageira. Para as perdas fermentativas da ensilagem utilizou as três variedades de palma forrageira. Para pH, N-NH₃ e capacidade tampão (CT), utilizou-se esquema fatorial (3×2), em que os fatores eram constituídos das três variedades de palma e dois tipos de massa (*in natura* e silagem). Já para a estabilidade aeróbia, utilizou esquema fatorial (3×5), em que os fatores correspondiam das três variedades de palma e cinco tempos de exposição ao ar (1, 12, 24, 48 e 96h). Houve diferença ($P<0,05$) para os teores de MS, PB, EE, MM, MO, FDN, FDA, CHOT, CNF e lignina entre os períodos de armazenamento das variedades de palma forrageira e suas respectivas silagens. Para as perdas por gases e efluentes das silagens de palma, não houve diferença ($P>0,05$) entre as variedades, entretanto para recuperação de matéria seca (RMS), a variedade Doce Baiana apresentou menor teor ($90,60 \pm 0,54 \%$ MS). Houve efeito de interação entre os fatores massa (*in natura* e silagem) e variedades de palma forrageira para pH e CT. Houve efeito de interação ($P=0,0073$) entre os fatores (variedades de palma forrageira \times tempo de exposição ao ar) somente para a temperatura superficial das silagens. As variedades de palma forrageira Doce Miúda e OEM podem ser armazenadas até 60 dias pós-colheita sem perdas elevadas no teor de água e composição química, bem como apresentam resultados satisfatórios na forma de silagem, sendo indicadas como boas estratégias de conservação de forragem para alimentação animal.

Palavras-chave: armazenamento, silagem, *Nopalea*, *Opuntia*

ABSTRACT GERAL

CARVALHO, C.B.M. Strategies for conservation of forage palm. 2017. 81f. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí. Bom Jesus, 2017.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate strategies for the conservation of forage palm submitted to different periods of postharvest storage and in the form of silage. Three varieties of forage palm were used: *Nopalea cochinillifera*, Doce Miúda and Doce Baiana varieties, and *Opuntia tuna*, Orelha de Elefante Mexicana (OEM) variety. The varieties were collected after two years of planting in dry conditions, where they were harvested and stored in ventilated shed on wooden pallets, heaped with 200 cladodes. In the first experiment the experimental design was completely randomized (DIC) in a 3×5 factorial scheme (forage palm varieties \times storage periods), with three replications. For the analysis of water loss, there was no effect ($P=0.2589$) for interaction of the factors palm varieties and storage period. However, the Doce Baiana palm variety showed greater loss of water over time (0.218g). In relation to chemical composition, there was interaction between forage palm varieties and storage periods ($P<0.05$) for dry matter (DM) ($114.02 \pm 0.37 \text{ g kg}^{-1}$), crude protein (CP) ($15.06 \pm 0.11 \text{ g kg}^{-1}$), mineral matter (MM) ($148.80 \pm 0.17 \text{ g kg}^{-1}$), organic matter (OM) ($851,20 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$) and total carbohydrates (CHOT) ($794,74 \pm 0,70 \text{ g kg}^{-1}$). As for macronutrient and micronutrient composition of forage palm varieties at different storage periods, there was an effect ($P < 0.05$) for interaction of factors only for copper (Cu) ($7.47 \pm 1.56 \text{ g kg}^{-1}$) and zinc (Zn) ($10.93 \pm 1.60 \text{ g kg}^{-1}$). In the second experiment DIC was used with three replicates. For the chemical composition, it consisted of twelve treatments and three replications, where the treatments consisted of the combination of three varieties of forage palm (Doce Miúda, Doce Baiana and OEM) and three storage periods (0, 30 and 60 days) , plus silages of forage palm varieties. For the fermentative losses of the ensilage used the three varieties of forage palm. For pH, N-NH₃ and buffer capacity (CT), a factorial scheme (3×2) was used, in which the factors were composed of three palm varieties and two types of mass (*in natura* and silage). As for aerobic stability, it used a factorial scheme (3×5), where the factors corresponded to the three palm varieties and five exposure times to the air (1, 12, 24, 48 and 96h). There was a difference ($P<0.05$) for the contents of DM, CP, EE, MM, OM, NDF, ADF, CHOT, CNF and lignin between storage periods of forage palm varieties and their respective silages. For the gas and effluent losses of the palm silages, there was no difference ($P>0.05$) between the varieties, however for dry matter recovery (RMS), the Doce Baiana variety had a lower content ($90.60 \pm 0.54\% \text{ MS}$). There was interaction effect between the mass factors (*in natura* and silage) and forage palm varieties for pH and CT. There was interaction effect ($P=0.0073$) between the factors (forage palm varieties \times time of exposure to air) only for the surface temperature of the silages. The Doce Miúda and OEM forage palm varieties can be stored up to 60 days post harvest without high losses in the water content and chemical composition, as well as satisfactory results in the form of silage, being indicated as good strategies of forage conservation for feeding animal.

Keywords: storage, silage, *Nopalea*, *Opuntia*

INTRODUÇÃO GERAL

Em regiões tropicais, principalmente no Nordeste do Brasil, a pecuária é uma atividade bastante explorada, em que a alimentação do rebanho fundamenta-se na utilização de forrageiras cultivadas e no uso da vegetação nativa (FERREIRA et al., 2009). A utilização de plantas nativas e/ou adaptadas para esta região, tem sido alvo de estudos na produção de ruminantes (SOUZA et al., 2010).

A produção de palma forrageira é uma das estratégias de convivência da pecuária regional com a seca (SILVA et al. 2012), pois contribuem para o desenvolvimento socioeconômico dessa região, por ser cultura forrageira adaptada às condições climáticas (CAVALCANTE et al., 2014). Estima-se que há no Brasil, atualmente, aproximadamente 600.000 ha cultivados com cultivares de palma, mas, apesar dos recentes esforços para diversificar o uso da cultura, a maioria das áreas plantadas ainda é dedicada à produção de forragem (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013).

A palma forrageira é considerada fonte energética de grande potencialidade para a nutrição de ruminantes (TOSTO et al., 2007), e dentre os genótipos mais utilizados estão as espécies Gigante (*Opuntia ficus-indica* L. Mill), Redonda (*Opuntia* sp.) e Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) (CHIACCHIO et al., 2006). Porém, as variedades Doce Miúda e Orelha de Elefante Mexicana vem sendo bastantes utilizadas, devido apresentarem resistência ao inseto cochonilha do carmim (*Dactylopius ceylonicus*) (VASCONCELOS et al., 2009).

Além do uso da palma, algumas alternativas têm sido utilizadas pelos produtores na tentativa de reduzir custos sem perder produtividade animal nos períodos de estiagem (FERREIRA et al., 2009). O emprego de tecnologia adequada na produção de alimentos, é fator primordial, pois podem ter seu valor alimentício alterado em função dos procedimentos adotados para a sua produção e conservação (JOBIM et al., 2007). Técnicas de conservação de forragens através da ensilagem e fenação, objetivam maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca, visando o armazenamento, com o mínimo de perdas de nutrientes possível (DANTAS e NEGRÃO, 2010).

Tanto do ponto de vista produtivo dos palmais, como da conservação do valor nutricional da forrageira, a ensilagem de palma proporciona a maximização do uso dos recursos naturais encontrados no Semiárido brasileiro, possibilitando aos agropecuaristas

uma nova alternativa de conservação de alimentos ricos em água e energia, o que agrega mais valor a essa cactácea nessas regiões (NOGUEIRA et al., 2016).

Para o consumo *in natura*, usualmente a palma é colhida manualmente e fornecida diretamente no cocho, diariamente, o que conseqüentemente aumenta os custos de produção (SANTOS et al., 1992). Todavia, o armazenamento de palma forrageira surge como uma opção para melhorar a organização do trabalho diário, maximizar o uso de mão-de-obra, aliado a economia no transporte tendo em vista que muitos plantios são realizados ou comprados a vários quilômetros de distância de onde vão ser utilizados (LEITE, 2009), além de uniformizar a idade do palmal, facilitando práticas agrícolas como a adubação.

Dessa forma, objetivou-se avaliar estratégias de conservação de diferentes variedades de palma forrageira. A dissertação foi estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO GERAL; CAPÍTULO 1 - Revisão de Literatura, elaborada de acordo com as normas da revista Archivos de Zootecnia; CAPÍTULO 2 – artigo científico intitulado: “Composição química de variedades de Palma Forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita.”, elaborado de acordo com as normas da ABNT; CAPÍTULO 3 – artigo científico intitulado: “Qualidade de silagem de variedades de palma forrageira em comparação ao armazenamento pós-colheita” elaborado de acordo com as normas da ABNT; e CONSIDERAÇÕES FINAIS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTE, L.A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.424-433, 2014.
- CHIACCHIO, F.P.B.; MESQUITA, A.S.; SANTOS, J.R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, p.39-49, 2006.
- DANTAS, C.C.O.; NEGRÃO, F.M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. **PUBVET**, v.4, n.40, ed.145, art. 977, 2010.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Potential of cactus pear in South América. **Cactusnet Newsletter**, v.13, ed. esp., p.29-40, 2013.
- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.322-329, 2009.
- 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, supl. esp., p.101-119, 2007.
- LEITE, M.L.M.V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano**. 2009. 186f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- NOGUEIRA, M.S.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G.G.L.; PINHO, R.M.A.; NUNES, C.S.S.M.; PARENTE, H.N. Ensilagem de Palma Forrageira, in SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, I.S.; PARENTE, M.O.M. (Org.), **Ensilagem de Plantas Forrageiras para o Semiárido**, EDUFMA, São Luiz, MA. 2016.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; TAVARES FILHO, J.J., Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783, 1992.
- SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, R.C.C.; DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, supl., p.866-875, 2012.
- SOUZA, E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; ALBUQUERQUE, D.B.; MONTEIRO, C.C.F.; ZUMBA, E.R.F; TORRES, T.R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.
- TOSTO, M.S.L.; ARAUJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; DANTAS, F.R.; MENEZES, D.R.; CHAGAS, E.C.O. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.239-249, 2007.
- VASCONCELOS, A.G.V., LIRA, M.A., CAVALCANTI, V.A.L.B.; SANTOS, M.V.F. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius ceylonicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.5, p.827-831, 2009.

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Elaborada de acordo com as Normas da Revista Archivos de Zootecnia

(<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>)



- 1 Artículo/Article
- 2 Nota corta/Short note
- 3 Revisión/Revisión
- 4 Carta al Editor/Letter to the Editor
- 5 In Memoriam
- 6

7 Área de pastos y forrages/Area of pastures and forrages.

8

9 **Uso de cactáceas na alimentação animal e seu** 10 **armazenamento pós-colheita**

11 Use of cactus in animal feed and post-harvest storage

12

13 Alimentos alternativos.

14 Estiagem.

15 Forragem.

16 Ruminantes.

17

18 Alternative feed.

19 Drought.

20 Forage.

21 Ruminants.

22

23 **Resumo**

24 Devido às suas características fisiológicas de economia e uso da água, as cactáceas
25 permanecem suculentas durante períodos de seca, constituindo uma fonte alimentar
26 alternativa principalmente durante a escassez de forragem e como fonte de água para os
27 animais. Dentre as cactáceas mais usadas como forrageiras no Brasil tem o mandacaru,
28 xiquexique, facheiro, coroa-de-frade e palma forrageira. O método mais usual da colheita
29 das cactáceas é manual, com fornecimento direto no cocho para os animais, no entanto esta
30 atividade diária aumenta a mão de obra e onera os custos de produção. O armazenamento
31 desse material após a colheita por longos dias, surge como uma alternativa para minimizar
32 os custos, e até mesmo transportar para longas distâncias, aumentando assim a segurança
33 alimentar dos rebanhos, principalmente nas épocas secas. No entanto pouco são os
34 trabalhos quanto ao efeito do período de armazenamento na composição e qualidade
35 nutricional dessas plantas na alimentação animal. Dessa forma, essa revisão foi
36 desenvolvida com o objetivo de abordar o uso das cactáceas na alimentação animal e o seu
37 armazenamento pós-colheita.

38 **Summary**

39 Due to their physiological characteristics of water use and economy, cacti remain succulent
40 during periods of drought, constituting an alternative food source, mainly during forage
41 scarcity and as a source of water for animals. Among the most used cactáceas as forages in

42 Brazil has mandacaru, xiquexique, facheiro, coroa-de-frade and forage palm. The most
43 common method of harvesting cacti is manual, with direct feed into the trough for animals,
44 however this daily activity increases manpower and costs production costs. The storage of
45 this material after harvesting for long days appears as an alternative to minimize costs, and
46 even transport for long distances, thus increasing the food security of the herds, especially
47 in the dry seasons. However, there is little work on the effect of the storage period on the
48 composition and nutritional quality of these plants in animal feed. Thus, this review was
49 developed with the objective of approaching the use of cactaceae in animal feed and their
50 storage post harvest.

51 **Introdução**

52 Um dos principais entraves da região tropical, é a estacionalidade da produção de
53 forragem ocasionada pela distribuição irregular das chuvas, no entanto as cactáceas têm
54 sido frequentemente utilizadas como ingrediente alimentar para ruminantes, e são vários os
55 estudos que demonstram a eficiência dele na alimentação (Santana Neto et al. 2015, p.
56 4428). Essas espécies além de suprir parte da demanda nutricional dos animais, também
57 atendem parte dos requerimentos de água dos mesmos (Ferreira et al. 2009, p. 326).
58 Devido às suas características fisiológicas de economia e uso da água, e permanecerem
59 suculentas durante períodos de seca. Por outro lado, essas cactáceas apresentam alto custo
60 de mão de obra no manuseio e preparo da forragem, requerendo que técnicas de manejo
61 sejam conduzidas com sustentabilidade das espécies e baixo custo de produção (Silva et al.
62 2010, p. 124).

63 Com intuito de minimizar as influências climáticas sobre os sistemas de produção
64 produzidos em regiões semiáridas, os métodos de conservação de forragem são indicados
65 como o principal recurso na tomada de decisão para contribuição nutricional do rebanho
66 (Lima Júnior et al. 2013, p. 34). Como opção pode-se utilizar técnicas de conservação
67 como a ensilagem e fenação, quem promovem a preservação dos nutrientes presentes nas
68 forragens fresca, resultando no armazenamento, com perdas nutricionais mínimas, por
69 longos períodos.

70 Com relação à conservação de forragem das plantas das regiões Tropicais do Brasil,
71 o processo de fenação tem permitido o melhor aproveitamento de espécies forrageiras com
72 técnicas e manejos sustentáveis (Silva et al. 2010, p. 124). Porém fazer feno de cactáceas
73 não seria nutricionalmente viável, porque poderia ocorrer perdas de nutrientes, já que de
74 modo geral as cactáceas apresentam alto teor de umidade, e para tal sucesso da prática, a
75 rápida desidratação não ocorreria, devido a sua fisiologia que impediria a perda de água.
76 Apesar da fenação apresentar facilidades durante suas operações, a ensilagem é a técnica
77 de conservação mais indicado para as regiões secas, visto que a água é conservada na
78 forragem e contribui para dessedentação dos animais. No entanto, a ensilagem é um
79 processo complexo e susceptível a vários fatores, principalmente a espécie forrageira
80 (Lima Júnior et al. 2013, p. 34). Fazendo avaliação da composição química e mineral de
81 cactáceas no semiárido paraibano, Germano et al. (1999, p. 54) encontrou valores
82 inferiores a 12% de matéria seca em todas as espécies avaliadas, o que também não seria
83 adequado para ensilar, já que valores inferiores a 30% de matéria seca, estão relacionados,
84 às possíveis limitações na ação de clostrídios.

85 O método usual de colheita destas cactáceas forrageiras é manual, com colheita
86 diária, e fornecidas aos animais direto no cocho. Apesar da colheita manual ser o método
87 de melhor aproveitamento, essa prática aumenta a mão de obra e conseqüentemente onera
88 os custos de produção (Silva & Santos 2006, p. 6). O pastejo direto poderia ser uma

89 alternativa para diminuir os custos no fornecimento dos animais, no entanto, pode
90 comprometer o cultivo de algumas espécies de cactáceas, como a palma forrageira, devido
91 a danos oriundos pelos animais a planta.

92 Neste contexto, para minimizar os custos relacionados ao corte diário, pode-se fazer
93 o armazenamento de todo material colhido, bem como o transporte para localidades
94 distantes. Todavia a duração do tempo de armazenamento do material pode promover
95 perdas significativas dos nutrientes e/ou promover produção de outros constituintes que
96 podem prejudicar o consumo e sanidade do animal. Por outro lado, poucas são as
97 informações quanto ao armazenamento de cactáceas após colheita e o efeito deste material
98 armazenado sobre a alimentação dos animais. Dessa forma essa revisão foi confeccionada
99 com objetivo de discutir o uso das cactáceas na alimentação animal e a viabilidade do seu
100 armazenamento após a colheita.

101 **Cactáceas**

102 A família Cactaceae é formada por quase aproximadamente 1500 espécies,
103 distribuídos nos neotrópicos. O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade
104 dessa família. No entanto, de acordo com dados do Plano de ação nacional para a
105 conservação das cactáceas, até o momento foram registradas 227 cactáceas no Brasil,
106 dentre as quais 176, ou seja, 78%, são endêmicas. Dessas, são encontradas 63 na Caatinga
107 do Brasil (Zappi et al. 2011, p. 29).

108 As cactáceas, em geral, são caracterizadas pela alta eficiência de uso da água, e
109 segundo Silva et al. (2012, p. 41), habitam em condições edafoclimáticas caracterizadas
110 por elevadas temperaturas, precipitações pluviométricas irregulares e baixa fertilidade
111 natural do solo.

112 É um grupo de importância econômica com diversas utilidades, sendo várias
113 espécies cultivadas como ornamentais, forrageiras, medicinais, para a fabricação de
114 cosméticos e como alimentícias, além de possuírem interações mutualísticas em alguns
115 animais (Nunes 2011, p. 59). No nordeste brasileiro as espécies da família das cactáceas
116 são muito utilizadas como recurso forrageiro para os rebanhos, principalmente, na época
117 seca do ano.

118 **Metabolismo das cactáceas**

119 Fisiologicamente, as cactáceas caracterizam-se por apresentarem um tipo específico
120 de metabolismo, denominado metabolismo ácido das crassuláceas, ou simplesmente MAC
121 (Taiz & Zeiger 2013, p. 221).

122 O MAC é uma adaptação fotossintética que surgiu, independentemente, várias
123 vezes na evolução das plantas vasculares, possivelmente por meio da reorganização de vias
124 metabólicas já existentes em plantas com metabolismo C3 (West-Eberhard et al. 2011, p.
125 311). Esse sistema altamente eficiente das plantas com fisiologia MAC é decorrente,
126 principalmente, de seu comportamento estomático, os quais se abrem durante a noite e
127 fecham-se durante o período quente e seco do dia (Taiz & Zeiger 2013, p. 223). O efeito
128 osmótico das acumulações noturnas de ácidos orgânicos vacuolares permite a aquisição
129 noturna de água do fluxo de transpiração e também do orvalho, e o armazenamento
130 temporário de água nos vacúolos (Lüttge 2011, p. 2). Desta forma, o dióxido de carbono
131 absorvido à noite, é fixado na forma de ácido málico. Como durante o dia os estômatos
132 estão fechados, as plantas com fisiologia MAC não perdem água, o ácido málico fixado é

133 então descarboxilado, liberando CO₂, que posteriormente será fixado em carboidrato pelo
134 ciclo de Calvin-Benson (Taiz & Zeiger 2013, p. 223).

135 Devido a este traço fisiológico das plantas MAC, confere a capacidade de lidar com
136 o estresse do suprimento limitado de água (Lüttge 2011, p. 2), permitindo uma melhor
137 eficiência no uso da mesma em comparação com as plantas de fotossíntese C3 e C4.

138 **Cactáceas utilizadas na alimentação animal**

139 Entre as cactáceas utilizadas na alimentação animal no Brasil, a palma forrageira é
140 a mais difundida e cultivada entre os produtores rurais do país. A palma é uma forrageira
141 de alta produtividade, consumida por várias espécies animais e também pelo homem, sua
142 utilização são inúmeras e variam desde o consumo *in natura*, até a produção de farelos ou
143 como emoliente adicionada a restos culturais, palhadas e subprodutos industriais,
144 compondo até 80% da dieta dos animais, sobretudo no período de estiagem (Soares II &
145 Silva Júnior 2012, p. 4). Também já vem sendo utilizado para produção de silagem
146 apresentando uma silagem de boa qualidade (Nogueira et al. 2016, p. 250).

147 Em determinadas áreas do semiárido nordestino do Brasil onde as palmas
148 forrageiras (*Opuntia ficus indica* Mill, e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) não se
149 adaptam ou apresentam baixos rendimentos, as cactáceas nativas xiquexique [*Pilosocereus*
150 *gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Byl ex Rowl.] e mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) se
151 sobressaem em relação a essas espécies introduzidas, e são utilizadas durante períodos de
152 seca prolongados como volumosos estratégicos na alimentação dos ruminantes (Silva et al.
153 2012, p. 34).

154 Em cinco localidades da Bahia e de Pernambuco, Brasil, a utilização das plantas
155 nativas da caatinga na alimentação animal no período seco, o mandacaru é utilizado por
156 46,5% dos produtores, enquanto o xiquexique por 10,5%, o facheiro (*P. pachycladus*
157 Ritter) por 12,3% e a coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose) por 7%
158 (Cavalcanti & Resende 2004, p. 4). Lucena et al. (2012, p. 286) fazendo conhecimento
159 local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba, Brasil,
160 registraram o uso de cinco espécies, sendo elas *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru),
161 *Melocactus* sp. (coroa-de-frade), *Pilosocereus chrysostele* (Vaupel) Byles & G. D. Rowley
162 (facheiro), *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (palma doce) e *Pilosocereus gounellei*
163 (F.A.C. Weber) Byles & G. D. Rowley (xiquexique), todas utilizadas como forrageiras. A
164 categoria forragem, se mostrou importante em outras localidades de diferentes regiões do
165 Brasil (Lucena et al. 2012, p. 287).

166 **Palma forrageira**

167 A palma forrageira é a cactácea que apresenta o maior potencial de exploração para
168 o Nordeste brasileiro, constituindo de um importante recurso forrageiro nos períodos de
169 estiagens, devido ao seu elevado potencial de produção de fitomassa nas condições
170 ambientais do semiárido (Ramos et al. 2011, p. 42), região essa que possui em algumas
171 localidades solos rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica, porém ricos
172 em minerais solúveis e pH próximo de sete (Oliveira 2011, p. 49), não sendo essas
173 características de solo encontrada em todo semiárido, existem localidades que apresentam
174 solos profundos e com elevados níveis de fertilidades. A palma era cultivada geralmente
175 nos piores solos da propriedade, hoje essa espécie é plantada nos melhores solos, sendo
176 considerado por muitos produtores como uma cultura nobre, pois apresentar em termos de
177 produtividade elevada resposta aos níveis de fertilidade do solo.

178 Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas
179 como forrageiras (Silva & Santos 2006, p. 2), sendo cultivadas duas principais espécies de

180 palma, a *Opuntia ficus-indica* Mill com as cultivares gigante, redonda e clone IPA-20 e a
181 *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cuja cultivar é a palma miúda ou doce (Santos et al.,
182 2006, p. 9). Entre os motivos que levaram essas espécies a serem as mais cultivadas está a
183 adaptação a regiões de clima Tropical do Brasil e ao fácil manuseio dessa espécie no
184 momento do plantio e colheita dos cladódios.

185 Apesar de não nativas do Semiárido brasileiro, essas planta se adaptaram às
186 condições da região e apresentam altas produções de matéria seca por unidades de área
187 (Silva & Santos 2006, p. 2). Pesquisa realizada por Cavalcante et al. (2014, p. 429)
188 obtiveram produtividades médias de 379,83, 392,83 e 480,17 t MV/ha a cada 02 anos para
189 as cultivares Gigante, Redonda e Miúda respectivamente, a diferentes densidades de
190 cultivo, e produtividade de matéria seca média de 24,07, 23,32 e 37,52 t MS/ha a cada 02
191 anos. Já Silva et al. (2014, p. 188) em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro,
192 conferiram à Orelha de Elefante Mexicana a maior produtividade em massa verde (163,0 t
193 MV ha⁻¹) quando comparada aos clones IPA Sertânia (124,3 t MV ha⁻¹) e Miúda (117,5 t
194 MV ha⁻¹), embora, o mesmo não fosse observado na produtividade em base seca (média de
195 12,60 t MS ha⁻¹).

196 Dentre os genótipos mais utilizados na alimentação dos ruminantes, destacam-se
197 Gigante (*Opuntia ficus-indica* L. Mill), Redonda (*Opuntia* sp.) e Miúda (*Nopalea*
198 *cochenillifera* Salm-Dyck), sendo a miúda é que apresenta melhor valor nutritivo em
199 relação as demais. Além disso, de acordo com Vasconcelos et al. (2009, p. 830), os clones
200 IPA Sertânia [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck], Miúda (*N. cochenillifera*) e Orelha
201 de Elefante Mexicana [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.] são resistentes à praga
202 cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp.), e suas áreas de cultivo estão em expansão no
203 Nordeste brasileiro.

204 Testando o potencial das cactáceas como alternativa alimentar para ruminantes no
205 semiárido, Santana Neto et al. (2015, p. 4429) relata que, das várias espécies de palma
206 introduzidas, apenas três apresentaram ótima adaptação: a palma graúda ou grande
207 (*Opuntia* sp.), a palma miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck) e a palma redonda
208 (*Opuntia* sp.), o que justifica a maior quantidade de trabalhos com essas variedades
209 (**Tabela I**).

210 Sua composição química é variável em relação a espécie, idade dos artigos, época
211 do ano (Wanderley et al. 2002, p. 274), o espaçamento e a adubação. E independentemente
212 do gênero, a palma apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em
213 detergente neutro e fibra em detergente ácido (**Tabela I**). Sendo os aspectos limitantes no
214 fornecimento de palma para alimentação de ruminantes o seu baixo teor de fibra associado
215 com baixo teor de proteína bruta. De acordo com Neves et al. (2010, p. 3) em dietas de
216 bovinos leiteiro é possível utilizar até 60% de palma na matéria seca da dieta associada a
217 25% de fonte de fibra e 15% de concentrado, desde que sejam respeitados os limites
218 mínimos de 25-28% de FDN e máximo de 40-44% de carboidratos não-fibrosos.

219 De acordo a **Tabela I** a palma gigante é a que apresenta menor valor nutricional,
220 corroborando com Silva e Santos (2006, p. 3), onde também atribuem a palma gigante
221 menor valor nutritivo e conseqüentemente menor aceitabilidade pelo animal, diferente da
222 palma miúda que é mais aceita. Isso deve a maior quantidade de MS presente nessa
223 cactácea, também evidenciada no referido estudo. Entretanto a palma gigante foi a que
224 apresentou maior teor de PB. Em geral, os baixos níveis de proteína presentes na palma,
225 estão no limite inferior às necessidades dos microrganismos do rúmen, bem como a
226 matéria seca e fibra reduzidas, comumente, levando os animais a desenvolvem distúrbios
227 digestivos como diarreia, caso consumida exclusivamente. Por esse motivo é importante
228 complementar a dieta a base de palma forrageira com volumosos fibrosos. Ferreira et al.

229 (2009, p. 325) enfatiza vários estudos onde a palma forrageira foi associada com diferentes
230 volumosos, não sendo observados diarreia, perda de peso, alterações no consumo de
231 matéria seca ou queda no teor de gordura no leite em dietas para bovinos leiteiros.

232 A palma forrageira é rica em carboidratos, principalmente não fibrosos (Wanderley
233 et al. 2002, p. 276), importante fonte energética para ruminantes, o que tem despertado o
234 interesse para sua utilização em substituição a concentrados energéticos e também sua
235 associação com fontes de NNP, notadamente a ureia (Ferreira et al. 2009, p. 326), além de
236 baixa porcentagem de constituintes da parede celular e alto coeficiente de digestibilidade
237 de matéria seca (Oliveira et al. 2011, p. 53). Ainda é rica em vitaminas A, complexo B e C,
238 e minerais como Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, e 17 tipos de aminoácidos (Nunes
239 2011, p. 59).

240 **Xiquexique, mandacaru, coroa-de-frade e facheiro**

241 O xiquexique é uma planta muito importante na cadeia alimentar do bioma caatinga
242 brasileiro, por fornecer frutos, néctar e hastes que são bastante utilizadas na alimentação
243 dos ruminantes, principalmente ovinos e caprinos (Magalhães 2014, p. 23). Geralmente é
244 utilizado como a última alternativa dos agropecuaristas para salvar seus animais, devido à
245 dificuldade de sua utilização em função da grande quantidade de espinhos, quando os
246 agropecuaristas não encontram mais mandacaru, macambira e coroa-de-frade, eles
247 recorrem ao xiquexique para alimentar os animais (Cavalcanti & Resende 2007, p. 22).

248 O mandacaru é uma cactácea que ocorre nas caatingas nordestinas do Brasil de
249 grande importância para a sustentabilidade e conservação da biodiversidade desse bioma.
250 Seus frutos são alimentos para pássaros e animais silvestres dessa região, e na seca os
251 agricultores cortam o mandacaru e queimam seus espinhos para alimentar seus rebanhos de
252 caprinos, ovinos e bovinos (Cavalcanti & Resende 2006a, p. 255). Contudo, de acordo com
253 Silva et al. (2010, p. 124), essa forrageira apresenta como limitações o lento crescimento e
254 o alto custo da mão de obra no processamento com o corte da planta, a queima ou retirada
255 dos espinhos e a trituração do material forrageiro. Apresenta ainda baixa capacidade de
256 produzir fitomassa (Ramos et al. 2011, p. 42). De acordo com Cavalcanti e Resende
257 (2006a, p. 258), o mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum.), aos 360
258 dias após o plantio, apresenta variações de 132,3 a 151,1g planta⁻¹ de matéria seca. Já Silva
259 et al. (2012, p. 41) encontraram produção de 1.304,1 kg de MS/ano, no tratamento com
260 maior densidade populacional.

261 No Brasil e em alguns países da América Latina, vêm-se utilizando como
262 alternativa alimentar cactáceas do gênero *Melocactus* (coroa-de-frade) e *Pilosocereus*
263 (facheiro) (Silva et al. 2005, p. 2). Bem como o facheiro (*Cereus squamosus*), que assim
264 como o mandacaru, também é fonte de caibros e ripas utilizados na construção rural, e
265 como as demais cactáceas é utilizado na alimentação animal e é rico em água. Cavalcanti e
266 Resende (2004, p. 4), analisando as alternativas alimentares mais utilizadas por pequenos
267 agricultores da região semiárida do Nordeste brasileiro no período seco, apresentaram
268 resultados onde 61% dos agricultores utilizaram o facheiro na alimentação animal, no
269 município de Petrolina, sendo essa espécie uma das mais comumente utilizada.

270 A qualidade como alimento das cactáceas para os animais estão na alta
271 aceitabilidade e digestibilidade, no alto teor de carboidratos solúveis, e no baixo teor de
272 fibra. Segundo Silva et al. (2010a, p. 5), as oscilações das porcentagens de MS das
273 cactáceas estão relacionada aos fatores climáticos, idade da planta, época do ano, e
274 manuseio no preparo da amostra (retirada dos espinhos). Entretanto, a **Tabela II** demonstra

275 que a variação na composição química das cactáceas nativas do Brasil está relacionada
276 também as espécies

277 De acordo a **Tabela II** as médias de MS, MO, PB, FDN, FDA e EE são,
278 respectivamente, de 152,24, 847,76, 58,32, 451,55, 290,17 e 9,77 g kg⁻¹ para xiquexique, e
279 198,22, 879,35, 92,18, 460,17, 352,10 e 15,77 g kg⁻¹ para o mandacaru. Evidenciando que
280 o mandacaru apresenta médias superiores na sua composição química em relação às
281 demais cactáceas. Todavia, há necessidade de mais estudos em relação às espécies coroa-
282 de-frade e facheiro para realizar uma melhor comparação entre as espécies de cactáceas
283 nativas do Brasil.

284 **Manejo de colheita**

285 A palma, de maneira geral, é colhida manualmente a intervalos de dois anos. O
286 primeiro corte é feito no segundo ou terceiro ano após o plantio, de acordo com o
287 desenvolvimento da cultura (Santos et al. 1998, p. 34), segundo as condições do solo e
288 clima, posteriormente poderá ser feito o corte anualmente. Comumente é colhida de forma
289 manual para ser fornecida diretamente no cocho, o que conseqüentemente aumenta os
290 custos de produção (Silva & Santos 2006, p. 6), embora onere os custos, é a maneira mais
291 racional de utilização da palma (Santos et al. 1998, p. 34). Silva e Santos (2006, p. 6)
292 relatam que a palma também pode ser oferecida por pastejo, porém promovem muitas
293 perdas por causa dos danos ocasionados às plantas pelo pastejo e pisoteio dos animais. A
294 colheita do xiquexique e do mandacaru também é feita manualmente pela retirada das
295 brotações laterais utilizando-se ferramenta adequada. Posteriormente, o material colhido é
296 transportado até o local de fornecimento aos animais, onde os espinhos são retirados
297 normalmente por meio de queima (Silva et al. 2013, p. 56).

298 Assim como na cana de açúcar, a colheita feita de uma única vez permite uma
299 melhor logística dentro da propriedade, pois os gastos concentram-se em apenas um único
300 período, principalmente em lugares ou épocas em que o produtor não pode contar com a
301 mão de obra diariamente para essa atividade, além de colheita em épocas que as cactáceas
302 apresentem melhor valor nutritivo. Para realizar a colheita de áreas grandes seria
303 necessário fazer o armazenamento do material *in natura* ou fazer silagem. O
304 armazenamento *in natura* de cactáceas pode comprometer a qualidade química do material
305 com o passar do tempo, e fazer silagem com essas espécies ainda é uma opção pouco
306 difundida, que precisa de mais estudos.

307 **Armazenamento pós-colheita**

308 A possibilidade de armazenar as cactáceas após a colheita para fornecimento aos
309 animais sem perdas elevadas do valor nutricional é uma opção válida, já que a maioria
310 dos criadores colhe, processa e fornece diariamente, ocasionando um aumento nos custos
311 de produção (Neves et al. 2010, p. 3), no caso de um palmar, além de uma despadronização
312 do plantio, dificulta tarefas como a adubação, além de onerar a atividade. O
313 armazenamento pós-colheita pode ser uma alternativa para diminuir os custos com a
314 colheita e transporte do material, contudo o armazenamento deve ocorrer em local com
315 sombra ou coberto, contanto que seja ventilado. Além disso, os ramos das cactáceas devem
316 ser amontoados inteiros, realizando o fracionamento do material no momento do uso
317 (Santos et al. 1992, p. 781; Santos et al. 2006, p. 29). Estudando o manejo e composição
318 química de *Pilosocereus gounellei*, em caatinga no sertão cearense, Magalhães (2014, p.
319 68) não encontrou diferença para os teores de matéria mineral, proteína bruta, extrato
320 etéreo, fibra em detergente neutro e ácido, carboidratos totais, matéria seca total,

321 carboidratos não-fibrosos e matéria orgânica em relação ao local de armazenamento
322 (árvore ou galpão).

323 Em seus estudos sobre o efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre a
324 composição química de palmas forrageiras, Santos et al. (1992, p. 72) observaram que
325 durante o período de armazenamento de até 16 dias não ocorreram perdas aparentes de
326 matéria seca, proteína bruta, fibra bruta e carboidratos solúveis nas cultivares de palma
327 Redonda, Gigante e Miúda, sugerindo que maior quantidade de palma pode ser colhida,
328 independentemente de sua utilização imediata. O que corrobora com os estudos feitos por
329 Santos et al. (1998, p. 38), onde avaliando o desempenho de vacas leiteiras, de maneira
330 geral, encontraram resultados semelhantes na composição química da palma, bem como
331 não houve diferença no consumo e na produção de leite dos animais alimentados com
332 palma submetida a diferentes períodos de armazenamento, o que pode representar uma
333 redução dos custos com colheita e transporte (Santos et al. 2006, p. 29). O que não condiz
334 com o tempo estudado por Magalhães (2014, p. 94), onde retrata que o xiquexique seja
335 armazenado de forma *in natura* e a retirada dos acúleos seja feita somente na hora do
336 fornecimento aos animais, pois dessa forma não acarreta nenhuma perda nos teores
337 nutricionais da planta, e podendo ser armazenado durante um período de 31 dias.

338 **Considerações finais**

339 A colheita e o fornecimento diário das cactáceas aos animais, aumenta a mão de
340 obra e conseqüentemente os custos de produção na propriedade. O local de armazenamento
341 das cactáceas pode ser em galpão ventilado ou debaixo de uma árvore com sombra
342 vigorosa. O armazenamento de cactáceas não interfere na qualidade nutricional das
343 cactáceas, podendo ser feito por um período de 31 dias sem perdas nos teores nutricionais
344 da planta, não comprometendo o consumo e a produção animal. No entanto, há
345 necessidade de mais estudos sobre o tempo de armazenamento de cactáceas, bem como o
346 efeito desses alimentos após o armazenamento no desempenho animal.

347 **Bibliografia**

- 348 Cavalcante, LAD, Santos, GRA, Silva, LM, Fagundes, JL & Silva, MA 2014, 'Respostas
349 de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo', *Pesquisa*
350 *Agropecuária Tropical*, vol. 44, no. 4, pp. 424-433.
- 351 Cavalcanti, NB & Resende, GM 2004, 'Plantas nativas da caatinga utilizadas pelos
352 pequenos agricultores para alimentação dos animais na seca', *Congresso*
353 *Nordestino de Produção Animal*, Sociedade Nordestina de Produção Animal,
354 Campina Grande, pp. 1-4.
- 355 Cavalcanti, NB & Resende, GM 2006a, 'Efeito de diferentes substratos no
356 desenvolvimento do mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum)',
357 *Revista Caatinga*, vol. 19, no. 3, pp. 255-260.
- 358 Cavalcanti, NB & Resende, GM 2006b, 'Consumo do mandacaru (*Cereus Jamacaru* P.
359 DC.) por caprinos na época da seca no semiárido de Pernambuco', *Revista*
360 *Caatinga*, vol. 9, no. 4, pp. 402-408.
- 361 Cavalcanti, NB & Resende, GM 2007, 'Consumo de xiquexique (*Pilocereus gounellei* (a.
362 weber ex k. schum.) bly. ex rowl) por caprinos no semiárido da Bahia', *Revista*
363 *Caatinga*, vol. 20, no. 1, pp. 22-27.

- 364 Ferreira, MA, Silva, FM, Bispo, SV & Azevedo, M 2009, 'Estratégias na suplementação
365 de vacas leiteiras no semiárido do Brasil', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38,
366 pp. 322-329.
- 367 Germano, RH, Barbosa, HP, Costa, RG, Medeiros, A. & Carvalho, FFR 1999, 'Avaliação
368 da composição química e mineral de cactáceas no semiárido paraibano',
369 *Agropecuária Técnica*, vol. 20, no. 1, pp. 51-57.
- 370 Lima Júnior, DM, Rangel, AHN, Urbano, SA, Oliveira, JPF & Araújo, TLA 2013,
371 'Silagem para vacas leiteiras no semiárido', *Agropecuária Científica no Semiárido*,
372 vol. 9, no. 2, pp. 33-42.
- 373 Lucena, CM, Costa, GM, Sousa, RF, Carvalho, TKN, Marreiros, NA, Alves, CAB.,
374 Pereira, DD & Lucena, RFP 2012, 'Conhecimento local sobre cactáceas em
375 comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil)',
376 *Revista Biotemas*, vol. 25, no. 3, pp. 281-291.
- 377 Lüttge, U 2011, 'Ability of crassulacean acid metabolism plants to overcome interacting
378 stresses in tropical environments', *Aobplants*, vol. 2010, pp. 1-15.
- 379 Magalhães, RMF 2014, 'Manejo e composição químico-bromatológica de *Pilosocereus*
380 *gounellei*, em caatinga no sertão cearense', Dissertação de Mestrado, Universidade
381 Federal do Ceará.
- 382 Neves, ALA, Pereira, LGR, Santos, RD, Voltolini, TV, Araújo, GGL, Moraes, SA,
383 Aragão, ASL & Costa, CTF 2010, 'Plantio e uso da palma forrageira na
384 alimentação de bovinos leiteiros no Semiárido brasileiro', EMBRAPA Gado de
385 Leite, Juiz de Fora, MG.
- 386 Nogueira, MS, Santos, EM, Araújo, GGL, Pinho, RMA, Nunes, CSSM & Parente, HN
387 2016, 'Ensilagem de Palma Forrageira', in Santos, EM, Parente, HN, Oliveira, IS &
388 Parente, MOM (Org.), *Ensilagem de Plantas Forrageiras para o Semiárido*,
389 EDUFMA, São Luiz, MA.
- 390 Nunes, CS 2011, 'Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de
391 economia para o semiárido nordestino', *Revista Verde*, vol. 6, no. 1, pp. 58-66.
- 392 Oliveira, ASC, Cavalcante Filho, FN, Rangel, AHN & Lopes, KBP 2011, 'A palma
393 forrageira: alternativa para o semiárido', *Revista Verde*, vol. 6, no. 3, pp. 49-58.
- 394 Ramos, JPF, Leite, MLMV, Oliveira Junior, S, Nascimento, JP & Santos, EM 2011,
395 'Crescimento vegetativo de *Opuntia Ficus-Indica* em Diferentes espaçamentos de
396 plantio', *Revista Caatinga*, vol. 24, no. 3, pp. 41-48.
- 397 Santana Neto, JA, Castro Filho, ES & Araújo, HR 2015, 'Potencial das cactáceas como
398 alternativa alimentar para ruminantes no semiárido', *Nutritime Revista Eletrônica*,
399 vol. 12, no. 6, pp. 4426-4434.
- 400 Santos, MVF, Lira, MA, Farias, I, Burity, HA & Tavares Filho, JJ 1992, 'Efeito do período
401 de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química
402 das palmas forrageiras', *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 27, no. 6, pp 777-
403 783.
- 404 Santos, MVF, Farias, I, Lira, MA, Nascimento, MMA, Santos, DC & Filho, JJT 1998,
405 'Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.) cv. gigante sobre o
406 desempenho de vacas em lactação', *Revista Brasileira Zootecnia*, vol. 27, no.1, pp.
407 33-39.

- 408 Santos, DC, Farias, I, Lira, MA, Santos, MVF, Arruda, GP, Coelho, RSB, Dias, FM &
409 Melo, JN 2006, 'Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em
410 Pernambuco', IPA, Recife.
- 411 Silva, AS, Figueirêdo, RMF, Queiroz, AJM & Lima, EE 2005, 'Avaliação da composição
412 físico-química da coroa-de-frade', *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. 5,
413 no. 2, pp. 0.
- 414 Silva, CCF & Santos, LC 2006, 'Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como
415 alternativa na alimentação de ruminantes', *Revista Eletrônica de Veterinária*, vol.
416 7, no. 10, pp. 1-13.
- 417 Silva, JGM, Lima, GFC, Paz, LG, Matos, MMS & Barreto, MFP 2010a, 'Utilização de
418 cactáceas nativas associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos'.
419 *Revista Centauro*, vol. 1, no. 1, p. 1-9.
- 420 Silva, JGM, Lima, GFC, Aguiar, EM, Melo, AAS & Rêgo, MMT 2010b, 'Cactáceas
421 nativas associadas a fenos de flor de seda e sabiá na alimentação de borregos',
422 *Revista Caatinga*, vol. 23, no. 3, pp. 123-129.
- 423 Silva, JGM, Melo, AAS, Rêgo, MMT, Lima, GFC & Aguiar, EM 2011, 'Cactáceas nativas
424 associadas a fenos de flor de seda e sabiá na alimentação de cabras leiteiras',
425 *Revista Caatinga*, vol. 24, no. 2, pp. 158-164.
- 426 Silva, JGM, Melo, SSNS, Diniz, MCNM, Medeiros, MR, Silva, SYAM & Araújo, MS
427 2012, 'Características morfofisiológicas e produção do mandacaru cultivado em
428 diferentes densidades', *Revista Centauro*, vol. 3, no.1, p. 33-43.
- 429 Silva, JGM, Lima, GFC & Rêgo, MMT 2013, 'Cactáceas Nativas na Alimentação de
430 Ruminantes', *Revista Científica de Produção Animal*, vol. 15, no. 1, pp. 53-62.
- 431 Silva, TGF, Primo, JTA, Silva, SMS, Moura, MSB, Santos, DCS, Silva, MC & Araújo,
432 JEM 2014, 'Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de
433 palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro', *Bragantia*,
434 vol. 73, no. 2, pp. 184-191.
- 435 Soares II, JC & Silva Júnior, SS 2012, 'Palma forrageira: uma alternativa para
436 sobrevivência no Semiárido', *Revista Cabra & Ovelha*, vol. 34, no. 72, pp. 4-5.
- 437 Taiz, L & Zeiger, E 2013, *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed., Artmed, Porto Alegre, RS.
- 438 Torres, LCL, Ferreira, MAF, Guim, A, Vilela, MS, Guimarães, AV & Silva, EC 2009,
439 'Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em
440 crescimento e avaliação de indicadores internos', *Revista Brasileira de Zootecnia*,
441 vol. 38, no. 11, pp. 2264-2269.
- 442 Valadares Filho, SC, Pina, DS, Chizzotti, ML & Valadares, RFD 2006, 'Degradação
443 ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana', in Valadares
444 Filho, SC, Paulino, PVR & Magalhães, KA (ed.), *Exigências nutricionais de*
445 *zebúinos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte*, Suprema Gráfica,
446 Viçosa, MG.
- 447 Vasconcelos, AGV, Lira, MA, Cavalcanti, VLB, Santos, MVF & Willadino, L 2009,
448 'Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim
449 (*Dactylopius* sp.)', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, no. 5, pp. 827-831.
- 450 Wanderley, WL, Ferreira, MA, Andrade, DKB, Vêras, ASC, Farias, I, Lima, LE & Dias,
451 AMA 2002, 'Palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) em substituição à

452 silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) na alimentação de vacas leiteiras', *Revista*
453 *Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, no. 1, pp. 273-281.

454 West-Eberhard, M, Smith, JA & Winter, K 2011, 'Photosynthesis, reorganized', *Science*,
455 vol. 332, pp. 311-312.

456 Zappi, D, Taylor, N, Silva, SR, Machado, M, Moraes, EM, Calvente, A, Cruz, B, Correia,
457 D, Larocca, J, Assis, JGA, Aona, L, Menezes, MOT, Meiado, M, Marchi, MN,
458 Santos, MR, Bellintani, M, Coelho, P, Nahoum, PI & Resend, S 2011, *Plano de*
459 *ação nacional para a conservação das cactáceas*, Instituto Chico Mendes de
460 Conservação da Biodiversidade, ICMBio, Brasília, DF.

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488 **Tabela I.** Composição química de diferentes variedades de palma forrageira. (Chemical
489 composition of different varieties of forage palm).

Variedade (Espécie)	MS g kg ⁻¹	MO	PB	FDN g kg ⁻¹ MS	FDA	MM	EE	Autor/Ano
Redonda (<i>Opuntia stricta</i>)	110,0	-	50,0	281,0	222,0	-	-	Santos et al. (2006, p. 23)
	109,3	887,1	51,4	-	-	112,9	17,8	Valadares Filho et al. (2006, p. 13)
	60,7	822,5	52,1	270,5	193,2	177,5	32,0	Cavalcante et al. (2014, p. 429)
Média	93,33	854,8	51,2	275,8	207,6	145,2	24,9	
Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	96,3	-	60,1	-	-	108,7	-	Germano et al. (1999, p. 54)
	126,3	934,1	44,5	261,7	200,5	-	8,4	Wanderley et al. (2002, p. 276)
	102,0	-	53,0	269,0	224,0	-	-	Santos et al. (2006, p. 23)
	88,2	897,9	50,2	276,9	179,3	102,1	19,8	Valadares Filho et al. (2006, p. 13)
	99,3	903,3	40,1	364,7	168,7	96,7	25,4	Torres et al. (2009, p. 2266)
	63,7	840,7	54,2	283,0	209,3	159,4	29,8	Cavalcante et al. (2014, p. 429)
Média	95,97	894,0	50,4	291,1	196,4	116,7	20,9	
Italiana (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill.)	37,1	747,4	72,8	251,6	234,8	252,5	-	Ramos et al. (2011, p. 44)
Doce miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck)	95,4	-	29,7	-	-	176,9	-	Germano et al. (1999, p. 54)
	130,6	930,0	33,4	166,0	136,6	70,0	17,1	Valadares Filho et al. (2006, p. 13)
	102,8	873,8	54,8	373,2	201,6	126,2	22,2	Torres et al. (2009, p. 2266)
	77,6	824,8	43,1	328,1	199,7	175,3	30,9	Cavalcante et al. (2014, p. 429)
Média	112,1	876,2	39,2	287,8	192,0	137,1	23,3	

490
491 MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em
492 detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; MM = matéria mineral; EE = extrato
493 etéreo.

494 MS = dry matter; MO = organic matter; PB = crude protein; NDF = neutral detergent fiber;
495 FDA = acid detergent fiber; MM = mineral matter; EE = ethereal extract.

496
497
498
499
500
501

502 **Tabela II.** Composição química de diferentes cactáceas. (Chemical composition of
 503 different cacti).

Espécies	MS g Kg ⁻¹	MO	PB	FB g Kg ⁻¹ MS	FDN	FDA	EE	Autor (Ano)
	81,3	835,2	46,6	158,5	-	-	-	Germano et al. (1999, p. 54)
	109,7	-	58,9	-	503,4	-	-	Cavalcanti e Resende (2007, p. 24)
Xiquexique	207,2	857,4	73,8	-	383,2	269,7	12,4	Silva et al. (2010b, p. 125)
	227,1	835,1	63,2	-	413,3	233,7	9,8	Silva et al. (2011, p. 160)
	135,9	863,4	49,1	-	506,3	367,1	7,1	Silva et al. (2013, p. 56)
Média	152,2	847,8	58,3	158,5	451,6	290,2	9,8	
	110,1	897,2	101,8	156,0	-	-	-	Germano et al. (1999, p. 54)
	172,1	-	114,1	-	504,9	-	22,2	Cavalcanti e Resende (2006b, p. 405)
Mandacaru	275,1	859,3	86,2	-	375,6	303,7	12,0	Silva et al. (2010b, p. 125)
	269,5	866,0	77,1	-	430,0	336,5	12,2	Silva et al. (2011, p. 160)
	164,3	894,9	81,7	-	530,2	416,1	16,7	Silva et al. (2013, p. 56)
Média	198,2	879,3	92,2	156,0	460,2	352,1	15,8	
Coroa-de-frade	117,8	839,4	69,2	149,2	-	-	-	Germano et al. (1999, p. 54)
Facheiro	82,1	800,5	92,3	98,7	-	-	-	Germano et al. (1999, p. 54)

504 *Adaptado de Germano et al. (1999)

505 MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FB = fibra bruta; FDN =
 506 fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo.

507 MS = dry matter; MO = organic matter; PB = crude protein; FB = crude fiber; FDN =
 508 neutral detergent fiber; FDA = acid detergent fiber; EE = ethereal extract

CAPÍTULO 2. Composição química de variedades de palma forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita.

CARVALHO, C.B.M. Composição química de variedades de palma forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita. 2017. 23f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2017.

RESUMO - Objetivou-se avaliar a composição química de três variedades de palma forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurguéia, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), onde foram utilizadas três variedades de palma forrageira: *Nopalea cochinillifera*, variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e *Opuntia tuna*, variedade Orelha de Elefante Mexicana. As palmas foram coletadas após 2 anos do plantio em condições de sequeiro. As variedades de palma foram colhidas e armazenadas em galpão ventilado, em cima de paletes de madeira, em amontoados de 200 cladódios. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (3×5), em que os fatores eram constituídos de três variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana) e cinco períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias), com três repetições. Para a análise de perda de água, não houve efeito ($P=0,2589$) para interação dos fatores variedades de palma e período de armazenamento. Entretanto, a variedade de palma Doce Baiana apresentou maior perda de água ao longo do tempo (0,218g). Em relação a composição química, houve interação entre as variedades de palma forrageira e os períodos de armazenamento ($P<0,05$) para as variáveis MS ($114,02 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$), PB ($41,4 \pm 0,07 \text{ g kg}^{-1}$), EE ($15,06 \pm 0,11 \text{ g kg}^{-1}$), MM ($148,80 \pm 0,17 \text{ g kg}^{-1}$), MO ($851,20 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$) e CHOT ($794,74 \pm 0,70 \text{ g kg}^{-1}$). Quanto a composição de macronutrientes e micronutrientes das variedades de palma forrageira em períodos diferentes de armazenamento, houve efeito ($P<0,05$) para interação dos fatores (variedades de palma \times períodos de armazenamento) apenas para as variáveis cobre (Cu) ($7,47 \pm 1,56 \text{ g kg}^{-1}$) e zinco (Zn) ($10,93 \pm 1,60 \text{ g kg}^{-1}$). As variedades de palma forrageira Doce Miúda e Orelha de Elefante Mexicana podem ser armazenadas por um período de até 60 dias pós-colheita, com perdas mínimas para o teor de água e mantendo-se mais estáveis na composição química, principalmente para as variáveis matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, sódio e potássio.

Palavras-chaves: conservação, forragem, *Nopalea cochinillifera*, *Opuntia tuna*

CARVALHO, C.B.M. Chemical composition of forage palm varieties submitted to different periods of post-harvest storage. 2017. 81f. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2017.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the chemical composition of three forage palm varieties submitted to different periods of post-harvest storage. The experiment was carried out at the Experimental Farm of Alvorada do Gurguéia, Federal University of Piauí (UFPI), where three varieties of forage palm were used: *Nopalea cochinillifera*, Doce Miúda and Doce Baiana varieties, and *Opuntia tuna*, Orelha de Elefante Mexicana variety. The palms were collected after 2 years of planting in dry conditions. The palm varieties were harvested and stored in a ventilated shed, on top of wooden pallets, in heaps of 200 cladodes. The experimental design was a completely randomized (DIC) in a factorial scheme (3×5), in which the factors were composed of three varieties of forage palm (Doce Miúda, Doce Baiana and Orelha de Elefante Mexicana) and five storage periods (0, 15, 30, 45 and 60 days) with three replicates. For the analysis of water loss, there was no effect ($P=0.2589$) for interaction of the factors palm varieties and storage period. However, the Doce Baiana palm variety showed greater loss of water over time (0.218 g). In relation to the chemical composition, there was interaction between forage palm varieties and storage periods ($P<0.05$) for the variables MS ($114.02 \pm 0.37 \text{ g kg}^{-1}$), PB ($41.4 \pm 0.07 \text{ g kg}^{-1}$), EE ($15.06 \pm 0.11 \text{ g kg}^{-1}$), MM ($148.80 \pm 0.17 \text{ g kg}^{-1}$), MO ($851.20 \pm 0.37 \text{ g kg}^{-1}$) and CHOT ($794.74 \pm 0.70 \text{ g kg}^{-1}$). As for macronutrient and micronutrient composition of forage palm varieties at different storage periods, there was an effect ($P<0.05$) for interaction of factors (palm varieties \times storage periods) only for copper (Cu) ($7.47 \pm 1.56 \text{ g kg}^{-1}$) and zinc (Zn) ($10.93 \pm 1.60 \text{ g kg}^{-1}$). Varieties of forage palm Doce Miúda and Orelha de Elefante Mexicana can be stored for a period of up to 60 days post harvest, with minimum losses for water content and remaining more stable in the chemical composition, especially for dry matter, crude protein, ethereal extract, sodium and potassium.

Keywords: conservation, forage, *Nopalea cochinillifera*, *Opuntia tuna*

1. INTRODUÇÃO

Devido a sua rusticidade e potencial de produção com baixa disponibilidade de água, a palma forrageira constitui um importante recurso para a alimentação animal, especialmente na região semiárida do Brasil, pois apresenta elevada capacidade de oferta de forragem quando comparada à vegetação nativa da caatinga (OLIVEIRA et al., 2010), principalmente no período de estiagem.

De múltiplos usos, a palma forrageira é nativa do México, país que detém a maior riqueza de cultivares (REYES-AGUERO et al., 2005). Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* representam as espécies de palma mais utilizadas como forrageiras (SILVA e SANTOS, 2007), apresentando composição química variável conforme a época do ano, idade da planta, ordem do artigo, cultivar, manejo de adubação, espaçamento de plantio, entre outros fatores (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Constitui-se de uma forrageira com baixos teores de matéria seca ($63,7 \text{ g kg}^{-1}$), proteína bruta ($54,2 \text{ g kg}^{-1}$), fibra em detergente neutro ($283,0 \text{ g kg}^{-1}$) e fibra em detergente ácido ($209,3 \text{ g kg}^{-1}$) (CAVALCANTE et al., 2014). No entanto, é rica em carboidratos não-fibrosos ($473,6 \text{ g kg}^{-1}$), nutrientes digestíveis totais, apresenta elevado teor de água, e tem alta aceitabilidade animal. Segundo Santos et al. (1997) a palma forrageira ainda apresenta altos teores de matéria mineral ($159,4 \text{ g kg}^{-1}$) com base na matéria seca, destacando-se para o cálcio, potássio e fósforo.

A palma é também considerada uma reserva estratégica de forragem e, neste caso, a frequência de corte pode variar conforme a necessidade do produtor e das condições climáticas (SANTOS et al., 2011). Porém, há limitação na sua utilização no que diz respeito à operacionalidade, devido a necessidade de colheita quase que diária para o fornecimento aos animais, fato que onera os custos dentro das propriedades. Para Santos et al. (2006), o custo de colheita representa em torno de 40% do custo total da cultura. Outro fator que compromete a colheita é a despadronização do palmar, dificultando práticas de manejo, como a adubação.

De acordo com Santos et al. (2011), o armazenamento pós-colheita pode ser uma alternativa para diminuir os custos, bem como transporte do material para outras localidades, contudo esta prática deve ocorrer em local com sombra ou coberto e ventilado, devendo os ramos de palma serem amontoados inteiros. No entanto, poucas são as informações disponíveis na literatura sobre o armazenamento pós-colheita da palma forrageira e seus efeitos no valor nutritivo e desempenho animal.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a composição química das variedades de palma forrageira Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana submetidas até 60 dias de armazenamento pós-colheita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Alvorada do Gurguéia pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas (CPCE), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Alvorada do Gurguéia, Piauí.

A cidade de Alvorada do Gurguéia é localizada com latitude 08°25'28" Sul e longitude 43°46'38" Oeste, estando a uma altitude de 281 metros. A região tem o clima classificado como semiárido, de aproximadamente oito meses de período seco (NUNES, 2011). Os dados referentes a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura máxima e mínima durante o período experimental de 06 de dezembro de 2015 a 04 de fevereiro de 2016 podem ser observados na Figura 1.

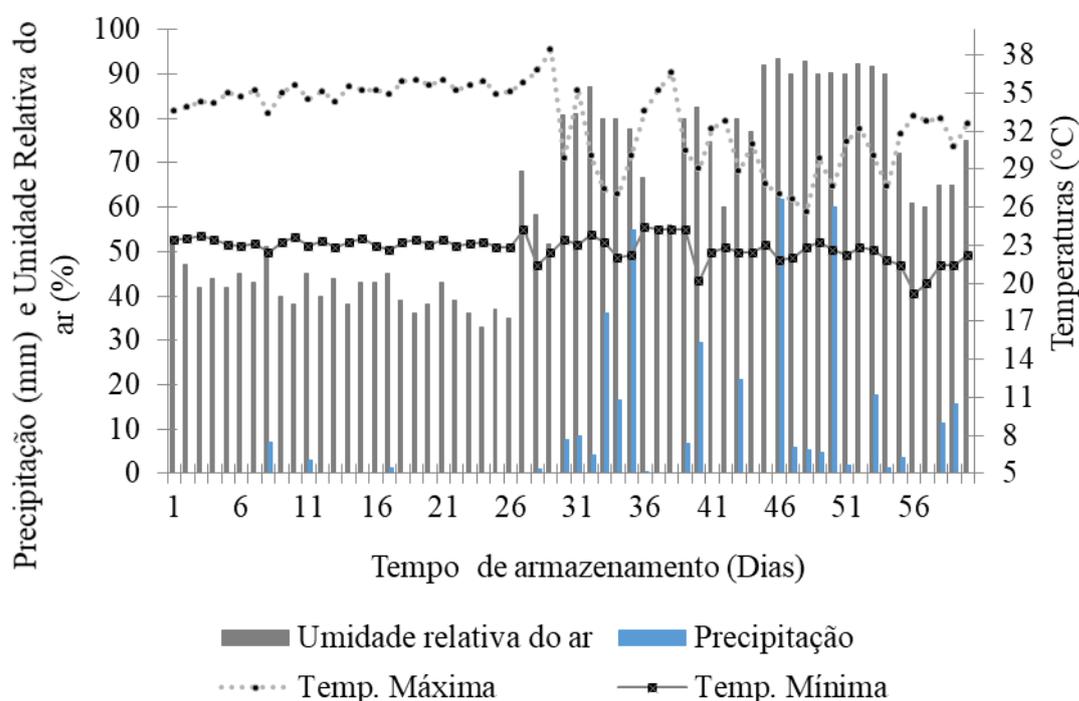


Figura 1. Dados meteorológicos durante o período de armazenamento na região do experimento, nos meses de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016.

Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Estação: 82870 - Vale do Gurgueia Cristino Castro, Piauí.

A precipitação acumulada durante todo período experimental na região foi de 387 mm. Os valores máximos e mínimos para umidade relativa do ar foram de 93,5% e 33%, respectivamente. Já os valores da temperatura máxima oscilaram de 25,6 °C a 38,4 °C, e temperatura mínima oscilaram entre 19,2 °C e 24,2 °C.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (3 × 5), em que os fatores foram constituídos de três variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana) e cinco períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias), com três repetições.

2.3 Implantação do Experimento

Antes do plantio das variedades de palma, foi coletada amostra de solo, para análise e caracterização química na camada de 0-20 cm, realizadas no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI, na cidade do Bom Jesus, Piauí. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, conforme metodologia de Raij et al., (2001). Não foi necessário realizar correção do solo com base na saturação de bases do solo, conforme análise (Tabela 1) e exigência da cultura. A adubação de base foi constituída pela aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia (45% de N), 50 kg ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio (48% de K₂O), e 30 kg ha⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅).

Os cladódios de palma foram obtidos em Campina Grande, Paraíba no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). O espaçamento utilizado para o plantio das variedades de palma forrageira foi de 1,5 m x 0,1 m, com densidade de 66.133 plantas ha⁻¹, as parcelas foram de 4,5 m x 5,0 m, sendo espaçadas entre elas por um metro de área não cultivada, com total de 144 plantas, subparcelas de 4,5 m x 1,2 m com 36 cladódios de palma.

Tabela 1. Análise química do solo no local do plantio das variedades de palma forrageira.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
H ₂ O	-----mg/dm ³ -----			-----cmol/dm ³ -----							-----%-----		
5,4	9,6	21,1	-	2,4	0,6	0,0	3,5	3,1	3,1	6,5	46,8	0,0	0,0

pH em água; P: fósforo, K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; (H+Al): hidrogênio + alumínio; SB: soma de bases; t: CTC efetiva; T: CTC em pH 7,0; V: saturação de bases; m: saturação por alumínio; MO: matéria orgânica.

Foram cultivadas três variedades de palma forrageira em dezembro de 2013: *Nopalea cochinillifera*, variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e *Opuntia tuna*, variedade Orelha de Elefante Mexicana. Após 2 anos do plantio, em condições de sequeiro, foi realizado o corte, no dia 06 de dezembro de 2015. As palmas foram colhidas manualmente, com auxílio de facão para mato 14” TRAMONTINA®, preservando uma área de cladódio residual, de acordo com as sugestões de Santos et al. (2010), e armazenadas em galpão ventilado em cima de paletes de madeira, com uma altura de aproximadamente 10 cm do chão, a qual ficaram armazenados 200 cladódios para cada variedade, proporcionando assim uma escolha aleatória, durante um período de até 60 dias pós-colheita (Figura 2).



Figura 2. Armazenamento de variedades de palma forrageira na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurugiá, da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

2.4 Análise da perda de água

Após a colheita, foram escolhidos dez cladódios de cada variedade de palma forrageira e separados para pesagem, onde sempre os mesmos cladódios foram pesados de acordo com os períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias). Para medir a quantidade de água perdida pelas variedades de palma Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana, utilizou-se balança eletrônica digital, capacidade 1 g a 5 kg, modelo Sf-400 UNICASA®. O cálculo de perda de água foi feito através da diferença entre o peso atual do período em relação ao período anterior.

2.5 Coleta de cladódios nos tempos determinados

Foram coletados aleatoriamente dez cladódios de cada variedade de palma forrageira por tratamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento pós-colheita), em sacos plásticos devidamente identificados e levados ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), do CPCE/UFPI, onde foram picados, pesados e levados a estufa de ventilação

forçada de ar a uma temperatura de 65°C até peso constante. Em seguida as amostras pré-secas foram trituradas em moinho estacionário “Thomas Wiley”, modelo SP-32 SPLAPOR® com peneira de malha de 1,0 mm, e acondicionados em potes com tampas para realização das análises químicas.

2.6 Análise da composição química

As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990), método nº 934.01 para matéria seca, 930.05 para matéria mineral, 981.10 para proteína bruta e 920.39 para extrato etéreo método 920.29. Nas análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia de Van Soest et al. (1991) com modificações propostas pelo manual do aparelho Ankon, da Ankon Technology Corporation. A lignina foi determinada de acordo com o método 973.18 (AOAC, 2002) no resíduo FDA com ácido sulfúrico a 72%, realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do CPCE/UFPI.

Para a estimativa dos carboidratos totais (CHOT) foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992), e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados utilizando as equações preconizada por Mertens (1997).

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$$

$$\text{CNF} = 100 - \% \text{MM} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{FDN}$$

2.7 Análise da composição mineral

Após digestão nítrico-perclórica, determinaram-se os teores de fósforo (P) por espectrofotometria UV/VIS a 660nm, por meio de leitura de intensidade da cor azul do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico em espectrofotômetro modelo IL-592 EVEN®. Já os teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), sódio (Na) e cobre (Cu) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA), modelo AA240FS VARIAN®, conforme metodologias descritas pela Silva (2009), realizados no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI.

2.8 Análises estatísticas

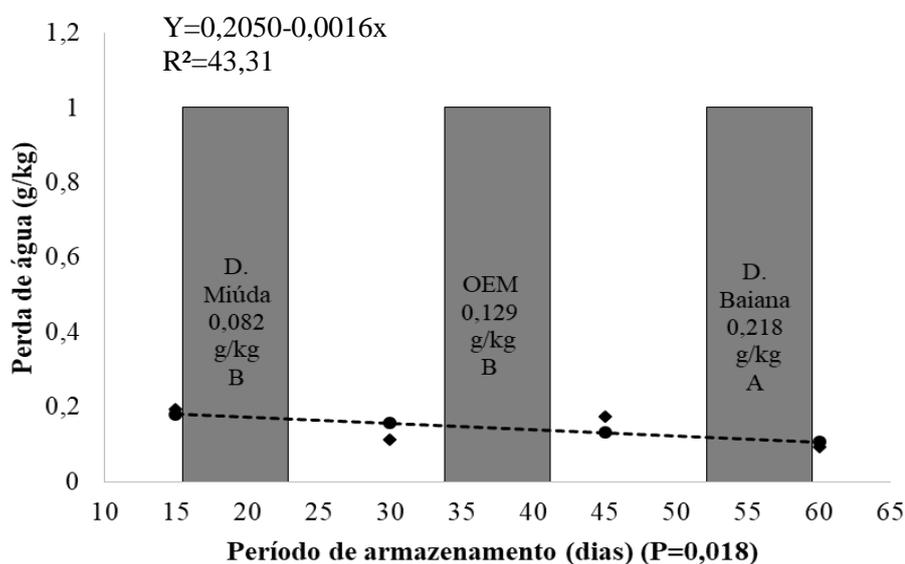
Os resultados foram submetidos a análise de variância, regressão (período de armazenamento), e pelo teste de Scott-Knott (variedades de palma forrageira), a um nível

de 5% de significância, utilizando o software SISVAR versão 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise de perda de água dos cladódios armazenados, não houve efeito ($P=0,2589$) para interação entre os fatores variedades de palma forrageira e tempo de armazenamento (Figura 3).

Para as variedades de palma forrageira na perda de água, as médias diferiram entre si ($P=0,0004$), em que a variedade Doce Baiana apresentou maior perda de água em relação as demais variedades (0,218 g). A perda de água está relacionada às atividades respiratórias para o meio através da evapotranspiração da planta. Plantas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), evitam perdas de água por evaporação mantendo os estômatos fechados durante o dia (MOREIRA, 2013), reduzindo assim as trocas gasosas. Entretanto, após a colheita, se abertos, os estômatos não conseguem mais se fechar. A abertura estomática durante todo o período de armazenamento foi comprovada pelo surgimento de novas brotações das variedades de palma, principalmente para as do gênero *Nopalea*. Em seus estudos, Lima (2013) enfatiza que a variedade de palma Doce Baiana obteve número superior de frações brotadas em comparação a OEM.



Variedades de palma forrageira ($P=0,0004$)

Figura 3. Perda de água das variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

Houve uma redução linear ($P=0,018$) da perda de água com o avanço do período de armazenamento, sendo a perda de água somente constatada a partir dos primeiros 15 dias pós-colheita. Para MacDonald e Clark (1987), a abertura dos estômatos pode aumentar imediatamente após o corte. Com os estômatos abertos, o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é elevado, mas graças a suas características estruturais e funcionais, os cactos são capazes de consumir e perder o mínimo de água que armazenam (RIZZINI, 1987), mesmo com os estômatos abertos.

A perda de água pode estar intimamente ligada a umidade relativa do ar e/ou a temperatura ambiental. Como mostra a Figura 1, a região apresenta baixa pluviosidade, baixa umidade relativa do ar e elevada temperatura. Nos dias em que não há chuva, a umidade relativa do ar é muito baixa e as temperaturas são bastantes elevadas. Segundo Wills et al. (1998), o aumento na temperatura promove um aumento exponencial na respiração, pois quanto maior a temperatura maior a atividade metabólica dos tecidos (PEREIRA, 1989). Para Nobel (1995), o bom rendimento dessa cultura está climaticamente relacionado a áreas com 400 a 800 mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40% e temperatura diurna/noturna de 25 a 15°C, fatores que não são observados para região.

Houve interação entre as variedades de palma forrageira e os períodos de armazenamento para as variáveis MS ($P=0,0123$), PB ($P<0,0001$), EE ($P=0,0004$), MM ($P<0,0001$), MO ($P<0,0001$) e CHOT ($P<0,0001$) (Tabela 2). Para os períodos de armazenamento, houve efeito para a FDN ($P<0,0001$), FDA ($P=0,0362$), CNF ($P<0,0001$) e hemicelulose ($P=0,0010$). Por sua vez, a variável lignina apresentou efeito significativo ($P<0,0001$) somente para as variedades de palma.

Para a variável MS, apenas a variedade Doce Baiana obteve efeito ($P=0,0106$) para os períodos de armazenamento, em que aos 15 dias apresentou o maior teor ($114,13 \text{ g kg}^{-1}$), diminuindo com o passar do tempo (Tabela 3). Esta variedade não só perdeu em maior quantidade de água, mas também perdeu em teor de MS ao longo do tempo, influenciada pela baixa umidade relativa do ar e pelas altas temperaturas (Figura 1), e a prováveis processos fermentativos que refletiram sobre o teor de MS. Contudo, a variedade de palma Doce Miúda foi a que apresentou os maiores teores de MS (média de $122,5 \pm 0,37 \text{ g kg}^{-1}$) independente do período de armazenamento ($P=0,1683$), quando comparada com as demais. Em seus estudos, Santos et al. (1992) testaram o efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de MS e composição química das palmas forrageiras, não encontraram diferença significativa para as cultivares gigante e redonda

até 16 dias de armazenamento, mas para a cultivar Doce Miúda, no período de 12 dias, foi superior em relação ao dia 0. Independente do gênero de palma forrageira, ela apresenta baixos teores de matéria seca ($116,9 \pm 25,6 \text{ g kg}^{-1}$) (FERREIRA et al., 2003), o que pode comprometer, quando fornecida em grandes quantidades, o atendimento das necessidades de MS dos animais (DUBEUX JUNIOR et al., 2010).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a composição química das variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento.

Variáveis	P<Variedades	P<PA	P<Variedades × PA	Média Geral	EPM g kg ⁻¹	CV (%)
Matéria seca ¹	<0,0001*	<0,0001*	0,0123*	114,02	0,37	5,57
Proteína bruta ²	<0,0001*	0,0015*	<0,0001*	41,4	0,07	3,02
Extrato etéreo ²	<0,0001*	0,1447 ^{ns}	0,0004*	15,06	0,11	12,34
Matéria mineral ²	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	148,80	0,17	2,0
Matéria orgânica ²	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	851,20	0,17	0,35
Fibra em detergente neutro ²	0,0037*	<0,0001*	0,1090 ^{ns}	258,80	0,64	4,28
Fibra em detergente ácido ²	0,0026*	0,0362*	0,5106 ^{ns}	210,02	0,61	5,0
Carboidratos totais ²	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	794,74	0,70	0,52
Carboidratos não fibrosos ²	<0,0001*	<0,0001*	0,0849 ^{ns}	535,94	0,24	2,28
Lignina ²	<0,0001*	0,0505 ^{ns}	0,4333 ^{ns}	42,13	0,35	14,5
Hemicelulose ²	0,0863 ^{ns}	0,0010*	0,5578 ^{ns}	4,87	0,29	23,67
Celulose ²	0,2521 ^{ns}	0,3767 ^{ns}	0,4802 ^{ns}	16,78	0,32	7,56

¹g kg⁻¹ da matéria natural; ²g kg⁻¹ da matéria seca; PA: períodos de armazenamento; Média Geral (g kg⁻¹); EPM: erro padrão médio (g kg⁻¹); CV: coeficiente de variação (%); * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%.

Quanto ao teor de PB observou-se aumento linear (P=0,0006) para a variedade Orelha de Elefante Mexicana (OEM), e redução linear para as variedades Doce Miúda e Doce Baiana. A palma OEM apresentou ainda os maiores teores de PB (média $54,2 \pm 0,07 \text{ g kg}^{-1}$) em relação as demais variedades estudadas, em todos os períodos de armazenamento. Estudos elaborados por Cavalcante et al. (2014), apontaram que palmas forrageiras do gênero *Opuntia*, apresentaram maior teor de PB em relação a do gênero *Nopalea*, médias variando de $54,2$ a $52,1 \text{ g kg}^{-1}$ para Gigante e Redonda, respectivamente, e $43,1 \text{ g kg}^{-1}$ para Doce Miúda. A perda de água, resultou em concentração da PB para OEM, em decorrência da atividade respiratória da planta, que resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis, e as concentrações PB não são afetadas pela respiração, podendo aumentar em termos proporcionais. Segundo Rotz e Abrams (1988) o

aumento da concentração da proteína é atribuído à perda de constituintes não-proteicos. A redução nos teores de proteína para as variedades Doce Miúda e Doce Baiana são indicativos de proteases. As proteases podem estar envolvidas em vários processos fisiológicos, como remoção de proteínas inativadas, desnaturadas ou anormais, reutilização de aminoácidos, e modificação do conteúdo de proteínas durante condições que requerem mudanças no estado metabólico da planta (HIENG et al., 2004). A composição química do xiquexique armazenado com diferentes métodos de retirada dos acúleos, também apresentou diminuição da PB com o passar dos dias, principalmente aos que sofreram queima para a retirada dos espinhos (MAGALHÃES, 2014).

Tabela 3. Composição química de variedades de palma forrageira submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Variedades	Períodos de armazenamento					Média	P-valor
	0	15	30	45	60		
Matéria Seca (MS) (g kg ⁻¹)							
Doce Miúda	124,56A	122,50A	135,33A	105,37A	124,93A	122,54	0,1683 ^{ns}
Doce Baiana	113,97B	114,13A	110,47B	102,70A	103,80B	109,01	0,0106*
OEM ²	104,87B	117,27A	118,77B	108,93A	102,77B	110,52	0,2890 ^{ns}
Média	114,47	117,97	121,52	105,67	110,50		
Proteína Bruta (PB) ¹							
Doce Miúda	34,77C	34,40C	34,63B	32,43B	32,60B	33,77	0,0100*
Doce Baiana	40,97B	36,60B	35,80B	34,20B	33,50B	36,21	<0,0001*
OEM ²	52,57A	52,37A	55,83A	54,33A	56,00A	54,22	0,0006*
Média	42,77	41,12	42,09	40,32	40,70		
Extrato Etéreo (EE) ¹							
Doce Miúda	14,30B	14,20B	13,17B	11,67B	16,03A	14,05	0,4384 ^{ns}
Doce Baiana	17,37A	17,40A	21,43A	15,10A	16,13A	17,49	0,1790 ^{ns}
OEM ²	11,90B	13,80B	10,83B	15,60A	16,90A	13,63	0,0061*
Média	14,52	15,13	15,14	14,12	16,36		
Matéria Mineral (MM) ¹							
Doce Miúda	128,80A	159,20A	150,60B	161,17A	156,77B	151,31	<0,0001*
Doce Baiana	133,20A	135,37B	154,07B	165,40A	161,60A	149,93	<0,0001*
OEM ²	114,67B	129,97C	167,60A	161,07A	152,67B	145,19	<0,0001*
Média	125,56	141,51	157,42	162,54	157,01		
Matéria Orgânica (MO) ¹							
Doce Miúda	871,20B	840,80C	849,40A	838,83A	843,23A	848,69	<0,0001*
Doce Baiana	866,80B	864,63B	845,93A	834,60A	838,40B	850,07	<0,0001*
OEM ²	885,37A	870,07A	832,40B	838,97A	847,37A	854,83	<0,0001*
Média	874,45	858,50	842,58	837,47	843,00		
Carboidratos Totais (CHOT) ¹							
Doce Miúda	822,13A	792,20B	801,67A	794,70A	793,77A	800,89	<0,0001*
Doce Baiana	808,47B	810,63A	788,73B	785,23B	788,80A	796,37	<0,0001*
OEM ²	820,87A	803,90A	765,73C	769,00C	775,30B	786,96	<0,0001*
Média	817,16	802,24	785,38	782,98	785,96		
Carboidratos Não Fibrosos (CNF) ¹							
Doce Miúda	597,47	561,93	547,63	516,00	530,60	550,73A	-
Doce Baiana	554,37	562,70	517,33	508,33	524,17	533,38B	-
OEM ²	562,93	549,57	504,93	495,57	505,57	523,71C	-
Média	568,47	551,37	535,94	520,50	505,06		<0,0001*

¹g kg⁻¹ na matéria seca; ²OEM: Orelha de Elefante Mexicana; P-valor: regressão linear para os períodos de armazenamento, * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

A variedade OEM apresentou aumento linear para a variável EE ($P=0,0061$), nos diferentes períodos de armazenamento pós-colheita (Tabela 3). Mesmo havendo concentração deste nutriente, a média para OEM ($13,63 \pm 0,11 \text{ g kg}^{-1}$) encontra-se inferior aos trabalhos de Cavalcanti et al. (2008), que apresentaram concentração de $17,3 \text{ g kg}^{-1}$. Diferente deste estudo, Silva (2016) avaliaram diferentes períodos de armazenamento da palma OEM, não encontraram diferença estatística para EE, em até 21 dias pós-colheita. Dentre as variedades, a palma Doce Baiana apresentou os maiores teores para o EE. Segundo Rupollo et al. (2004), os lipídios são os constituintes mais suscetíveis à degradação química e influenciam diretamente a secagem e conservabilidade do produto armazenado, fatos que justificam similarmente as maiores perdas de água e MS para esta variedade. A velocidade das alterações dos lipídios depende da umidade, da temperatura e do tempo de armazenamento (MARINI et al., 2005).

Houve aumento linear crescente para a MM ($P<0,0001$) e redução para a variável MO nos diferentes períodos de armazenamento. Por sua vez, a variedade OEM apresentou-se com os menores teores de MM, com exceção aos 30 dias de armazenamento ($167,60 \pm 0,17 \text{ g kg}^{-1}$). O aumento no teor de MM neste período, pode ser explicado pelo desgaste da MO ocasionado pelas temperaturas mais elevadas até os 29 dias durante todo período de estudo (Figura 1). A atividade metabólica associada aos microrganismos proporciona um consumo de MO, produzindo gás carbônico e outros constituintes, capazes de alterar em proporções os minerais. Dessa forma, a determinação do teor de MM assume valores, proporcionalmente, maiores na medida em que a matéria orgânica é consumida (POSNER e HIBBS, 1999). Os resultados encontrados neste estudo corroboram com Silva (2016), onde comparando os períodos de armazenamento da palma OEM, encontrou efeito linear crescente para a composição de MM, e linear decrescente para MO, sendo essa variedade com os maiores teores minerais, consequentemente menores teores de MO para 0, 7, 14 e 21 dias ($85,3, 95,7, 103,8$ e $114,9 \text{ g kg}^{-1}$ de MM) e ($914,7, 904,3, 895,2$ e $885,1 \text{ g kg}^{-1}$ de MO), respectivamente.

Em relação ao teor de CHOT os tempos de armazenamento influenciaram a composição das variedades de palma forrageira. Houve redução linear ($P<0,0001$) para os períodos de armazenamento para as variáveis CHOT e CNF. A diminuição dos carboidratos é atribuída às brotações que ocorreram ao longo do período de armazenamento pós-colheita. De acordo com Hidalgo (1993) as reservas são utilizadas para processos que demandam energia, como brotações, crescimento, florescimento e

frutificação. Dentre as variedades, a palma Doce Miúda apresentou médias mais elevadas em todos os períodos de armazenamento. Pesquisas realizadas por Silva (2016) não encontraram diferença significativa de CHOT e CNF para palma OEM nos períodos de 0, 7, 14 e 21 dias de estocagem. Este autor ainda mostra médias mais elevadas de CHOT e CNF para palma Doce Miúda (869,5 e 667,4 g kg⁻¹) e OEM (643,6 e 848,4 g kg⁻¹), na respectiva ordem, quando comparadas a este estudo. Segundo Balsalobre et al. (2003) a variação na qualidade da fração CNF interfere diretamente na disponibilidade de energia para os ruminantes, pois o avanço da idade da planta causa aumento nos constituintes da parede celular, diminuindo, assim, os teores de CNF e, conseqüentemente, o fornecimento de energia de rápida degradação aos microrganismos ruminais.

Para a composição química da parede celular, observou-se diferença significativa entre as espécies de palma forrageira para FDN, FDA e lignina (Tabela 4). Os diferentes períodos de armazenamento para estas variáveis obtiveram aumento linear. Assim como na fenação, condições ambientais desfavoráveis levam à perda de carboidratos solúveis pela contínua respiração celular e quando armazenados com teores de umidade superiores aos recomendados (entre 150 e 180 g kg⁻¹ MS), facilmente aquecem e têm como consequência aumento dos teores de FDN, FDA, lignina e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) (COBLENTZ e HOFFMAN, 2009).

A variedade Doce Miúda apresentou menores teores para FDN e FDA (médias 250,15 ± 0,64 g kg⁻¹ e 203,40 ± 0,61 g kg⁻¹, respectivamente). Em suas pesquisas Santos et al. (1992) encontraram diferenças significativas de fibra bruta para cultivar Doce Miúda no período 0 e 12 dias de armazenamento, com teores de 123,4 e 96,5 g kg⁻¹, porém não diferindo dos outros períodos (4, 8 e 16 dias). Em contrapartida, Silva (2016) não observou significância para FDN corrigido para cinzas na cultivar OEM até os 21 dias de armazenamento após colheita. A proporção de FDN de uma planta forrageira é importante não só para a avaliação de sua composição química, mas também pelo fato de a FDN estar relacionada com consumo máximo de MS (MERTENS, 1994). Os baixos teores de FDN, como os encontrados na palma forrageira, diminuem o tempo total de mastigação, reduzindo a secreção de saliva, rica em agentes tamponantes que irão manter as condições normais do rúmen (WANDERLEY et al., 2002). O comportamento diferenciado dos componentes da parede celular pode promover variação em sua qualidade, pois as plantas com menores teores de FDN tendem a apresentar os maiores teores de lignina (BALSALOBRE et al., 2003).

Tabela 4. Composição química da parede celular de variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento.

Variáveis	Períodos de Armazenamento (Dias)					Média	P-valor
	0	15	30	45	60		
Fibra em Detergente Neutro (FDN) ¹							
Doce Miúda	224,63	230,30	254,03	278,70	263,10	250,15B	-
Doce Baiana	254,07	247,97	271,40	276,93	264,63	263,00A	-
OEM ²	257,97	254,30	260,80	273,43	269,73	263,25A	-
Média	245,56	244,19	262,08	276,36	265,82		<0,0001*
Fibra em Detergente Ácido (FDA) ¹							
Doce Miúda	189,67	197,53	211,53	213,23	205,03	203,40B	-
Doce Baiana	197,47	209,20	216,03	211,93	208,67	208,66B	-
OEM ²	213,07	221,53	210,57	222,87	221,97	218,00A	-
Média	200,07	209,42	212,71	216,01	211,89		0,0108*
Lignina ¹							
Doce Miúda	42,07	36,33	35,77	48,03	41,73	40,79B	-
Doce Baiana	35,83	37,93	37,10	41,80	33,50	37,23B	-
OEM ²	40,90	47,07	47,97	53,53	52,37	48,37A	-
Média	39,60	40,44	40,28	47,79	42,53		0,0496*
Hemicelulose ¹							
Doce Miúda	34,9	32,7	42,5	65,4	58,0	46,7A	-
Doce Baiana	56,5	38,7	55,3	65,0	55,9	54,3A	-
OEM ²	44,8	32,7	50,2	50,6	47,7	45,2A	-
Média	40,2	44,5	48,7	53,0	57,2		0,0016*
Celulose ¹							
Doce Miúda	147,6	161,2	175,7	165,1	163,3	162,6A	-
Doce Baiana	161,6	171,3	178,9	170,1	175,1	171,4A	-
OEM ²	172,1	174,4	162,5	169,3	169,6	169,6A	-
Média	160,4	169,0	172,4	168,2	169,3		-

¹g kg⁻¹ na matéria seca; ²OEM: Orelha de Elefante Mexicana; P-valor: regressão linear para os períodos de armazenamento, * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

A palma forrageira OEM apresentou os maiores teores de lignina quando comparado as demais variedades (média 48,37 ± 0,35 g kg⁻¹) (Tabela 4). Porém as médias das variedades de palma Doce Miúda e Doce Baiana (40,79 e 37,23 g kg⁻¹, nesta ordem) não diferem estatisticamente entre si. Cavalcante et al. (2014) relataram maiores teores de lignina para as variedades Gigante e Redonda em relação a Doce Miúda (52,6, 53,0 e 35,7 g kg⁻¹), respectivamente. Estes autores acreditam que esses valores podem ser justificados pelo fato de tais genótipos apresentarem cladódios maiores e mais estruturados que os da palma Doce Miúda, uma vez que são importantes para sustentação da planta. Para Macedo Júnior (2007), quanto maior o conteúdo de FDA, maior a chance de ter teores elevados de lignina e maior a chance de ter a digestibilidade reduzida, pois a FDA e lignina tem efeito negativo sobre a qualidade nutricional da fibra vegetal, interferindo na digestibilidade de polissacarídeos da parede celular (MOORE e JUNG, 2001).

Não houve diferença significativa entre as variedades de palma forrageira para hemicelulose e celulose. Entretanto, apresenta aumento linear (P=0,0016) para os períodos de armazenamento para a variável hemicelulose. Quando considera-se o estágio de

desenvolvimento das plantas, ocorre elevação dos teores de compostos estruturais, tais como hemicelulose, celulose e lignina e, simultaneamente, a diminuição do conteúdo celular, desfavorecendo o consumo e a digestibilidade (MINSON, 1990). Cavalcante et al. (2014) também não encontraram diferença significativa de hemicelulose, teores de 73,8, 77,3 e 128,4 g kg⁻¹ e Celulose 156,7, 140,2 e 164,0 g kg⁻¹, respectivamente para Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de cultivo.

Quanto a composição de macro e micronutrientes das variedades de palma forrageira em períodos diferentes de armazenamento, houve efeito (P<0,05) para interação dos fatores (variedades × períodos de armazenamento) apenas para as variáveis cobre (Cu) e zinco (Zn) (Tabela 5). Houve efeito (P<0,05) das variáveis estudadas para os períodos de armazenamento, com exceção do potássio (K). Em relação aos efeitos isolados para as variedades de palma forrageira, potássio (K), cálcio (Ca), manganês (Mn) e sódio (Na) não apresentaram efeito significativo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a composição de macro e micronutrientes das variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento.

Variáveis	P>Variedades	P>PA	P>Variedades x PA	Média Geral	EPM (g kg ⁻¹)	CV (%)
Ca ¹	0,0763 ^{ns}	0,0009*	0,3134 ^{ns}	28,34	2,20	13,43
P ¹	0,0015*	0,0496*	0,145 ^{ns}	0,91	0,09	16,93
Mg ¹	<0,0001*	0,0067*	0,1608 ^{ns}	3,89	0,32	14,28
Na ¹	0,0721 ^{ns}	<0,0001*	0,7202 ^{ns}	0,043	7,20	28,94
K ¹	0,6981 ^{ns}	0,5681 ^{ns}	0,3005 ^{ns}	26,34	2,84	18,66
Cu ²	0,0171*	<0,0001*	0,0070*	7,47	1,56	36,21
Fe ²	<0,0001*	0,0154*	0,5374 ^{ns}	27,42	4,73	29,86
Zn ²	0,0008*	<0,0001*	0,0043*	10,93	1,60	25,32
Mn ²	0,8460 ^{ns}	<0,0001*	0,5860 ^{ns}	98,45	19,89	34,91

¹g kg⁻¹ da matéria seca; ²mg kg⁻¹ da matéria seca; Ca: cálcio; P: fósforo; Mg: magnésio; Na: sódio; K: potássio; Cu: cobre; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; PA: período de armazenamento; Média Geral (g kg⁻¹); EPM: erro padrão médio (g kg⁻¹); CV: coeficiente de variação (%); * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%.

Houve aumento linear (P=0,0016) para o teor de Ca ao longo dos períodos de armazenamento. As variedades de palma Doce Miúda, Doce Baiana e OEM não apresentaram diferença entre si. Esta redução no teor de Ca ao longo do tempo, pode estar relacionada com o surgimento das brotações no armazenamento pós-colheita. O Ca influencia a estrutura e a resistência da parede celular (TAIZ e ZIEGER, 2004). Diferente do estudo de desempenho produtivo de vacas alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira, Santos et al. (2001) relataram diferença nos teores de Ca para as variedades Redonda, Gigante e Miúda, na respectiva ordem de 18,8 g kg⁻¹, 23,1 g kg⁻¹ e

38,8 g kg⁻¹. O NRC (2000) passou a recomendar exigência líquida diária de Ca para manutenção de bovino de corte de 15,4 mg/kg.

No que se refere a variável P, houve aumento linear ($P=0,0130$) nos diferentes períodos de armazenamento e diferença significativa entre as variedades de palma forrageira. A perda de água ao longo do tempo, pode ter levado a concentração do teor de P, de uma vez que as variedades Doce Baiana e OEM perderam em maior quantidade de água (Figura 3) e apresentaram as maiores concentrações de P. O P tem papel fundamental na divisão celular e faz parte da estrutura química de compostos essenciais ao metabolismo vegetal, sendo essencial ao crescimento das partes aérea e radicular das plantas (MALAVOLTA, 2006). Dentre as variedades de palma, a Doce Miúda apresentou o menor teor de P quando comparado com as demais (média $0,78 \pm 0,09$ g kg⁻¹). Em suas pesquisas, Silva et al. (2012) enfatizaram teores para P de 0,7 e 0,8 g kg⁻¹ para palma Gigante aos 390 e 620 dias após plantio, respectivamente, no tratamento sem adubação (controle), valores estes bem semelhantes ao encontrado nesta pesquisa. O NRC (2000) considera que a exigência diária de P para manutenção de bovinos de corte é de 16 mg/kg de peso corporal. De acordo com NRC (1988), estes valores de Ca e P não estão atendendo a relação 2:1 de cálcio e fósforo recomendada para bovinos.

Há diferença significativa para o teor de Mg entre as variedades de palma forrageira, em que a palma OEM apresenta maior teor em relação as variedade Doce Miúda e Doce Baiana (média $4,83 \pm 0,32$ g kg⁻¹). Além disso, apresentaram redução linear ($P=0,0005$), para os diferentes períodos de armazenamento. As brotações ao longo do período de armazenamento, podem ter influenciado a diminuição de Mg, de uma vez que é transferido rapidamente para as plantas jovens (BOARO, 1991). Os presentes resultados, estão inferiores aos obtidos por Silva et al (2012), que não encontraram diferença aos 390 e 620 dias de adubação após plantio, atribuindo médias de 7,7 a 12,5 g kg⁻¹. O NRC (1989), recomenda para vacas em estágio de lactação 2,0 a 2,5 g/kg de Mg.

Para os teores de K e Na não houve diferença ($P>0,05$) para as variedades de palma estudadas, nem para os períodos de armazenamento pós-colheita. Os teores de K apresentaram médias de 25,50 g kg⁻¹, 26,99 g kg⁻¹ e 26,53 g kg⁻¹ para as palmas Doce Miúda, Doce Baiana e OEM, respectivamente. O K regula e participa de muitos processos essenciais, tais como a fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, absorção de água do solo (SENGIK, 2003). Já os teores de Na, apresentaram médias de 0,05 g kg⁻¹ para Doce Miúda, 0,04 g kg⁻¹ para Doce Baiana e 0,04 g kg⁻¹ para a variedade OEM. Silva et al. (2012) avaliando a composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes

espaçamentos e adubações química, também não encontraram diferença significativa para os teores de K aos 620 dias após plantio (média de 24,9 g kg⁻¹), e aos 390 dias para o Na (média 0,04 g kg⁻¹). O NRC (1989) recomenda, para os níveis de exigências de vacas em lactação, com base na MS, teores de K e Na nas rações de 9,0 a 10,0 g kg⁻¹ e 1,80 g kg⁻¹, respectivamente.

Houve diferença significativa entre variedades de palma forrageira para as variáveis Cu e Zn. Os teores de Cu obtiveram redução linear e os de Zn aumento linear, para os diferentes períodos de armazenamento. Contudo, a variedade Doce Miúda não apresenta efeito (P=0,9531) para o Zn nos períodos de armazenamento pós-colheita (Tabela 6). Avaliando a composição mineral de cladódios de palma, Silva et al. (2012) encontraram teor mínimo de Cu aos 620 dias após plantio para o tratamento sem adubação (4,06 mg kg⁻¹). Todavia não encontraram diferença significativa para Zn aos 390 e 620 dias de adubação após plantio, com médias 42,36 e 65,37 mg kg⁻¹, respectivamente. Em seus estudos, Magalhães (2014), atribuiu a diminuição de alguns minerais durante o armazenamento do Xiquexique pós-colheita, provavelmente, à perda de material por ação de bactérias acidogênicas, que degradaram parte dos constituintes ao longo dos períodos de armazenamento.

Para o Fe, não houve efeito (P=0,1208) para os períodos de armazenamento. As variedades de palma forrageira apresentaram diferença significativa, estando a palma OEM com maior teor (média 41,66 ± 4,73 mg kg⁻¹), em todos os períodos de armazenamento. Silva et al. (2012) não encontraram diferença para o Fe, médias 37,88 e 45,20 mg kg⁻¹ aos 390 e 620 dias respectivos após plantio. Entretanto, Dubeux Júnior et al. (2010) afirmam que essas diferenças encontradas no teor de Fe podem ser explicadas pelas interações do Fe com outros nutrientes, notadamente, fósforo, zinco, molibdênio e cobre, e que são de ocorrência comum.

Tabela 6. Composição de macronutrientes e micronutrientes de variedades de palma forrageiras em diferentes períodos de armazenamento.

Variáveis	Períodos de Armazenamento (Dias)					Média	P-valor
	0	15	30	45	60		
Cálcio (Ca) (g kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	26,55	34,51	31,46	26,45	27,63	29,32A	-
Doce Baiana	29,14	32,70	29,73	28,14	26,64	29,27A	-
OEM ²	29,18	31,81	26,22	26,52	18,45	26,43A	-
Média	28,29	33,00	29,14	27,04	24,24		0,0016*
Fósforo (P) (g kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	0,55	0,82	0,77	0,90	0,86	0,78B	-
Doce Baiana	0,92	0,89	1,14	0,93	0,85	0,94A	-
OEM ²	0,87	0,92	1,07	0,96	1,19	1,00A	-
Média	0,78	0,87	0,99	0,93	0,97		0,0130*
Magnésio (Mg) (g kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	2,97	3,92	3,26	3,47	2,84	3,29B	-
Doce Baiana	4,28	3,84	3,35	3,03	3,31	3,56B	-
OEM ²	5,42	5,12	4,98	4,80	3,83	4,83A	-
Média	4,35	4,12	3,89	3,66	3,43		0,0005*
Sódio (Na) (g kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	0,04	0,04	0,06	0,07	0,03	0,05A	-
Doce Baiana	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,04A	-
OEM ²	0,03	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04A	-
Média	0,03	0,04	0,05	0,06	0,03		0,9945 ^{ns}
Potássio (K) (g kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	20,17	28,36	24,55	28,94	25,46	25,50	-
Doce Baiana	28,02	23,30	28,28	26,02	29,33	26,99	-
OEM ²	24,67	27,52	28,87	22,45	29,17	26,53	-
Média	24,29	26,39	27,23	25,81	27,99		-
Cobre (Cu) (mg kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	9,98A	5,39B	5,07A	7,07A	2,21A	5,94	0,0090*
Doce Baiana	6,11A	14,70A	9,56A	5,18A	1,92A	7,49	0,0011*
OEM ²	10,11A	14,05A	7,18A	7,18A	6,54A	8,98	0,0077*
Média	8,73	11,38	7,27	6,42	3,56		-
Ferro (Fe) (mg kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	16,78	14,30	24,99	32,63	22,97	22,33B	-
Doce Baiana	14,28	15,62	21,26	24,74	15,49	18,29B	-
OEM ²	35,75	48,03	40,19	49,94	34,38	41,66A	-
Média	22,27	25,98	28,82	35,77	24,28		0,1208 ^{ns}
Zinco (Zn) (mg kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	14,75A	8,84A	4,71B	15,68A	11,48B	11,09	0,9531 ^{ns}
Doce Baiana	8,10B	6,03A	5,11B	11,45A	12,64B	8,68	0,0077*
OEM ²	11,56A	6,67A	14,08A	13,84A	19,01A	13,03	0,0002*
Média	11,47	7,18	7,97	13,66	14,38		
Manganês (Mn) (mg kg ⁻¹) ¹							
Doce Miúda	73,75	60,17	78,58	132,58	157,00	100,42A	-
Doce Baiana	71,50	66,00	80,50	135,75	117,50	94,25A	-
OEM ²	37,67	72,75	118,17	129,2	145,41	100,68A	-
Média	60,97	66,31	92,42	132,58	139,97		<0,0001*

¹g kg⁻¹ na matéria seca; ²OEM: Orelha de Elefante Mexicana; P-valor: regressão linear para os períodos de armazenamento, * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Para o teor de Mn as variedades de palma não apresentaram diferença significativa entre si, porém as médias ao longo dos períodos de armazenamento apresentaram aumento linear (P<0,05), havendo efeito de concentração deste nutriente ocasionado pela perda de

água. Estes resultados encontram-se abaixo dos encontrados por Dubeux Júnior et al. (2010), com média de 686,87 mg kg⁻¹. Silva et al. (2012) atribuem médias mais elevadas, de 444,02 mg kg⁻¹ para 390 dias e 1354,28 mg kg⁻¹ aos 620 dias após plantio. Para Mortvedt (1991), em geral, o pH do solo é o fator que mais influencia a disponibilidade de Mn para as plantas, onde o pH do solo da área experimental, encontrava-se ácido, pH de 5,4, como mostra a Tabela 1.

Uma vez que não existem trabalhos para a determinação das exigências de microminerais para bovinos no Brasil, sugere-se que os requerimentos dos mesmos sejam estimados de acordo com o NRC (2000): Cu (mg/dia) = consumo de matéria seca (kg) × 10,0; Fe (mg/dia) = consumo de matéria seca (kg) × 50,0; Mn (mg/dia) = consumo de matéria seca (kg) × 20,0; e Zn (mg/dia) = consumo de matéria seca (kg) × 30,0 (mg/dia).

São poucas as informações disponíveis na literatura sobre teor de macro e micronutrientes na palma forrageira e seus efeitos na produção, principalmente do que se diz respeito ao armazenamento por longos períodos pós-colheita. Durante o desenvolvimento da cultura, Andriolo et al. (2010) relatam que os nutrientes em concentração mais elevada tendem a reduzir ou inibir a absorção daqueles em concentração mais baixa. Todavia, Dubeux Júnior e Santos (2005) afirmam que os micronutrientes, apesar de serem absorvidos em menores quantidades, são tão essenciais quanto os macronutrientes, onde a deficiência pode ocasionar redução no desenvolvimento da palma, e conseqüentemente não atender as exigências dos animais.

4. CONCLUSÃO

As variedades de palma forrageira Doce Miúda e Orelha de Elefante Mexicana podem ser armazenadas por um período de até 60 dias pós-colheita, com perdas mínimas para o teor de água e mantendo-se mais estáveis na composição química, principalmente para as variáveis matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, sódio e potássio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L.; JÄNISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; PICIO, M.D.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.267-272, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**, v. 1, 17 th edition. AOAC, Gaithersburg, VA, USA. 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**, 16 th, 3. ed. AOAC, Gaithersburg, MD. 1997.

BALSALOBRE, M.A.A; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R.R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.

BOARO, C.S.F. **Avaliação das interações entre magnésio e outros elementos minerais durante o desenvolvimento de feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L. cv Carioca), em cultivo hidropônico com diferentes níveis de magnésio: estudo de parâmetros fisiológicos e da composição mineral**. 1991. 257f. Tese (Doutorado) - UNESP, Rio Claro, 1991.

CAVALCANTE, L.A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.424-433, 2014.

CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M. de A.; RIBEIRO, V.L.; RIBEIRO NETO, A.C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, p.173-179, 2008.

COBLENTZ, W.K.; HOFFMAN, P.C. Effects of spontaneous heating on fiber composition, fiber digestibility, and in situ disappearance kinetics of neutral detergent fiber for alfafa-orchardgrass hays. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.6, p.2875-2895, 2009.

CORRÊA, P.N.G.; CARVALHO, C.B.M.; SILVA, F.A.P.; REIS, A.L.A.; SOUSA, S.V.; EDVAN, R.L. Produtividade de variedades de palma forrageira na região sul do Piauí. In: CONGRESSO ESTUDANTIL DE MEDICINA VETERINÁRIA DA UECE, 4., 2016, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Ciência Animal, 2016. p.130-132.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R. S. C; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p.105-128.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

FERREIRA, C.A.; FERREIRA, R.L.C.; SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; SILVA, J.A.A.; LIRA, M.A.; MOLICA, S.G. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, 2003.

- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.322-329, 2009.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFPA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Ediciones MundiPrensa, 1993. 983p.
- HIENG, B., UGRINOVIC, K., SUSTAR-VOZLIC, J., KIDRIC, M. Different classes of proteases are involved in the response to drought of *Phaseolus vulgaris* L. cultivars differing in sensitivity. **Journal of Plant Physiology**, v.161, n.5, p.519–530, 2004.
- LIMA, W.B. **Propagação por Fracionamento do Cladódio de Palmas Forrageiras Resistentes a Cochonilha do Carmim**. 2013. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.
- MACDONALD, A.D.; CLARCK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p.407-437, 1987.
- MACEDO JÚNIOR, G. L. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.1, p.7-17, 2007.
- MAGALHÃES, R.M.F. **Manejo e composição químico-bromatológica de *Pilosocereus gounellei*, em caatinga no sertão cearense**. 2014. 103f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo, Agrônoma Ceres. 2006. 638p.
- MARINI, L.J.; GUTKOSKI, L.C.; ELIAS, M.C.; MEZZOMO, N. Efeito da secagem intermitente na estabilidade de grãos de aveia. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.3, p.260-267, 2005.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. Jr.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic, 1990.
- MOORE, K.J.; JUNG, H.J.G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v.54, p.420-430, 2001.
- MOREIRA, C. Fotossíntese. **Revista de Ciência Elementar**, n.1, v.1, p.1-5, 2013.
- MORTVEDT, J.J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes: presença de elementos tóxicos. In: Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Raij, B. van; Abreu, C. A. (eds.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.237-251
- NOBEL, P.S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMENTABARRIOS, E. **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 1995. p.36-48 (FAO. Plant Production and Protection, 132).
- NOGUEIRA, M.S.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G.G.L.; PINHO, R.M.A.; NUNES, C.S.S.M.; PARENTE, H.N. Ensilagem de Palma Forrageira, in SANTOS, E.M.;

- PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, I.S.; PARENTE, M.O.M. (Org.), **Ensilagem de Plantas Forrageiras para o Semiárido**, EDUFMA, São Luiz, MA, 2016. p.249-271.
- NRC - Nutrient Research Council. **Requeriments of the dairy cattle**. 6.ed. Washington, DC: National Academy Press. 1988. 157p.
- NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C., 1989. 158p.
- NRC – National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000. 242p.
- NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.6, n.1, p.58–66, 2011.
- OLIVEIRA, F.T.; SOUTO, J.S.; SILVA, R.P.; ANDRADE FILHO, F.C.; PEREIRA JÚNIOR, E.B. Palma forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.27-37, 2010.
- PEREIRA, A.R. Aspectos fisiológicos da produtividade vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.2, p.139-142, 1989.
- POSNER, E.S.; HIBBS, A.N. **Wheat flour milling**. 2.ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1999. 341p.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, **Ceres**. p.343, 1991.
- REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; HERNÁNDEZ, H.M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (Cactáceae). **Agrociencia**, v.39, n.4, p.395-408, 2005.
- RIZZINI, C.T. Cactáceas: Os segredos da sobrevivência. **Revista Ciência Hoje**. v.5, n.30, p.30-37, 1987.
- ROTZ, C.A., ABRAMS, S.M. 1988. Losses and quality changes during alfalfa hay harvest and storage. **Transactions of the Asae**, v.31, n.2, p.350-354.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L.C.; MARINI, L.J.; ELIAS, M.C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1715-1722, 2004.
- SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; TAVARES FILHO, J.J. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783, 1992.
- SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. **Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 23p. (Documentos, 25), 1997.
- SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; LIRA, M.A. Desempenho Produtivo de Vacas 5/8 Holando/Zebu Alimentadas com Diferentes Cultivares de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

- SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**, IPA, Recife. 2006.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR, J.C.B.; BATISTA, J.C.; FERREIRA, M.A.; CUNHA, M.V. Palma forrageira In: Dilermando Miranada da Fonseca; Janaina Azevedo Martuscello. (Org.). **Plantas forrageiras**.1 ed.,Viçosa: Editora UFV, v.único, p.459-493. 2010.
- SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; FREIRE, J. de L.; PINTO, M.S.C.; SANTOS, D.C.; SOUZA, T.C.; SILVA, M.C. Manejo de palma forrageira. In: CONGRESSO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2, 2011, **Anais...** Garanhuns, PB, 2011.
- SENGIK, E.S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/...>>. Acesso em: 13 julho 2017.
- SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus- indica Mill*) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET**, v.8, n.5, p.1-11, 2007.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.
- SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, R.C.C.; DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suplemento, p.866-875, 2012.
- SILVA, E.T.S. **Diferentes períodos de armazenamento da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw)**. 2016. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.T.; 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.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B.; VÉRAS, A.S.C.; IDERVAL FARIAS, I.; LIMA, L.E.; DIAS, A.M.A. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica Mill.*) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.
- WILLS, R.H.; MCGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4.Ed. CAB International, New York, USA, 1998. 262p.

CAPÍTULO 3. Qualidade da silagem de variedades de palma forrageira em comparação ao armazenamento pós-colheita

CARVALHO, C.B.M. Qualidade da silagem de variedades de palma forrageira em comparação ao armazenamento pós-colheita. 2017. 27f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Piauí, Bom Jesus, 2017.

RESUMO – Objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de variedades de palma forrageira em comparação ao armazenamento pós-colheita. Foram utilizadas três variedades de palma forrageira: *Nopalea cochinillifera*, variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e *Opuntia tuna*, variedade Orelha de Elefante Mexicana (OEM). As palmas foram coletadas após 2 anos do plantio em condições de sequeiro. As variedades de palma foram colhidas e armazenadas em galpão ventilado em paletes de madeira, em amontoados de 200 cladódios. Com o excedente do material colhido foram confeccionadas as silagens de palma. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. Para a composição química, constituiu-se de doze tratamentos e três repetições, onde os tratamentos foram constituídos da combinação de três variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e OEM) e três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias), mais as silagens das variedades de palma forrageira. Para as perdas fermentativas da ensilagem utilizou-se as três variedades de palma forrageira. Para pH, N-NH₃ e capacidade tampão (CT), utilizou-se esquema fatorial (3 × 2), em que os fatores eram constituídos das três variedades de palma e dois tipos de massa (*in natura* e silagem). Já para a estabilidade aeróbia, utilizou-se esquema fatorial (3 × 5), em que os fatores correspondiam das três variedades de palma e cinco tempos de exposição ao ar (1, 12, 24, 48 e 96h). Houve diferença (P<0,05) para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) e lignina entre os períodos de armazenamento das variedades de palma forrageira e suas respectivas silagens. Para as perdas por gases e efluentes das silagens de palma, não houve diferença (P>0,05) entre as variedades, entretanto para recuperação de matéria seca (RMS), a variedade Doce Baiana apresentou menor teor (90,60 ± 0,54 % MS). Houve efeito de interação entre os fatores massa (*in natura* e silagem) e variedades de palma forrageira para pH e CT. Houve efeito de interação (P=0,0073) entre os fatores (variedades de palma forrageira × tempo de exposição ao ar) somente para a temperatura superficial das silagens. As variedades de palma forrageira Doce Miúda e OEM armazenadas até 60 dias pós-colheita e na forma de silagem, mantiveram resultados mais satisfatórios para composição química, com exceção para o teor PB. No entanto, a silagem de palma Doce Baiana perdeu na qualidade da composição química, principalmente em relação a MS, PB, EE, MO, FDN e FDA. O processo de ensilar aumentaram os teores de ferro das variedades de palma forrageira Doce Miúda, Doce Baiana e OEM, em relação ao armazenando pós-colheita. As silagens das variedades de palma forrageira Doce Miúda e OEM apresentaram perdas fermentativas mínimas, com maior índice de RMS e resultados adequados para os teores de pH, N-NH₃ e CT, indicando adequada fermentação. As silagens das variedades de palma forrageira em aerobiose apresentaram-se estáveis por um período de até 96 horas de exposição ao ar.

Palavras-chave: composição química, fermentação, *Nopalea cochinillifera*, *Opuntia tuna*

CARVALHO, C.B.M. Quality of silage of forage palm varieties compared to post-harvest storage. 2017. 27f. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2017.

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the quality of the silage of forage palm varieties in comparison to the post-harvest storage. Three varieties of forage palm were used: *Nopalea cochinillifera*, Doce Miúda and Doce Baiana varieties, and *Opuntia tuna*, Orelha de Elefante Mexicana variety (OEM). The palms were collected after 2 years of planting in dry conditions. The palm varieties were harvested and stored in ventilated shed on wooden pallets, in heaps of 200 cladodes. With the surplus of the harvested material the palm silages were made. The experimental design was the completely randomized (DIC) with three replicates. For the chemical composition, it consisted of twelve treatments and three replications, where the treatments consisted of the combination of three varieties of forage palm (Doce Miúda, Doce Baiana and OEM) and three storage periods (0, 30 and 60 days), plus silages of forage palm varieties. For the fermentative losses of the ensilage used the three varieties of forage palm. For pH, N-NH₃ and buffer capacity (CT), a factorial scheme (3 × 2) was used, in which the factors were composed of three palm varieties and two types of mass (*in natura* and silage). As for aerobic stability, it used a factorial scheme (3 × 5), where the factors corresponded to the three palm varieties and five exposure times to the air (1, 12, 24, 48 and 96h). There was a difference (P<0.05) for dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), mineral matter (MM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (CHOT), non-fibrous carbohydrates (CNF) and lignin between storage periods of forage palm varieties and their respective silages. For the gas and effluent losses of the palm silages, there was no difference (P>0.05) between the varieties, however for dry matter recovery (RMS), the Doce Baiana variety had a lower content (90.60 ± 0.54% MS). There was interaction effect between the mass factors (*in natura* and silage) and forage palm varieties for pH and CT. There was interaction effect (P=0.0073) between the factors (forage palm varieties × time of exposure to air) only for the surface temperature of the silages. The Doce Miúda and OEM forage palm varieties stored up to 60 days post-harvest and in the form of silage, maintained more satisfactory results for chemical composition, except for CP content. However, the Doce Baiana palm silage lost in the quality of the chemical composition, mainly in relation to DM, CP, EE, OM, NDF and ADF. The ensiling process increased the iron content of Doce Miúda, Doce Baiana e OEM forage palm varieties in relation to post-harvest storage. The silages of Doce Miúda and OEM forage palm varieties presented minimal fermentation losses, with a higher RMS index and adequate results for pH, N-NH₃ and CT, indicating adequate fermentation. The silages of the forage palm varieties in aerobiose were stable for up to 96 hours of exposure to air.

Keywords: chemical composition, fermentation, *Nopalea cochinillifera*, *Opuntia tuna*

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia* sp. ou *Nopalea* sp.) é uma cultura bastante usada em regiões de estiagem para a alimentação animal. De acordo com Nogueira (2015), as principais características da palma forrageira são baixo teor de matéria seca (MS) e elevada quantidade de carboidratos solúveis. A colheita da palma geralmente ocorre manualmente, sendo transportada por tração animal, até o local de utilização, operação que ocorre diariamente, fato que tem aumentado consideravelmente os custos de produção, já que a colheita demanda muito tempo e mão-de-obra (SILVA, 2016).

Aproveitar o excedente de forragem logo após o período chuvoso, com técnicas de conservação como a ensilagem, tem permitido melhor uso das forrageiras, principalmente no período seco para alimentação animal. Segundo Guim et al. (2004) em ambientes Áridos e Semiáridos onde uns dos nutrientes mais escassos é a água, a técnica da ensilagem é extremamente favorável, pois tem permite preservar a água contida nele.

Para que a técnica de silagem se torne eficiente é preciso observar as características da forrageira a ser cultivada e a qualidade da silagem que se irá produzir (GUSHA et al., 2013). A palma forrageira vem sendo utilizada para produção de silagem, sendo a silagem produzida considerada de boa qualidade (NOGUEIRA et al., 2016). Estes autores ainda relatam que a palma apresenta algumas características de composição química, favoráveis e outras desfavoráveis ao processo de ensilagem. No entanto, Nogueira (2015) estudando silagens de palma aditivadas com e sem ureia, observou adequada fermentação e baixas perdas de nutrientes na massa ensilada. A produção de silagem de palma forrageira seria uma opção para evitar o corte diário da cultura, tarefa que onera o sistema.

Além disso, a ensilagem de palma, permitiria a colheita de todo o palmal, uniformizando e aumentando a capacidade de rebrotação, e, conseqüentemente a produtividade, além de diminuir a demanda mão-de-obra com colheitas e fornecimento periódico, ao longo do período de estiagem (CEZAR NETO et al., 2017), bem como a liberação de áreas para outros fins. O armazenamento de palma *in natura* pós-colheita é outra alternativa de conservação que minimizam estes entraves dentro das propriedades, contudo podem ter alterações na qualidade nutricional.

A combinação do baixo teor de MS e elevada quantidade de carboidratos solúveis, associado a uma capacidade tamponante considerada média resulta em uma forrageira com alta capacidade de fermentação (NOGUEIRA et al., 2016), fato que pode comprometer a qualidade da silagem. O armazenamento da palma forrageira pode apresentar menor custo

ao produtor rural e menores perdas na qualidade da forragem quando comparada com sua silagem. Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de variedades de palma forrageira Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana em comparação ao seu armazenamento por até 60 dias pós-colheita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurguéia pertencente ao *Campus* Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí - UFPI, no município de Alvorada do Gurguéia, Piauí.

A cidade de Alvorada do Gurgueia é localizada à 539 km de distância da capital Teresina com latitude 08°25'28" sul e longitude 43°46'38" oeste, estando a uma altitude de 281 metros. A região tem o clima classificado como semiárido, de aproximadamente oito meses de período seco (NUNES, 2011). Os dados referentes a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura máxima e mínima durante o período experimental de 06 de dezembro de 2015 a 04 de fevereiro de 2016 são demonstrados na Figura 1.

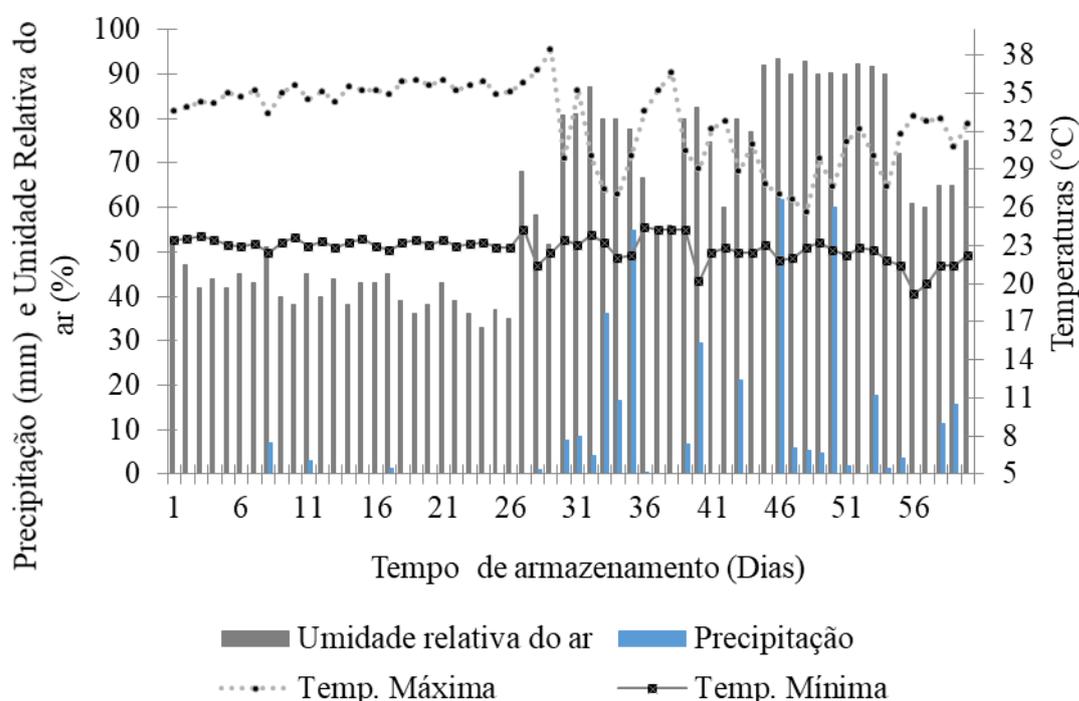


Figura 1. Dados meteorológicos durante o período de armazenamento na região do experimento, nos meses de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016.

Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Estação: 82870 - Vale do Gurgueia Cristino Castro, Piauí.

A precipitação acumulada durante todo período experimental na região foi de 387 mm. Os valores máximos e mínimos para umidade relativa do ar foram de 93,5% e 33%, respectivamente. Já os valores da temperatura máxima oscilaram de 25,6 °C a 38,4 °C, e temperatura mínima oscilaram entre 19,2 °C e 24,2 °C.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Para a composição química, constituiu-se de doze tratamentos e três repetições, onde os tratamentos foram constituídos da combinação de três variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e Orelha de Elefante Mexicana - OEM) e três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias), mais as silagens das variedades de palma forrageira, que ficaram da seguinte forma: Doce Miúda 0, Doce Baiana 0, OEM 0, Doce Miúda 30, Doce Baiana 30, OEM 30, Doce Miúda 60, Doce Baiana 60, OEM 60, Doce Miúda Silagem, Doce Baiana Silagem e OEM Silagem. Para as perdas fermentativas da ensilagem utilizou as três variedades de palma forrageira com três repetições. Para pH, N-NH₃ e capacidade tampão, utilizou-se esquema fatorial (3 × 2), onde os fatores eram constituídos das três variedades de palma e dois tipos de massa (*in natura* e silagem) com três repetições. Já para a estabilidade aeróbia, utilizou esquema fatorial (3 × 5), em que os fatores correspondiam das três variedades de palma e cinco tempos de exposição ao ar (1, 12, 24, 48 e 96 h) com três repetições.

2.3 Implantação do experimento

Antes do plantio das variedades de palma, foi coletada amostra de solo, para análise e caracterização química na camada de 0-20 cm, realizadas no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI, na cidade do Bom Jesus, Piauí. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, conforme metodologia de Rajj et al., (2001), obtendo na sua análise química pH em água = 5,40; fósforo (P) = 9,6 mg dm⁻³; potássio (K) = 21,19 mg dm⁻³; cálcio (Ca) = 2,4 cmol dm⁻³; magnésio (Mg) = 0,6 cmol dm⁻³; alumínio (Al) = 0,0 cmol dm⁻³; hidrogênio + alumínio (H+Al) = 3,5 cmol dm⁻³; soma de bases (SB) = 3,1 cmol dm⁻³; CTC efetiva (t) = 3,1 cmol dm⁻³; CTC em pH 7,0 (T) = 6,5 cmol dm⁻³; saturação de bases (V) = 46,8 %, saturação por alumínio (m) = 0,0 % e matéria orgânica (MO) = 0,0 %.

Não foi necessário realizar correção do solo com base na saturação de bases do solo e exigência da cultura, de acordo com Sousa e Lobato (2004). A adubação de base foi

constituída pela aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia (45% de N), 50 kg ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio (48% de K₂O), e 30 kg ha⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅).

Os cladódios de palma foram obtidos em Campina Grande, Paraíba no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). O espaçamento utilizado para o plantio das variedades de palma forrageira foi de 1,5 m x 0,1 m, com densidade de 66.133 plantas ha⁻¹, as parcelas foram de 4,5 m x 5,0 m, sendo espaçadas entre elas por um metro de área não cultivada, com total de 144 plantas, subparcelas de 4,5 m x 1,2 m com 36 cladódios de palma.

Foram cultivadas três variedades de palma forrageira em dezembro de 2013: *Nopalea cochinillifera*, variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e *Opuntia tuna*, variedade Orelha de Elefante Mexicana. Após 2 anos do plantio, em condições de sequeiro, foi realizado o corte, no dia 06 de dezembro de 2015. As palmas foram colhidas manualmente, com auxílio de facão, preservando uma área de cladódio residual, de acordo com as sugestões de Santos et al. (2010), e armazenadas em galpão ventilado em cima de paletes de madeira, com uma altura de aproximadamente 10 cm do chão e das paredes, a qual ficaram armazenados 200 cladódios para cada variedade, proporcionando assim uma escolha aleatória, durante um período de até 60 dias pós-colheita. Com o excedente do material na colheita, foram confeccionados as silagens de palma (Figura 2).



Figura 2. Confeção de silagens de palma forrageira na Fazenda Experimental de Alvorada do Gurguéia, da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

2.4 Confeção dos mini silos

Após o corte do palmal os cladódios de palma forrageira foram colhidos, e o material processado em máquina forrageira picadora e trituradora GTM-2001sb GARTHEN[®], ajustada para cortar partículas de 2 a 0,5 cm. O material picado foi colocado em silos experimentais confeccionados com baldes com capacidade de três litros, com válvula tipo bunsen adaptada em sua tampa, para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. No fundo de cada balde foi depositado 1 kg de areia, separados da forragem por uma camada de tecido de algodão, sendo possível medir a quantidade de efluentes retida. Todo o material foi compactado, de modo a atingir uma densidade de aproximadamente 600 Kg m⁻³. Posteriormente, os silos foram vedados com fitas adesivas sendo registrados seus pesos, os quais permaneceram fechados por 60 dias.

2.5 Coleta de cladódios nos tempos determinados

Foram coletadas aleatoriamente três amostras contendo dez cladódios de cada variedade de palma forrageira por tratamento (0, 30 e 60 dias de armazenamento pós-colheita), em sacos plásticos devidamente identificados e levados ao LANA, do CPCE/UFPI, onde foram picados, pesados e levados a estufa de ventilação forçada de ar a uma temperatura de 65°C até peso constante. Em seguida as amostras pré-secas foram trituradas em moinho estacionário “Thomas Wiley”, modelo SP-32 SLAPOR[®], com peneira de malha de 1,0 mm, e acondicionados em potes com tampas para realização das análises químicas laboratoriais.

2.6 Análise da composição química

As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990), método n° 934.01 para matéria seca, 930.05 para matéria mineral, 981.10 para proteína bruta e 920.39 para extrato etéreo método 920.29. Nas análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia de Van Soest et al. (1991) com modificações propostas pelo manual do aparelho Ankon, da Ankon Technology Corporation. A lignina foi determinada de acordo com o método 973.18 (AOAC, 2002) no resíduo FDA com ácido sulfúrico a 72%, realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do CPCE/UFPI.

Para a estimativa dos carboidratos totais (CHOT) foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992), e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados utilizando as equações preconizada por Mertens (1997).

$$\text{CHT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$$

$$\text{CNF} = 100 - \% \text{MM} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{FDN}$$

2.7 Análise da composição mineral

Após digestão nítrico-perclórica, determinaram-se os teores de fósforo (P) por espectrofotometria UV/VIS a 660nm, por meio de leitura de intensidade da cor azul do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico em espectrofotômetro modelo IL-592 EVEN®. Já os teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), sódio (Na) e cobre (Cu) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA), modelo AA240FS VARIAN®, conforme metodologias descritas pela Silva (2009), realizados no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI.

2.8 Análise das silagens

No fechamento, foram retiradas amostras compostas de cada tratamento, sendo estas pesadas com aproximadamente 500g, acondicionadas em sacos devidamente identificados, para análises de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e capacidade tampão (CT), de acordo com a metodologia proposta por Mizubuti et al. (2009).

Antes da abertura, os silos foram levados para o LANA, do CPCE/UFPI, onde foram pesados, para posterior determinação das perdas de matéria seca (MS) na forma de gases e efluentes, e a recuperação de matéria seca (RMS) segundo equações descritas por Zanine et al. (2010). A perda por gases foi obtida através da diferença de peso da massa de forragem seca.

$$G = (\text{PCI} - \text{PCf}) / (\text{MFi} \times \text{MSi}) \times 10000$$

Onde:

G: perdas por gases (dag/kg MS);

PCI: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do silo cheio na abertura (kg);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (dag/kg).

As perdas por efluente foram calculadas pela equação seguinte, baseadas na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem fresca no fechamento.

$$E = [(PVf - Ts) - (PVi - Ts)]/MFi \times 100$$

Onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de silagem);

PVi: peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg);

Ts: tara do silo;

MFi: massa de forragem no fechamento (kg).

A seguinte equação foi utilizada para estimar a recuperação de matéria seca:

$$RMS = (MFa \times MSa)/(MFf \times MSf) \times 100$$

Onde:

RMS: taxa de recuperação de matéria seca (dag/kg);

MFa: massa de forragem na abertura (kg);

MSa: teor de matéria seca da forragem na abertura (dag/kg);

MFf: massa de forragem no fechamento (kg);

MSf: teor de matéria seca da forragem no fechamento (dag/kg);

Na abertura dos silos, após 60 dias, descartaram-se a porção superior e inferior da silagem em cada mini silo. A porção central foi homogeneizada para haver penetração de ar na massa. Então retirou-se uma alíquota de cada tratamento para determinação de pH, N-NH₃ e CT, como descrito anteriormente. Uma parte da amostra foi separada e colocada em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Em seguida as amostras pré-secas foram trituradas em moinho estacionário “Thomas Wiley”, modelo SP-32 SLAPOR[®], com peneira de malha de 1,0 mm, para realização das análises de composição química, como anteriormente.

2.9 Estabilidade aeróbia

Após homogeneização da massa ensilada, foram devolvidas aos silos originais 2,5kg de silagem para estudo da estabilidade em aerobiose. As amostras das silagens foram expostas ao ar em temperatura ambiente controlada (25°C), semelhante às avaliações realizadas por Johnson et al. (2002). O controle da temperatura ambiente foi feito com termômetro de ambiente INCOTERM[®], a temperatura interna da silagem foi aferido com termômetro digital tipo espeto INCOTERM[®], colocando a ponta de inox no centro do

material, e a temperatura superficial com termômetro digital infravermelho com Mira Laser (-50° a 420° C) BENETECH®.

A temperatura do material foi aferida a cada 1 (uma) hora, durante 96 horas de exposição ao ar. Os parâmetros para avaliação da instabilidade aeróbia constituíram-se no aumento em 2°C da temperatura da silagem em relação ao ambiente após a abertura dos silos (MORAN et al., 1996).

Outro parâmetro utilizado para avaliação da estabilidade aeróbia das silagens foram o pH e a análise de N-NH₃ (MIZUBUTI et al., 2009). Para isso, foi coletado 100g de cada tratamento nos tempos 1, 12, 24, 48 e 96h de exposição ao ar.

2.10 Análise estatística

Os resultados para composição química das palmas armazenadas e da silagem, foram submetidos a análise de variância, e os tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott. Os resultados para perdas por gases, efluentes, recuperação da matéria seca, pH, nitrogênio amoniacal e capacidade tampão, foram submetidos a análise de variância e teste de média Tukey. A temperatura superficial e interna da estabilidade aeróbia foram submetidas a análise de variância, regressão (horas de exposição ao ar), e teste de média Tukey, todos com o nível de 5% de significância, utilizando-se o software SISVAR versão 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de MS, PB, EE, MM, MO, FDN, FDA, CHOT, CNF e lignina, entre os períodos 0, 30 e 60 dias de armazenamento das variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e OEM) e suas respectivas silagens (Tabela 1).

Nota-se que para a variedade de palma Doce Miúda aos 30 dias de armazenamento pós-colheita e a silagem da mesma, não diferiram entre si ($P > 0,05$) para variável MS, apresentando os maiores teores (135,3 e 137,0 g kg⁻¹, respectivamente). Em relação às diferentes variedades de palma forrageira, a Doce Miúda apresenta maiores teores de MS em relação ao do Gênero *Opuntia* (SANTOS et al., 1990), e provavelmente por ter apresentado alto teor de MS, resultou em uma silagem com baixa ação dos microrganismos anaeróbicos. De acordo com Santos e Zanine (2006) a perda de MS são promovidas pela fermentação secundária que ocorrem durante a vedação e a deterioração aeróbia da silagem. Embora a silagem de palma Doce Baiana e OEM terem apresentado teores mais

baixos, as mesmas tiveram valores mínimos de MS aos 60 dias de armazenamento, indicando atividade aeróbica microbiana durante o armazenamento (SILVA, 2016). Trabalhando com silagem de palma forrageira aditivada com farelo de trigo e enriquecido com ureia, Nogueira (2015) encontrou médias de MS de 129,2 g kg⁻¹, a nível de 0% de farelo de trigo.

Houve diferença (P<0,0001) para os teores de PB. A variedade OEM apresentou os maiores teores de PB para os tempos de armazenamento, quando comparada com as silagens e outras variedades. A diminuição no teor de PB da silagem da palma Doce Baiana e OEM quando comparada com os tratamentos 0, 30 e 60 dias de armazenamento pós-colheita, é indicativo de proteólise. A quantidade de proteólise durante a ensilagem em muitas leguminosas e gramíneas C₃ e C₄ pode ser explicada pelo conteúdo total de N e de MS, onde se observa elevação da proteólise quando se aumenta os teores de N e diminui quando se eleva a MS (MUCK, 1996). Como a silagem de Doce Baiana e OEM apresentaram os menores teores de MS, não contribuíram para a diminuição de quebra de proteína. Segundo Nogueira et al. (2016) a proteólise pode ocorrer naturalmente por ação de enzimas da própria planta no início do processo fermentativo e através da ação de microrganismos que fazem parte da microflora epifítica residente na própria planta ou oriundas do processo de ensilagem. Leite et al. (2009) estudaram silagem de palma forrageira em função do grau de umidade (43, 64 e 69%), encontraram valores de PB de 15,5, 14,7 e 24,1 g kg⁻¹, respectivamente.

A silagem de palma Doce Baiana apresentou menor teor de EE com 7,6 ± 0,10 g kg⁻¹. A palma Doce Baiana possui cladódios maiores e mais espessos, consequentemente armazenam mais água, em que o teor de água pode constituir um fator importante que atua no processo de deterioração dos nutrientes. A degradação dos lipídios, com o consequente aumento de acidez graxa pode conduzir à formação de odor e sabor indesejáveis, influenciando negativamente, a qualidade nutricional e sensorial do produto (WEBER et al., 2002). Em seus estudos Nogueira (2015) relata teores de 15,9, 18,4, 23,2 e 25,2 g kg⁻¹ de EE com níveis 0, 5, 10 e 20% de farelo de trigo, na respectiva ordem.

Tabela 1. Composição química de variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e silagens.

Tratamentos	MS	PB	EE	MM	MO	CHT	CNF	FDN	FDA	LIG
	g kg ⁻¹					g kg ⁻¹ da MS				
Doce Miúda 0 ¹	124,6B	34,8F	14,3C	128,8D	871,2B	822,1A	597,5A	224,6B	189,7B	42,1B
Doce Baiana 0 ¹	114,0C	41,0D	17,4B	133,2D	866,8B	808,5B	554,4B	254,1A	197,5B	35,8B
OEM 0 ¹	104,9D	52,6B	11,9C	114,7E	885,4A	820,9A	562,9B	258,0A	213,1A	40,9B
Doce Miúda 30 ¹	135,3A	34,6F	13,2C	150,6C	849,4C	801,7B	547,6B	254,0A	211,5A	35,8B
Doce Baiana 30 ¹	110,5C	35,8F	21,4A	154,1C	845,9C	788,7C	517,3C	271,4A	216,0A	37,1B
OEM 30 ¹	118,8C	55,8A	10,8C	167,6A	832,4E	765,7E	504,9D	260,8A	210,6A	48,0A
Doce Miúda 60 ¹	124,9B	32,6G	16,9B	156,8B	843,2D	793,8C	530,6C	263,1A	205,0A	41,7B
Doce Baiana 60 ¹	103,8D	33,5G	16,1B	161,6B	838,4D	788,8C	524,2C	264,6A	208,7A	33,5B
OEM 60 ¹	102,8D	56,0A	16,0B	152,7C	847,4C	775,3D	505,6D	269,7A	222,0A	52,4A
Doce Miúda Silagem	137,0A	35,1F	12,0C	160,5B	839,6D	792,4C	581,7A	210,7B	180,4B	40,4B
Doce Baiana Silagem	113,4C	38,2E	7,6D	170,2A	829,8E	784,0C	562,7B	221,3B	179,2B	40,8B
OEM Silagem	112,6C	48,1C	18,3B	172,3A	827,7E	761,3E	485,6D	275,7A	211,3A	54,3A
Média Geral (g kg ⁻¹)	116,9	41,5	14,7	151,9	848,1	791,9	539,6	252,3	203,7	41,9
P-valor	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0003*	<0,0001*
EPM (g kg ⁻¹)	0,38	0,06	0,10	0,20	0,20	0,23	0,72	0,68	0,59	0,25
CV (%)	5,69	2,74	12,22	2,28	0,41	0,50	2,30	4,68	5,06	10,5

¹dias de armazenamento pós-colheita; OEM: orelha de elefante mexicana; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; CHT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibroso; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; Média Geral (g kg⁻¹); EPM: erro padrão médio (g kg⁻¹); CV: coeficiente de variação (%); * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%. Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Com relação a MM, as silagens apresentaram os maiores teores para esse nutriente, principalmente a silagem de palma Doce Baiana (170,2 g kg⁻¹) e OEM (172,3 g kg⁻¹), entretanto na silagem da variedade Doce Miúda não diferiu (P>0,05) para o período de 60 dias de armazenamento. De certa forma, o processo de ensilagem aumentou os teores minerais do material ensilado, o que consequentemente diminuiu os teores MO nestes tratamentos. O aumento no teor de MM pode ser atribuído a ação dos microrganismos da silagem, Matos et al. (2006) relataram que os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis, resultando no aumento das cinzas. Outro fator que pode ter contribuído ao aumento no teor de MM é a contaminação do material no solo durante a colheita. Para Pahlow et al. (2003) durante a colheita na ensilagem, a cultura é impregnada com partículas de solo e a contaminação com esporos de *Clostridium* na forragem torna-se inevitável, possuindo importante função de degradação da MO. Os resultados aqui encontrados, encontram-se semelhante aos citados por Cavalcante et al. (2014), teores de MM de 177,5 g kg⁻¹ para variedade Redonda, 159,4 g kg⁻¹ para Gigante e 175,3 g kg⁻¹ para Doce Miúda. Em contra partida, nos estudos de Nogueira (2015), à medida que se acrescentou farelo de trigo na silagem de palma, os níveis de MM caíram de 118,6 para 6,86 g kg⁻¹.

Houve diferença (P<0,05) para os teores de CHOT e CNF. A silagem de palma forrageira da variedade OEM, apresentou menor teor para variável CHOT quando comparada ao tratamento de 60 dias de armazenamento. Em relação aos CNF, a silagem de OEM também apresenta os menores teores, no entanto, não diferem aos tratamentos 30 e 60 dias de armazenamento pós-colheita. Esse fato, pode ser atribuído ao processo fermentativo, que utiliza os carboidratos como substrato para abaixamento do pH no processo da ensilagem. Concentrações elevadas de carboidratos totais em silagens de palma, podem desencadear ação de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, clostrídios, mofos e leveduras (NOGUEIRA et al., 2016). Magalhães (2014) relata que para os CNF, em todos os tratamentos, apresentam o mesmo comportamento, diminuindo ao passar dos dias de armazenamento. Em suas pesquisas, Nogueira (2015) encontrou teores de CNF para silagem de palma variando de 452,7 a 519,6 g kg⁻¹, apresentando-se dentro do intervalo encontrado neste estudo (485,6 a 597,5 g kg⁻¹).

Para a FDN e FDA houve diferença (P<0,05) para a variedade Doce Miúda 0 dia, e nas silagens de palmas Doce Miúda e Doce Baiana foram observado os menores teores, quando comparada aos tratamentos 30 e 60 dias de armazenamento. A redução no teor da

FDN e FDA possivelmente ocorreram pelo efeito enzimático da hemicelulose, pois durante o processo ensilagem, segundo Winters et al. (1987), enzimas das células vegetais e dos microrganismos envolvidos na fermentação são capazes de romper a estrutura celular, quebrando ligações químicas de carboidratos estruturais, principalmente da hemicelulose. O teor de fibra é importante para alimentação animal, visto que dietas com baixo teor de fibra podem ocasionar distúrbios metabólicos aos animais. Leite (2009) apresenta teores de FDN de 242,4 g kg⁻¹ para palma *in natura*, e 597,8 g kg⁻¹ para silagem de palma com teor de umidade 69%, 606,7 g kg⁻¹ com 64% de umidade, e 587,8 g kg⁻¹ a 43% de umidade. Já Nogueira (2015) apresenta para palma teores de FDN de 315,7 g kg⁻¹ no tratamento controle e média de 290,87 g kg⁻¹ na silagem de palma nos diferentes níveis de farelo de trigo.

Para os teores de lignina (Tabela 1), houve diferença significativa entre os tratamentos, onde os maiores teores foram observados para variedade OEM aos 30 e 60 dias de armazenamento pós-colheita, e na sua respectiva silagem. O alto teor de lignina para tal variedade é atribuído a própria característica dessa espécie, que deve possuir um tecido mais rígido que as demais variedades de palma forrageira. De acordo com Van Soest (1994), a fermentação durante o processo de ensilagem, interfere nas perdas da FDN e de seus componentes celulose, hemicelulose e lignina. Não foram encontrados resultados referentes a lignina em silagem de palma, no entanto Silva (2016), estudando o armazenamento de OEM até 21 dias, relata teores mais elevados quando comparados aos encontrados nesse estudo (média 104,5 g kg⁻¹). Os baixos teores de lignina tem efeito positivo sobre a qualidade nutricional de fibra vegetal, pois não interferem na digestibilidade de polissacarídeos da parede celular (MOORE e JUNG, 2001).

De acordo a Tabela 2, os macronutrientes e micronutrientes diferiram entre si (P<0,05). Para variável Ca, a OEM aos 60 dias de armazenamento pós-colheita, apresentou menor teor, média de 18,45 ± 2,23 g kg⁻¹, no entanto, esse mesmo tratamento apresentou o maior teor para o nutriente P (1,19 ± 0,10 g kg⁻¹), não diferindo das variedades Doce Baiana e OEM aos 30 dias de armazenamento e da Doce Baiana na forma de silagem. Dubeux et al. (2010) relata teores de 48,60 e 4,30 g kg⁻¹ para Ca e P respectivamente, nos tratamentos sem adubação para palma forrageira Clone IPA-201. Seguindo o NRC (1988) estes resultados não atendem a relação Ca e P de 2:1 para bovinos.

Tabela 2. Composição de macronutrientes e micronutrientes de variedades de palma forrageira em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e silagens.

Tratamentos	Ca	P	Mg	Na	K	Cu	Fe	Zn	Mn
	g kg ⁻¹ da MS					mg kg ⁻¹ da MS			
Doce Miúda 0 ¹	26,55A	0,55B	2,97C	0,04A	20,17B	9,98A	16,78D	14,75B	73,75B
Doce Baiana 0 ¹	29,14A	0,92B	4,28B	0,03B	28,02A	6,11A	14,28D	8,10C	71,50B
OEM 0 ¹	29,18A	0,87B	5,42A	0,03B	24,67A	10,11A	35,75D	11,56B	37,67B
Doce Miúda 30 ¹	31,46A	0,77B	3,26C	0,06A	24,55A	5,07B	24,99D	4,71C	78,58B
Doce Baiana 30 ¹	29,73A	1,14A	3,35C	0,04A	28,28A	9,56A	21,26D	5,11C	80,50B
OEM 30 ¹	26,22A	1,07A	4,98A	0,05A	28,87A	7,17A	40,19D	14,08B	118,17A
Doce Miúda 60 ¹	27,63A	0,86B	2,84C	0,03B	25,46A	2,21B	22,97D	11,48B	157,00A
Doce Baiana 60 ¹	26,64A	0,85B	3,31C	0,02B	29,33A	1,92B	15,49D	12,64B	117,50A
OEM 60 ¹	18,45B	1,19A	3,83C	0,03B	29,17A	6,54A	34,38D	19,01A	145,42A
Doce Miúda Silagem	28,85A	0,68B	2,78C	0,02B	15,87B	3,14B	292,99B	11,94B	137,83A
Doce Baiana Silagem	32,10A	1,11A	3,54C	0,04A	29,22A	2,30B	204,94C	13,15B	127,83A
OEM Silagem	28,01A	0,89B	4,15B	0,06A	29,02A	6,78A	535,59A	22,55A	125,00A
Média Geral	27,83	0,91	3,73	0,04	26,05	5,01	104,97	12,42	105,90
P-valor	0,0368*	0,0029*	<0,0001*	0,0026*	0,0407*	0,0020*	<0,0001*	<0,0001*	0,0011*
EPM	2,23	0,10	0,31	7,17	2,76	1,48	18,66	1,72	16,91
CV (%)	13,90	18,37	14,55	32,29	18,35	43,32	30,80	24,05	27,66

¹dias de armazenamento; Ca: cálcio; P: fósforo; Mg: magnésio; Na: sódio; K: potássio; Cu: cobre; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; Média Geral (g kg⁻¹); EPM: erro padrão médio (g kg⁻¹); CV: coeficiente de variação (%); * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%; Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Para o teor de Mg (Tabela 2), a variedade OEM aos 0 e 30 dias de armazenamento pós-colheita apresentaram teores mais elevados, na ordem 5,42 e $4,98 \pm 0,31$ g kg⁻¹. Para a variável Na, os tratamentos Doce Miúda 0, Doce Miúda 30, Doce Baiana 30, OEM 30 e silagem das variedades Doce Baiana e OEM não diferiram entre si ($P > 0,05$), apresentando ainda os maiores teores. Já para o K, a variedade Doce Miúda a 0 dias de armazenamento e a silagem desta mesma variedade obtiveram baixos teores quando comparados aos demais tratamentos ($20,17$ e $15,87 \pm 2,76$ g kg⁻¹, respectivamente). Avaliando a composição mineral de cladódios de palma, Silva et al. (2012), encontrou médias de 12,5 g kg⁻¹ para Mg, 0,04 g kg⁻¹ para Na e 24,9 g kg⁻¹ para K aos 620 dias de plantio.

As silagens das variedades de palma Doce Miúda, Doce Baiana e OEM, apresentaram teores elevados para a variável Fe, sendo a variedade OEM com maior teor ($535,59 \pm 18,66$ mg kg⁻¹). Esse aumento é atribuído a contaminação da massa ensilada após ter sido triturada em máquina forrageira. Mesmo esses valores apresentando-se elevados, de acordo com Valmobirda e Correa (2015), a ocorrência de toxicidade por ferro em bovinos no Brasil é considerada muito baixa, mas que seus efeitos tóxicos ainda são desconhecidos, no entanto, seu excesso aumenta o risco de infecção e neoplasia. O NRC (1996) recomenda para bovinos de corte níveis de 50 mg kg⁻¹ de Fe para bovinos de corte, e que o nível máximo do mesmo é de 1000 mg kg⁻¹.

Em geral, as brotações das variedades de palma ao longo dos períodos de armazenamento pós-colheita podem ter influenciado para o menor teor dos minerais na forragem *in natura*. Com relação a cultura ensilada, os dados na literatura sobre a composição mineral são escassos, por sua vez, assemelham-se com os resultados encontrados nas pesquisas de Dubeux Jr. et al. (2010) e Silva et al. (2012) na forma de forragem.

Os macronutrientes estimados apresentaram a seguinte ordem de grandeza na palma forrageira armazenada pós-colheita e ensilada: cálcio > potássio > magnésio > fósforo > sódio. Já para os teores de micronutrientes respeitou-se a ordem: manganês > ferro > zinco > cobre. Diferente de Silva et al. (2012), que avaliando a composição mineral de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubação química, encontraram a seguinte ordem para macronutrientes: potássio > cálcio > nitrogênio > magnésio > enxofre > fósforo; e para micronutrientes: manganês > zinco > sódio > ferro > boro > cobre.

Para as perdas por gases e efluentes das silagens de palma Doce Miúda, Doce Baiana e OEM, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as variedades, entretanto para

recuperação da matéria seca (RMS), a variedade Doce Baiana diferiu estatisticamente das demais (Tabela 3).

Tabela 3. Perda por gases (G), efluentes (E) e recuperação da matéria seca (RMS) em silagens de diferentes variedades de palma forrageira.

Perdas	Variedades			MG	P-valor	EPM	CV
	D. Miúda	D. Baiana	OEM				
G (% MS)	3,05a	3,22a	2,99a	3,09	0,8523 ^{ns}	0,29	16,30
E (kg/ton MV)	64,62a	53,27	50,13a	56,01	0,0612 ^{ns}	3,09	9,56
RMS (% MS)	98,68a	90,60b	98,60a	95,96	0,0007*	0,54	0,97

MG: média geral; EPM: erro padrão médio (g kg^{-1}); CV: coeficiente de variação (%); * significativo a 5%; ^{ns} não significativo a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Neste estudo, foram observados perdas por gases muito reduzidas em todas as variedades de palma forrageira ensilada. A perda por gases está associada ao tipo de fermentação que ocorre durante o processo, como estas foram insignificantes, é sugestivo de adequada fermentação. Segundo McDonald et al. (1991) aumento significativo nas perdas por gases ocorre quando há produção de álcool por fermentação de bactérias heterofermentativas, enterobactérias, leveduras e bactérias no gênero *Clostridium ssp.* Estes autores relatam ainda, que forrageiras com baixo teor de MS, tendem a ter maiores perdas por gases, além das perdas decorrentes da fermentação butírica, não sendo observadas nessa pesquisa.

Com relação a perda por efluentes, mostrou-se bastante elevada quando comparada aos estudos de Nogueira (2015), valores variando de 21,42 kg/ton MV a 25,02 kg/ton MV, na silagem de palma nos tratamentos sem e com adição de ureia e farelo de trigo. Essas perdas elevadas na forma de efluentes, podem estar relacionadas com o elevado teor de água presente na palma. De acordo com Nogueira et al. (2016), forrageiras que apresentam alto teor de umidade, as perdas por efluentes constituem um dos principais entraves na confecção de silagens, tornando-se uma das principais perdas, com consequentes danos ao valor nutritivo do alimento final e perdas de MS (OLIVEIRA et al., 2010). O volume de efluente produzido em um silo é influenciado por vários fatores, destacando-se o teor de MS, tamanho de partícula, processamento, tipo de silo e compactação (JOBIM et al., 2007).

A silagem de palma da variedade Doce Baiana apresentou menor valor de RMS ($90,60 \pm 0,54\%$ MS). Isso pode ser atribuído ao baixo teor de MS característico da espécie,

e maior quantidade de umidade, ocasionando fermentação secundária. Contudo, mesmo apresentando menor RMS em relação às demais variedades estudadas, Doce Miúda ($98,68 \pm 0,54\%$ MS) e OEM ($98,60 \pm 0,54\%$ MS) apresentaram-se bastante alta quando comparada a outras silagens, como nos estudos de Siqueira et al. (2007), que relacionaram média de RMS de 77,90% para as silagens da cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. Já Zanette et al. (2012), encontrou uma RMS na silagem de milho convencional de 85,34%. Em seus estudos, Mota et al. (2011) relatam que os valores relativamente altos de RMS estão correlacionados à baixa perda por gases e efluentes, como no estudo em questão.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, houve efeito de interação entre os fatores massa (*in natura* e silagem) e variedades de palma forrageira (Doce Miúda, Doce Baiana e OEM) para as variáveis pH e capacidade tampão (CT).

O teor de pH da silagem de palma variedade OEM diferiu estatisticamente das variedades Doce Miúda e Doce Baiana, e da massa *in natura*, pH de $3,65 \pm 0,09$. Mesmo apresentando resultado inferior, o pH de todas as massas ensiladas, encontram-se dentro do recomendado para uma silagem bem fermentada. Segundo McDonald et al. (1991) a faixa aceitável de pH para garantir boa preservação das misturas ensiladas está entre 3,6 e 4,2. Apesar de não haver diferença entre as massas, o alto teor de carboidratos solúveis na palma forrageira podem ter influenciados a queda de pH na silagem. Os resultados desta pesquisa, estão semelhantes ao de Çürek e Özen (2004), que avaliando o valor nutricional de silagem de palma de cladódios em diferentes estágios de maturidade, encontraram valores de pH médios de 3,6 a 4,2. Gucha et al. (2013) avaliando a composição nutricional de silagem de palma enriquecida com diferentes leguminosas, já encontraram valores de pH oscilando entre 3,9 a 4,1. Todos estes resultados dentro da faixa de pH ideal.

Independente da massa *in natura* ou ensilada, e das variedades de palma, os teores de N-NH₃ não diferem entre si ($P>0,05$). As médias dos valores de N-NH₃ da massa *in natura* e da silagem corresponde a 0,28 e 0,26, respectivamente. Mesmo apresentando os menores teores de PB na silagem da palma Doce Baiana e OEM, os valores de nitrogênio amoniacal encontrados neste estudo permitem classificar essas silagens como de boa qualidade, uma vez que, de acordo com McDonald et al. (1991), uma silagem de ótima qualidade deve apresentar menos de 10% de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total.

Tabela 4. Teores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e capacidade tampão (CT) em silagens de diferentes variedades de palma forrageira.

Variedades	Massa		Média	P<Var ²	P<Mas ³	P<Var ² × Mas ³	EPM	CV
	<i>In natura</i>	Silagem						
pH								
Doce Miúda	4,26aA	4,2aA	4,23					
Doce Baiana	4,43aA	4,18aA	4,31	0,0320	0,0006	0,0066	0,09	3,71
OEM ¹	4,42aA	3,65bB	4,03					
Média	4,37	4,01						
N-NH₃ (% MS)								
Doce Miúda	0,27aA	0,25aA	0,26					
Doce Baiana	0,27aA	0,26aA	0,27	0,5530	0,2238	0,8125	0,02	14,69
OEM ¹	0,31aA	0,27aA	0,29					
Média	0,28	0,26						
Capacidade Tampão (mEq/100g MS)								
Doce Miúda	24,10bA	75,8aAB	49,95					
Doce Baiana	21,46bA	87,44aA	54,45	0,2758	0,0001	0,0427	3,18	10,73
OEM ¹	25,45bA	73,62aB	49,54					
Média	23,67	78,95						

¹OEM: Orelha de Elefante Mexicana; ²Var: variedades de palma forrageira; ³Mas: massa; EMP: erro padrão médio; CV: coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para as variedades de palma forrageira a CT não apresentaram diferença (P>0,05) entre si na massa de forragem *in natura*, apresentando média de 23,67 ± 3,18 mEq/100g MS, resultados bem próximos ao de Nogueira (2015) (CT de 22,65 mEq/100g MS). A CT de forrageiras é um dos principais problemas no processo de ensilagem, de uma vez que quanto maior for sua capacidade tamponante, maior será o tempo para o abaixamento do pH, possibilitando assim a ação de microrganismos indesejáveis na massa ensilada. Nogueira et al. (2016) considera a CT da palma forrageira média, onde combinada com os carboidratos solúveis, resultam em uma planta com alta capacidades de fermentação. A partir do momento que a massa é ensilada, pode apresentar forte CT na massa ensilada, fato que vai conferir a silagem maior instabilidade aeróbia.

A Figura 3 mostra a temperatura ambiente no decorrer das horas de avaliação das massas em aerobiose durante o período experimental a qual as silagens foram submetidas. Como não houve quebra de estabilidade, decidiu-se utilizar os tempos 1, 12, 24, 48 e 96h de exposição ao ar. A quebra da estabilidade pode não ter ocorrido, devido mucilagem da forragem, que impediu um maior contato da massa ensilada com ar e a alta CT da silagem das variedades de palma forrageira.

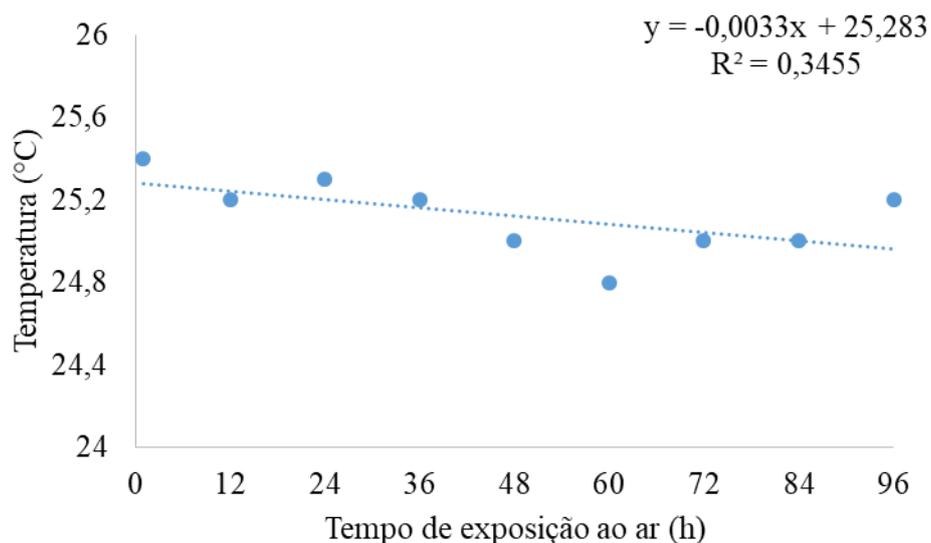


Figura 3. Temperatura ambiente ao longo do período de avaliação da estabilidade aeróbia em silagens de diferentes variedades de palma forrageira.

Houve efeito de interação ($P=0,0073$) entre os fatores (variedades de palma forrageira \times tempo de exposição ao ar) somente para a temperatura superficial das silagens (Tabela 5). A temperatura interna do silo e $N-NH_3$ apresentam diferença ($P<0,05$) para o tempo de exposição ao ar, mas não entre as variedades de palma. No entanto, o pH foi significativo apenas para as variedades de palma estudadas.

Para temperatura superficial, as variedades de palma forrageira ensiladas diferem ($P<0,05$) na 1h de exposição ao ar, sendo que a variedade Doce Baiana obteve a temperatura mais elevada ($23,77 \pm 0,07$ °C). Esta variedade também apresentou redução linear ao longo dos tempos, mostrando-se mais instável as mudanças de temperatura ambiental. Quanto a temperatura interna, houve redução linear ($P<0,001$) para as horas de exposição ao ar. Tanto a temperatura superficial quanto a interna apresentaram tendência a se aproximar da temperatura ambiente, mostrando-se bastante estável. Estes resultados assemelham-se com o de Dias (2007), que avaliou a estabilidade em aerobiose de silagens de soja em vários estádios de desenvolvimento, verificando que estas mantiveram as temperaturas próximas à temperatura ambiente, inferindo que as mesmas apresentaram-se estáveis durante o período de avaliação (7 dias). Nogueira (2015) enfatiza estabilidade na silagem de palma forrageira durante um período de 24h de exposição ao ar.

Tabela 5. Temperatura superficial e interna, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da estabilidade aeróbia em silagens de diferentes variedades de Palma Forrageira.

Variedades	Temperatura Superficial (°C)					Média	P-valor	R ² (%)	EPM	CV
	Tempo de exposição ao ar									
	1h	12h	24h	48h	96h					
Doce Miúda	23,37B	23,73A	23,90A	23,63A	23,50A	23,63	0,4182 ^{ns}	-		
Doce Baiana	23,77A	23,87A	23,83A	23,53A	23,40A	23,68	<0,0001*	82,26	0,07	0,50
OEM	23,30B	23,60A	23,70A	23,53A	23,47A	23,52	0,9117 ^{ns}	-		
Média	23,48	23,73	23,81	23,57	23,45					
Temperatura Interna (°C)										
Doce Miúda	26,13	26,30	26,10	25,47	24,63	25,73A	-	-		
Doce Baiana	26,30	26,27	26,13	25,33	24,77	25,76A	-	-	0,09	0,64
OEM	26,30	26,30	25,80	25,27	24,84	25,70A	-	-		
Média	26,24	26,29	26,01	25,35	24,74		<0,0001*	96,33		
pH										
Doce Miúda	4,20	4,20	3,99	4,22	4,35	4,19A	-	-		
Doce Baiana	4,19	4,03	3,92	4,02	3,89	4,01B	-	-	0,11	4,64
OEM ¹	3,65	3,65	3,61	3,56	3,68	3,64C	-	-		
Média	4,01	3,96	3,84	3,93	3,97		0,9841 ^{ns}	-		
N-NH ₃ (%)										
Doce Miúda	0,25	0,25	0,29	0,14	0,19	0,22A	-	-		
Doce Baiana	0,26	0,33	0,28	0,17	0,26	0,26A	-	-	0,03	18,15
OEM ¹	0,27	0,27	0,24	0,25	0,24	0,25A	-	-		
Média	0,26	0,28	0,27	0,19	0,23		0,0073*	33,87		

¹OEM: Orelha de Elefante Mexicana; EMP: erro padrão médio; CV: coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para o pH, a variedade de palma forrageira OEM apresenta menor pH ($3,64 \pm 0,11$) em relação as variedades Doce Miúda e Doce Baiana. No entanto, encontra-se dentro do preconizado McDonald et al. (1991). Conforme Nogueira et al. (2016), a exposição das silagens ao oxigênio pode desestabilizar a massa e elevar o pH, o que resultaria em desenvolvimento de microrganismos indesejáveis causando degradação do material ensilado, o que não foram observado nesse estudo. O pH das silagens de palma forrageira, nos estudos de Nogueira (2015) variaram de 3,74 a 3,86 durante o período de 24h de exposição ao ar, indicando boa estabilidade aeróbia da silagem de palma.

Houve redução linear para o tempo de exposição ao ar sobre os teores de N-NH₃ das silagens de diferentes variedades de palma forrageira (Tabela 5), indicando menor atividade microbiana durante o período de exposição ao ar. Todavia McDonald et al. (1991) afirmam que as alterações no nitrogênio amoniacal são inconsistentes em virtude das variáveis perdas por volatilização. Por sua vez, Guim et al. (2002), sugerem que a redução nos teores de nitrogênio amoniacal durante o período de exposição ar de silagens de Capim-Elefante, ocorre imobilização de N pelos fungos miceliares, como nitrogênio orgânico, após a abertura dos silos.

4. CONCLUSÃO

As variedades de palma forrageira Doce Miúda e Orelha de Elefante Mexicana armazenadas até 60 dias pós-colheita e na forma de silagem, mantiveram resultados mais satisfatórios para composição química, com exceção para o teor proteína bruta. No entanto, a silagem de palma Doce Baiana perdeu na qualidade da composição química, principalmente em relação a matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

O processo de ensilar aumentaram os teores de ferro das variedades de palma forrageira Doce Miúda, Doce Baiana e OEM, em relação ao armazenando pós-colheita.

As silagens das variedades de palma forrageira Doce Miúda e OEM apresentaram perdas fermentativas mínimas, com maior índice de recuperação de matéria seca.

As silagens das variedades de palma forrageira apresentaram resultados adequados para os teores de pH, N-NH₃ e capacidade tampão, indicando adequada fermentação.

As silagens das variedades de palma forrageira em aerobiose apresentaram-se estáveis por um período de até 96 horas de exposição ao ar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, L.A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, p.424-433, 2014.

CESAR NETO, J.M.; PEREIRA, G.A.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, G.G.P.; ALVES, J.P.; CRUZ, G.F.L.; MUNIZ, A.C.S. Avaliação do inoculante microbiano preparado a partir do suco fermentado da palma forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA- ZOOTEC, 27, 2017, **Anais...** Santos, SP, 2017.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.; HARRISON, J. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.141-198.

ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.28, p.633-639, 2004.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DIAS, F.J. **Valor nutritivo de silagens de gramíneas de inverno com ou sem leguminosas e da planta de soja**. 2007. 83f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R.P.; FRANCO, G.L.; RUGGIERI, A.C.; MALHEIROS, E.B. Estabilidade aeróbica de silagens de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurchecido e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2176-2185, 2002.

GUIM, A.; MATOS, D.S.; SANTOS, G.R.A. Estratégias alimentares para caprinos e ovinos no semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE CAPRINOS E OVINOS, 1, 2004, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2004. p.73-102.

GUSHA, J; KATSANDE, S; ZVINOROVA, P.I; NCUBE, S. The nutritional composition and acceptability of cacti (*opuntia ficus indica*)-legume mixed silage. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v.3, n.2, p.116-120, 2013.

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, supl. esp., p.101-119, 2007.

JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W.C.; SHINNERS, K.; LINDER, D. Corn silage management: effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.2, p.434-444, 2002.

- LEITE, H.R.; LOBO, K.M.S.; MOURA, M.F.; SILVA, A. M.A.; Silagem de palma forrageira. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 6, 2009, **Anais...** Campina Grande, PB, 2009.
- MAGALHÃES, R.M.F. **Manejo e composição químico-bromatológica de *Pilosocereus gounellei*, em caatinga no sertão cearense.** 2014. 103f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- MATOS, D.S.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, E.J.O.; ZUMBA, E.R.F. Estabilidade aeróbica e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot* sp.) emurchedida. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, n.único, p.109-114, 2006.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p.162-163.
- MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, B.M.O. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais.** 1ed. Londrina: EDUEL, 2009. 228p.
- MOORE, K.J.; JUNG, H.J.G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v.54, p.420-430, 2001
- MOTA, A.D.S.; ROCHA JR., V.R.; SOUZA, A.S.; REIS, S.T.; TOMICH, T.R.; CALDEIRA, L.A.; MENEZES, G.C.C.; COSTA, M.D. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.
- MUCK, R. E. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: Conference with Dairy and Forage Industries. **Proceedings...** Madison-US, 1996. p.43-51.
- NOGUEIRA, M.S. **Perfil fermentativo e composição química de silagens de palma forrageira adicionadas com uréia e farelo de trigo.** 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.
- NOGUEIRA, M.S.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G.G.L.; PINHO, R.M.A.; NUNES, C.S.S.M.; PARENTE, H.N. Ensilagem de Palma Forrageira, in SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, I.S.; PARENTE, M.O.M. (Org.), **Ensilagem de Plantas Forrageiras para o Semiárido**, EDUFMA, São Luiz, MA, 2016. p.249-271.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. (Washington, DC, USA). **Nutrient requirements of beef cattle**, 7.ed., Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.6, n.1, p.58-66, 2011.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds).

- Silage Science and Technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.31-94.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, **Ceres**. p.343, 1991.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; NASCIMENTO, M.M.A.; TAVARES FILHO, J.J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante”, “Redonda” (*Opuntia ficus-índica*, Mill) e “Miúda” (*Nopalea cochenillifera*, Salmi Dyck) na produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19. n.6, p.504-511, 1990.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.D.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium agrarie**, v.2, n.1, p.32-45, 2006.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR., J.C.B.; BATISTA, J.C.; FERREIRA, M.A.; CUNHA, M.V. Palma forrageira In: Dilermando Miranada da Fonseca; Janaina Azevedo Martuscello. (Org.). **Plantas forrageiras**.1 ed.,Viçosa: Editora UFV, v.único, p.459-493. 2010.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.
- SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, R.C.C.; DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.866-875, 2012.
- SILVA, E.T.S. **Diferentes períodos de armazenamento da palma Orelha de Elefante Mexicana** (*Opuntia stricta* Haw). 2016. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2004.
- VALMORBIDA, F.D.L.; CORREA, M.L. Diagnóstico da qualidade do solo e água em propriedades com diferentes atividades agrícolas. **Saúde Meio Ambiente**, v.4, n.1, p.39-54, 2015.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- WEBER, F.H.; ELIAS, M.C.; GUTKOSKI, L.C. Estabilização de farinha de aveia da cultivar UPF 18 por tratamento hidrotérmico a vapor. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.3, p.253-258, 2002.
- WINTERS, A.L.; WHITTAKER, P.A.; WILSON, R.K. Microscopic and chemical changes during the first 22 days in Italian ryegrass and cocksfoot silages made in laboratory silos. **Grass and Forage Science**, v.42, p.191-196, 1987.
- ZANETTE, P.M.; NEUMANN, M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; MARAFON, F.; DURMAN, T. Valor nutricional e perdas durante a fermentação de silagens de milho (*Zea mays* L.) com açúcar ou inoculante. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p.178-189, 2012.
- ZANINE, A.M; SANTOS, E.M., DÓREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.S.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava 32 scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O armazenamento de palma forrageira pós-colheita pode ser considerada uma técnica de conservação de forragem adequada para a alimentação animal nos períodos secos e como fonte de água proveniente do alimento para os mesmos, o que conseqüentemente diminui os custos de produção dentro das propriedades rurais.

A ensilagem de palma forrageira apresenta adequado perfil fermentativo, mostrando-se uma silagem de boa qualidade. Entretanto, o armazenamento pós-colheita de até 60 dias pode ser mais viável em pequenas propriedades onde não se disponibiliza de máquinas e equipamentos necessários ao processo de ensilar.