



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE VARIEDADES DE PALMA
FORRAGEIRA FERTIRRIGADAS COM NITROGÊNIO NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

**MESTRANDA: PATRÍCIA DA SILVA COSTA
ORIENTADOR: Dr. JOSÉ MORAIS PEREIRA FILHO**

**PATOS – PB
FEVEREIRO – 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE VARIEDADES DE PALMA
FORRAGEIRA FERTIRRIGADAS COM NITROGÊNIO NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

**PATRÍCIA DA SILVA COSTA
MESTRE EM ZOOTECNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração Produção e Sanidade Animal.

Orientador: Prof. Dr. José Morais Pereira Filho

**PATOS – PB
BRASIL
FEVEREIRO – 2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

C837c Costa, Patrícia da Silva
Composição bromatológica de variedades de palma forrageira
fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro / Patrícia da Silva
Costa. – Patos, 2018.
36 f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

“Orientação: Prof. Dr. José Morais Pereira Filho.”

“Co-orientação: Prof. Dr. Divan Soares da Silva.”

Referências.

1. *Opuntia*. 2. *Nopalea*. 3. Composição Química. 4. Adubação
mineral. I.Título.

636.085

CDU



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

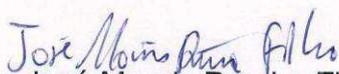
**TÍTULO: “Composição bromatológica de variedades de palma forrageira
fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro”**

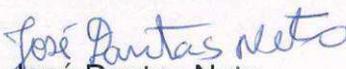
AUTORA: PATRICIA DA SILVA COSTA

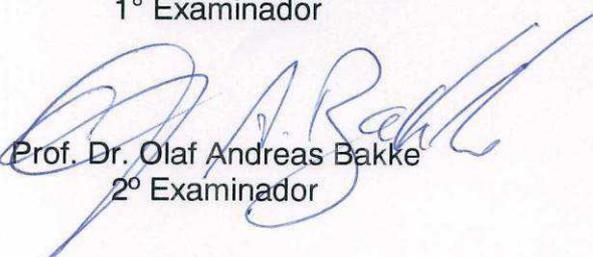
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ MORAIS PEREIRA FILHO

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO


Prof. Dr. José Morais Pereira Filho
Presidente


Prof. Dr. José Dantas Neto
1º Examinador


Prof. Dr. Olaf Andreas Bakke
2º Examinador

Patos - PB, 28 de fevereiro de 2018


Prof. Dr. José Fábio Paulino de Moura
Coordenador

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Benedita Ana da Conceição, Sebastião Manoel da Costa e Manoel Teodosio Neto (*In memoriam*) e Maria Eterna Nunes, ao meu pai Odaci Costa Sobrinho, à minha mãe Antonia Teodosio da Silva Costa, aos meus irmãos Flávio da Silva Costa e Daniele da Silva Costa, ao meu filho Bruno Costa Garrido, à minha sobrinha Julia Caroline da Silva Costa e demais familiares

Dedico

Aos mestres que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica e profissional, Maria do Socorro de Caldas Pinto, José Morais Pereira Filho, André Leandro da Silva, Olaf Andreas Bakke, Ivonete Alves Bakke

Ofereço

EPÍGRAFE

Aprender é a única coisa de que a mente
nunca se cansa, nunca tem medo
e nunca se arrepende.

Leonardo da Vinci

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou
sobre aquilo que todo mundo vê.

Arthur Schopenhauer

Foi o tempo que dedicastes à tua rosa
que a fez tão importante.

Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ser essencial em minha vida, Autor do meu destino. Eu Te agradeço Senhor, por este presente maravilhoso que é a vida, pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho, algumas delas me inspiram, me ajudam, me desafiam e me encorajam a ser cada dia melhor.

Aos meus pais **Antonia Teodosio e Odaci Costa**, pelo amor, amizade, compreensão, ensinamentos e incentivos para o meu crescimento pessoal e profissional, principalmente pelo grande esforço em cuidar do meu filho para que eu pudesse conquistar mais essa vitória.

Ao meu filho **Bruno Costa**, o meu maior companheiro e grande amor, que sempre me deu forças com seu carinho, e mesmo sendo tão pequeno teve que entender e se acostumar com minha ausência, mas o nosso amor supera qualquer obstáculo.

Aos meus irmãos **Daniele Costa e Flávio Costa**, pelo companheirismo, amizade e amor que nos unem, por estarem sempre ao meu lado e contribuírem com seus ensinamentos, conhecimentos, palavras de força e ajuda.

À minha sobrinha **Julia Caroline**, minha filha do coração, pessoa especial em minha vida, me orgulho de ser sua tia, você esteve e estará sempre ao meu lado.

Ao meu noivo **Renner Ferraz**, que esteve ao meu lado em diversos momentos de minha vida, obrigada pela paciência, incentivo e principalmente pelo seu amor incondicional. Suas orientações e apoio foram imprescindíveis.

Aos meus cunhados **Melissa Sobrinho, Edijailson Almeida e Ronierison Maciel**, pela amizade e incentivos.

Ao meu sogro **Sebastião de Souza**, pelo carinho com que me recebeu, e à minha amiga **Marluce Pereira**, pelo amor e cuidados comigo.

Aos meus primos e amigos **Amanda Alves, André Campos, Liliane Soares, Suely Santos**, pelas palavras de encorajamento e carinho, e, em

especial **Amanda Campos**, que me ajudou na execução das atividades da pesquisa.

Ao meu orientador **Prof. Dr. José Moraes Pereira Filho**, pela confiança e amizade depositada, e por ter acreditado em meu potencial.

Aos professores **André Leandro, Olaf Bakke e Ivonete Bakke**, pelos ensinamentos e incentivos durante suas aulas, e por suas amizades.

Ao **Prof. Dr. José Dantas Neto**, pela oportunidade de trabalhar em seu grupo de pesquisa.

À **Prof. Dr. Maria do Socorro de Caldas Pinto**, pela amizade, ensinamentos e incentivos, desde a graduação até o presente momento.

À minha colega de curso e amiga **Newcélia Barreto**, pelos cuidados e companheirismo, e aos demais colegas.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, **Otávio Santos e Andreza Guedes**, agradeço toda atenção, carinho e ensinamentos durante a condução das análises, e por terem se tornados grandes amigos.

Aos alunos e amigos do curso de Medicina Veterinária **Ramon Ferreira e Igor Moraes**, pelo companheirismo e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos meus amigos **Ivomberg Magalhães, Erivando Bezerra e Aldair Medeiros**, pela parceria e ensinamentos.

Enfim, a todos que estiveram comigo durante esta jornada.

A todos vocês, muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. Palma Forrageira.....	2
2.1.1. Origem e distribuição geográfica	2
2.1.2. Aspectos botânicos e morfológicos	3
2.1.3. Variedades analisadas	4
2.1.4. Importância socioeconômica.....	5
2.1.5. Adubação nitrogenada	6
2.1.6. Composição bromatológica.....	7
3. LITERATURA CITADA	9
4. ARTIGO	14
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	32
5. ANEXO.....	36

Composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro.

Patrícia da Silva Costa; José Morais Pereira Filho; Divan Sorares da Silva.

RESUMO

A palma forrageira é adaptada às regiões de clima semiárido, constituindo importante fonte de alimento para os rebanhos no período de estiagem, sobretudo no Nordeste do Brasil. Apesar de ser uma cultura adaptada ao clima e solos da Região, pesquisas comprovam seu aumento expressivo de produtividade sob disponibilidade hídrica e nutricional adequada. Contudo, pouco se sabe sobre o efeito do ganho de produtividade na qualidade da produção. Objetivou-se avaliar a composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com doses de nitrogênio no semiárido brasileiro. O experimento foi conduzido em campo, na fazenda Poço Redondo, município de Santa Luzia, PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, constituído de três variedades de palma forrageira (V_1 = Baiana; V_2 = Miúda e V_3 = Orelha de Elefante Mexicana) e cinco doses de nitrogênio (N_0 = 0, N_1 = 150, N_2 = 300, N_3 = 450 e N_4 = 600 kg ha⁻¹ de N), com três repetições. A composição bromatológica foi expressa através dos teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra detergente ácido, carboidratos totais e não fibrosos. Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial e teste de comparação de médias. Verificou-se efeito significativo das doses de nitrogênio e diferença entre as variedades, bem como interação entre estes fatores, exceto para os teores de fibra em detergente neutro e extrato etéreo. As médias das variáveis tiveram ajuste quadrático, com exceção dos teores de proteína bruta e carboidratos totais que foram ajustados ao modelo linear. Os teores de matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta e extrato etéreo foram incrementados com o aumento da oferta de nitrogênio via fertirrigação, atingindo valores máximos, seguidos de redução nas maiores doses, exceto para os teores de proteína bruta que teve aumento linear. Houve redução dos teores de carboidratos não fibrosos e carboidratos totais na medida em que as doses de nitrogênio foram aumentadas na água de irrigação, excetuando-se a variedade Miúda, que após atingir valores críticos destes carboidratos expressou aumento nesses teores. Dentre as variedades, a Baiana teve maiores teores de matéria seca, fibras em detergente neutro e ácido, carboidratos totais e não fibrosos. A Miúda teve maior teor de matéria mineral. Ressalte-se que o desempenho destas variedades, para as variáveis consideradas, depende da dose de nitrogênio. A composição bromatológica de variedades de palma forrageira é influenciada positivamente pela fertirrigação com doses de nitrogênio no semiárido brasileiro. A prática de fertirrigação nitrogenada pode ser recomendada para o cultivo de palma forrageira na região, observando-se a dose de nitrogênio ótima para cada componente bromatológico.

Palavras-chave: *Opuntia. Nopalea*. Composição química. Adubação mineral.

Bromatological composition of forage cactus varieties fertigated with nitrogen in the Brazilian semiarid region.

Patrícia da Silva Costa; José Morais Pereira Filho; Divan Sorares da Silva.

ABSTRACT

Forage cactus is adapted to semi-arid climate regions, making up an important food source for the herds and animals during the dry season, especially in the Northeast of Brazil. Besides being a plant which is adapted to the climate and soils of the region, research proves its massive increase of productivity when exposed to adequate water and nutritional availability. However, not a lot is known about the effect of productivity gains on the quality of production. The objective of this study was to evaluate the bromatological composition of forage cactus varieties fertilized with nitrogen rates in the semi-arid region of Brazil. The experiment was conducted in the open field, at the Poço Redondo farm, in Santa Luzia, PB. The experimental project was a randomized complete block design with a 3x5 factorial scheme, consisting of three varieties of forage cactus ($V_1 =$ Baiana; $V_2 =$ Miúda and $V_3 =$ Orelha de Elefante Mexicana) and five nitrogen rates ($N_0 = 0$, $N_1 = 150$, $N_2 = 300$, $N_3 = 450$ and $N_4 = 600$ kg ha⁻¹ of N), with three replicates. The chemical composition was expressed as dry matter, mineral matter, crude protein, ethereal extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total and non-fibrous carbohydrates. The data were submitted to analysis of variance, polynomial regression and test of comparison of means. There was a significant effect of nitrogen rates and difference between varieties, as well as interaction between these factors, except for neutral detergent fiber and ethereal extract. The averages of the variables had a quadratic adjustment, with the exception of crude protein and total carbohydrate contents that were adjusted to the linear model. The levels of dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein and ethereal extract were increased with the augmentation of the nitrogen mulching supply, reaching maximum values, followed by reduction in the higher rates, except for the protein contents which had linear increase. There were reductions of non-fibrous carbohydrates and total carbohydrates as the nitrogen rates were increased in the irrigation water, except for the Miúda variety, which after reaching critical values of these carbohydrates expressed an increase in these levels. Among the varieties, Baiana had higher levels of dry matter, neutral and acid detergent fibers, total and non - fibrous carbohydrates. Miúda had a higher mineral content. It should be emphasized that the performance of these varieties, for the variables considered, depends on the nitrogen rate. The bromatological composition of forage cactus varieties is positively influenced by fertirrigation with nitrogen rates in the Brazilian semiarid region. The practice of nitrogen fertilization can be recommended for forage cactus cultivation in the region, observing the optimum nitrogen rates for each bromatological component.

Keywords: *Opuntia. Nopalea*. Chemical composition. Mineral fertilization.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Caracterização química do complexo sortivo e extrato de saturação do solo da área experimental em duas profundidades. Santa Luzia, PB, 2015..... 19
- Tabela 2.** Caracterização físico-hídrica do solo da área experimental em duas profundidades. Santa Luzia, PB, 2015. 19
- Tabela 3.** Resumo das análises de variância para as variáveis da composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com doses de nitrogênio. 22

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Climograma das variáveis meteorológicas registradas durante o período de condução do experimento. Santa Luzia, PB, 2015/2016. 18
- Figura 2.** Tendências e modelos de regressão para os teores de matéria seca (A) e matéria mineral (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de matéria seca (B) e matéria mineral (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··). 24
- Figura 3.** Tendências e modelos de regressão para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) (A) e fibra em detergente ácido (FDA) (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de fibra em detergente neutro (B) e fibra em detergente ácido (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··). 26
- Figura 4.** Tendências e modelos de regressão para os teores de proteína bruta (A) e extrato etéreo (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de proteína bruta (B) e extrato etéreo (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··). 28
- Figura 5.** Tendências e modelos de regressão para os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) (A) e carboidratos totais (CHO) (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de carboidratos não fibrosos (B) e carboidratos totais (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··). 31

LISTA DE ABREVIATURAS

PB – Proteína Bruta
FDN – Fibra em Detergente Neutro
MS – Matéria Seca
FDA – Fibra em Detergente Ácido
CMS – Consumo de Matéria Seca
MO – Matéria Orgânica
CAM – *Crassulacean Acid Metabolism*
SB – Soma de Bases
CTC – Capacidade de Troca Catiônica
CEes – Condutividade Elétrica de Extrato de Saturação
RAS – Razão de Adsorção de Sódio
n – Porosidade
DS – Densidade do Solo
DP – Densidade de Partícula
U – Umidade
AD – Água Disponível
CEa – Condutividade Elétrica da Água
ET_o – Evapotranspiração de Referência
CV – Cavalo-vapor
La – Lâmina Líquida de Irrigação
P – Precipitação Efetiva do Período
LB – Lâmina Bruta
Ea – Eficiência de Aplicação
Ia – Intensidade de Aplicação
Ne – Número de Emissores
A – Área
Ti – Tempo de Irrigação
MM – Matéria Mineral
EE – Extrato Etéreo
CHO – Carboidratos Totais
CNF – Carboidratos Não Fibrosos
BA – Baiana
MI – Miúda
OR – Orelha de Elefante

1. INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas são caracterizadas pela distribuição irregular das chuvas que podem variar de 250 a 500 mm por ano. No Brasil, a Região Nordeste possui cerca de 90 milhões de hectares em áreas semiáridas, com períodos de estiagem e vegetação escassa, onde predominam as espécies vegetais adaptadas ao bioma Caatinga (ANDRADE-MONTEMAYOR *et al.*, 2011). Estes pesquisadores reportam que espécies de cactos podem ser exploradas como forragem animal nessas regiões.

A palma forrageira apresenta muitas variedades e atributos qualitativos atrativos para a forragicultura. Entre as variedades de palma têm-se duas espécies, a *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* (MARQUES *et al.*, 2017). Algumas variedades vêm sendo cultivadas devido a tolerância à seca e resistência à cochonilha-do-carmim, agregando ganhos econômicos aos produtores e ampliando suas possibilidades de uso (PEREIRA *et al.*, 2017; SANTIAGO *et al.*, 2018).

Em virtude de seu metabolismo fotossintético e sua adaptação ao semiárido, o crescimento e produção da palma forrageira pode ser lento em condições naturais. Em cultivo irrigado e adequado suprimento nutricional, esta forrageira expressa todo o seu potencial produtivo.

Porém, pouco se sabe acerca do aumento de produtividade decorrente da fertirrigação sobre os atributos qualitativos e quantitativos da produção para os nutrientes em geral, incluindo o nitrogênio. Isto comprova a necessidade de investigações científicas para avaliar a composição bromatológica de cladódios de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Palma Forrageira

2.1.1. Origem e distribuição geográfica

As espécies *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck são originárias do México, são denominadas palma forrageira é também cultivada em países mediterrâneos, África Central e do Sul, América do Sul, Norte e Central, Oriente Médio, Austrália e Índia (DE SANTIAGO *et al.*, 2018). A introdução da palma forrageira no Nordeste do Brasil ocorreu, provavelmente, no Século XIX, inicialmente para criação da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), objetivando a produção de corante, e posteriormente, no início do século XX, para obtenção de forragem (SIMÕES *et al.*, 2005).

A palma forrageira adaptou-se à região semiárida brasileira por apresentar aspectos fisiológicos que permitem seu pleno desenvolvimento em condições adversas, chegando a ocupar no país área superior a 600 mil hectares, predominantemente na região Nordeste (SILVA & SANTOS, 2006; LOPES *et al.*, 2012). A produção da cultura se expandiu principalmente pelos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, os quais se destacam como áreas de cultivo de palma no Brasil (PEREIRA & LOPES, 2011).

As variedades de palma dos gêneros *Opuntia* (Orelha de Elefante Mexicana) e *Nopalea* (Miúda e Baiana), destacam-se como uma das principais fontes de alimentação para o gado na região Nordeste do Brasil, principalmente nos períodos de seca (CÂNDIDO *et al.*, 2013) e, atualmente, fazendo parte da dieta humana (FARIAS, 2013).

2.1.2. Aspectos botânicos e morfológicos

A palma forrageira é uma cactácea que pertence à Divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae, ordem: Opuntiales e família Cactaceae (SILVA & SANTOS, 2006). A família cactaceae possui cerca de 130 gêneros e 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* (MOHAMED-YASSEEN *et al.*, 1996; REYES-AGUERO *et al.*, 2005; REYES-AGUERO *et al.*, 2006).

As plantas do gênero *Opuntia* são arbustivas, eretas e podem alcançar 5 m de altura. Possui sistema radicular superficial, com uma raiz principal, que em condições favoráveis de umidade, concentra-se em torno de 30 cm de profundidade, enquanto que, em condições de seca desenvolvem ramificações horizontais que se aprofundam para absorver água em níveis mais baixos (ALBUQUERQUE & SANTOS, 2005).

A palma do gênero *Opuntia* possui como características o seu porte arborescente com 3-5 m de altura, coroa larga, glabra, 60-150 cm de largura do caule, cladódios obovalados com 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e 1,9 a 2,8 cm de espessura. Possuem cor verde escura, cobertos de uma camada de cera, cuja espessura atinge 10 a 50 μm . As flores possuem 7 a 9 cm de comprimento, têm cor laranja ou amarela, o pericarpo é 2 a 2,5 vezes mais comprido do que o perianto. O fruto possui sabor doce, apresentando 5 a 10 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura, coloração variável, indo desde a amarela, laranja e vermelha com muita polpa e casca fina. As sementes são obovaladas e discóides com 3 a 4 mm de diâmetro (SCHEINVAR, 2001; SÁENZ, 2006).

Os botões meristemáticos (aréolas), de onde emergem estruturas como espinhos, flores, novos brotos e gloquídios (pelos espinhosos), são piriformes e estão presentes em ambos os lados dos cladódios. Os espinhos são quase ausentes, e quando presentes medem até 1 cm de comprimento. Já os gloquídios são curtos, esclerificados e numerosos quando comparados com os espinhos, e sua superfície é coberta de escamas barbadas. Os estômatos aparecem uniformemente de ambos os lados da superfície do cladódio. Na *Opuntia ficus-indica* existem cerca de 15 a 35 estômatos por mm² (SUDZUKI-HILLS, 2001; OLIVEIRA, 2008; FARIAS, 2013).

A palma Miúda ou Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck) apresenta caule com muitas ramificações de pequeno porte, formando cladódios, em média, de 25 cm de comprimento com formato abovado (base mais fina que a ponta) e coloração verde intenso brilhante; as flores são vermelhas e cuja corola permanece semiaberta durante o ciclo; o fruto é do tipo baga de cor roxa (SILVA & SANTOS, 2006; MARQUES *et al.*, 2017).

Esta variedade apresenta raízes bem desenvolvidas “volumosas”, atingindo a máxima profundidade de 30 cm em diferentes tipos de solo, mas com predominância de raízes superficiais, distribuídas na horizontal, conferindo maior sobrevivência a grandes períodos de seca, sobretudo por apresentarem características xeromórficas (adaptadas a climas semiárido e árido) (SUDZUKI-HILLS, 2001; MARQUES *et al.*, 2017).

2.1.3. Variedades analisadas

Originária do México e da África, a variedade “Orelha de Elefante Mexicana” ou Palmepa – PB3 (*Opuntia tuna* (L.) Mill.) é menos exigente em fertilidade do solo, no entanto, apresenta grande quantidade de espinhos, o

que pode comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira (CAVALCANTI *et al.*, 2008; MARQUES *et al.*, 2017).

A palma miúda ou doce (*Nopalea cochenillifera*) apresenta um valor nutritivo melhor, quando comparada com as cultivares mais plantadas, Redonda e Gigante, apresentando elevados teores de matéria seca e carboidrato (LOPES *et al.*, 2009), porte pequeno e caule ramificado (SILVA & SANTOS, 2006). Apresenta menor resistência à seca, embora seja resistente à cochonilha do carmim (NEVES *et al.*, 2010; VASCONCELOS *et al.*, 2009).

A variedade “Baiana” ou Palmepa – PB1 (*Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck) possui crescimento vertical, boa produtividade, é palatável aos animais, rica em carboidratos, pouca resistência à seca quando comparada à palma gigante e resistente à cochonilha do carmim (SENAR, 2013; SILVA, 2017).

2.1.4. Importância socioeconômica

Adaptada às condições do semiárido, por apresentar características morfofisiológicas, a palma passou a ser cultivada no Nordeste brasileiro nos últimos anos. Estima-se existirem nessa Região aproximadamente 600 mil hectares distribuídos nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, Piauí e Bahia, representando 90% da área plantada com esta cultura no Brasil (LOPES *et al.*, 2012; FARIAS, 2013).

A utilização desta forrageira possibilita a obtenção de vários produtos e subprodutos, com destaque para uso na alimentação animal, na medicina humana, na indústria de cosméticos, na produção de aditivos naturais, dentre outros usos nobres, a exemplo da fabricação de colas, adesivos, corantes e mucilagem. Por estes motivos, a cultura representa uma

alternativa de renda para os que habitam as regiões áridas e semiáridas em diferentes partes do mundo (SÁENZ, 2000; FLORES-VALDEZ, 2001; SÁENZ *et al.*, 2004; DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2010).

Esta cultura é capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica de pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO *et al.*, 2005). O seu cultivo ganha importância com o avanço da desertificação, onde o uso de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas possibilita o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA, 2008).

2.1.5. Adubação nitrogenada

Os solos do semiárido nordestino apresentam, de maneira geral, baixa disponibilidade de nitrogênio e baixos teores de matéria orgânica para as plantas. O nitrogênio participa da composição de diversas moléculas orgânicas no interior das plantas e é um dos controladores dos processos fotossintéticos (SILVA *et al.*, 2010).

O estudo da nutrição de plantas trata da aquisição de elementos nutritivos e da função desses elementos na vida das plantas. As funções metabólicas e bioquímicas dos elementos químicos fazem o estudo da nutrição de plantas parte integrante da ciência para o completo entendimento dos mecanismos fisiológicos das plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

O nitrogênio (N) é um componente-chave de enzimas, vitaminas, clorofila e outros constituintes celulares, os quais são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, o nitrogênio é um dos nutrientes essenciais mais importantes para a obtenção de altas produtividades de citros (YARA, 2016). Salienta-se que o N é de fundamental importância para a produção da cultura, sobretudo por regular o processo fotossintético, síntese

de carboidratos, alocação de fitomassa e carbono (KATO, 1986; LEA-COX *et al.*, 2001; MATTOS Jr. *et al.*, 2003). Este elemento é, normalmente, o nutriente mineral mais abundante no tecido vegetal, refletindo a alta exigência em N das culturas.

A introdução de fontes alternativas de N é vital para a elevação da produção de biomassa da palma forrageira, aumentando reflexos na rentabilidade do sistema produtivo. A falta de resultados de ensaios que demonstrem a resposta agrônômica da palma forrageira sob fertilização nitrogenada, de certa forma, induz pecuaristas a utilizarem recomendações empíricas, o que gera, na maioria dos casos, respostas insatisfatórias, a causar descrédito acerca da adoção da tecnologia (CUNHA *et al.*, 2012).

2.1.6. Composição bromatológica

No que tange a composição bromatológica da palma forrageira, é importante destacar que, por ser uma cactácea rica em água e mucilagem, o que a caracteriza como suculenta, apresenta elevado potencial nutricional, sobretudo por possuir expressivos teores de minerais, principalmente Ca, K e Mg (SANTOS *et al.*, 1990; WANDERLEY *et al.*, 2002). As plantas de palma forrageira são fontes de energia, proteína, vitaminas, minerais, folato e compostos bioativos (SILVA *et al.*, 2015).

A palma forrageira é cultivada em todo o mundo, principalmente para produção de forragem, fármacos, alimentação humana e tratamento de água (BAYAR *et al.*, 2018; VOLPE *et al.*, 2018). Estudos recentes sobre a composição química e valores nutricionais, atraem atenção de pesquisadores de diversas áreas científicas (FERNÁNDES-LOPEZ *et al.*, 2010).

A palma caracteriza-se por ser uma forrageira de alta digestibilidade e teor de carboidratos solúveis, todavia apresenta baixo teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), devendo ser utilizada associada a outro alimento proteico e fibroso. Esta cultura apresenta baixos teores de matéria seca (MS), PB, FDN e fibra em detergente ácido (FDA), em relação à recomendação de níveis mínimos indicados para ruminantes. Destaca-se que, a composição química da palma varia conforme a época do ano, idade da planta, ordem do artigo, cultivar, manejo de adubação, espaçamento de plantio, entre outros fatores (SANTOS *et al.*, 2005; DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2010).

Santos *et al.* (2005) descrevem os valores clássicos da sua composição bromatológica. Estes pesquisadores reportam que nas espécies de palma forrageira, sem adubação nitrogenada, os teores de matéria seca variam entre 7,97 e 16,56%, proteína bruta entre 2,55 e 6,67%, fibra bruta de 5,14 a 28,1%, fibra em detergente neutro de 17,6 a 26,7%, fibra em detergente ácido de 14,29 a 22,97%, extrato etéreo de 0,84 a 2,32%, carboidratos totais entre 26,16 e 56,63%, com média de carboidratos não fibrosos de 55,06%.

A composição química e bromatológica de palma forrageira da espécie *Opuntia ficus-indica* foram avaliadas por Silva *et al.* (2015). Estes pesquisadores quantificaram a seguinte composição: 6,6% de sólidos solúveis, acidez titulável de 0,20, pH de 4,4, umidade de 91%, matéria seca de 9%, matéria mineral de 1,19%, cálcio de 6,2%, fósforo de 0,13%, proteína total de 0,86%, fibra bruta de 1,65, açúcares redutores totais de 1,69% e lipídios totais de 0,40%. Para a espécie *Nopalea cochenillifera*, os valores foram: 5,6% de sólidos solúveis, acidez titulável de 0,07, pH de 4,7, umidade de 89,67%,

matéria seca de 10,33%, matéria mineral de 1,17%, cálcio de 7,20%, fósforo de 0,10%, proteína total de 0,86%, fibra bruta de 1,37, açúcares redutores totais de 1,95% e lipídios totais de 0,27%.

Bispo *et al.* (2007) constataram, em um experimento com ovinos, que a substituição parcial do feno de capim-elefante pela palma forrageira, obteve um aumento linear no consumo de MS (CMS), provavelmente em consequência do efeito crescente da digestibilidade da MS e matéria orgânica (MO). O aumento linear no CMS pode estar relacionado à palatabilidade (SANTOS *et al.*, 2001).

3. LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, S. G.; SANTOS, D. C. Palma Forrageira. In: KILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2005, p. 91-127.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 3, p. 83-92, 2011.

BAYAR, N.; FRIJI, M.; KAMMOUN, R. Optimization of enzymatic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal. **Food Chemistry**, v. 241, p. 127-134, 2018.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo da palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, ano VII, n. 3, p. 7, 2013.

CAVALCANTI, M. C. de 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, n. 2, p. 173-179, 2008.

CUNHA, D. de N. F. V. da; GOMES, E. dos S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P. L. de; SILVA, R. C.; FERREIRA, P. S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1156-1165, 2012.

DE SANTIAGO, E.; DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, M.; CID, C.; DE PEÑA, M. P. Impact of cooking process on nutritional composition and antioxidants of cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Chemistry**, v. 240, p. 1055-1062, 2018.

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-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 129-135, 2010.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FARIAS, V. F. S. **Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A.; ALMELA, L.; OBÓN, J. M.; CASTELLAR, R. Determination of antioxidant constituents in Cactus Pear Fruits. **Plant foods for human nutrition**, v. 65, n. 3, p. 253-259, 2010.

FLORES-VALDEZ, C. A. Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 94-102.

GALINDO, I. C. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 163-176.

KATO, T. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. **Horticulture Reviews**, v. 8, p. 181-216, 1986.

LEA-COX, J. D.; SYVERTSEN, J.P.; GRAETZ, D. A. Springtime 15 Nitrogen uptake, partitioning and leaching losses from young bearing Citrus trees of differing nitrogen status. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 126, p. 42-251, 2001.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H. DE; ALBUQUERQUE, I. C. DE; BATISTA, J. DE L. Efeito de formas de plantio na produção de cladódios em palma doce. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 303-308, 2009.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012. p. 21-60.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. de P.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. dos S.; PIRES NETO, O. de S. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.

MATTOS JR. D.; GRAETZ. D. A.; ALVA, A. K. Biomass distribution and ¹⁵Nnitrogen partitioning in citrus trees on a sandy Entisol. **Soil Science Society American Journal**, v. 67, p. 555-563, 2003.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. **Journal of Arid Environments**, v. 32, n. 3, p. 347-353, 1996.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L. de; COSTA, C. T. F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 7 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62). Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/885598/1/COT62Andre.pdf> >. Acesso em: 15 out. 2017.

OLIVEIRA, F. T. de. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus-indica* (L) Mill (Palma Forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008.

PEREIRA, E. F. P.; LOPES, P. S. Q. **Palma – Ouro Verde do Semiárido**. João Pessoa: FAEPA/SENAR/PB, 2011. p.16.

PEREIRA, P. de C.; SILVA, T. G. F. da; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; SILVA, M. J. da. Water balance in soil cultivated with forage cactus clones under irrigation. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 776-785, 2017.

REYES-AGUERO, J. A.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; HERNÁNDEZ, H. M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (Cactaceae). **Agrociencia**, v. 39, n. 4, p. 395-408, 2005.

REYES-AGUERO, J. A.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; VALIENTE-BANUET, A. Reproductive biology of *Opuntia*: A review. **Journal of Arid Environments**, v. 64, n. 4, p. 549-585, 2006.

SÁENZ, C. Características y composición química de los nopales. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA,

I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. (Ed.). **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.

SÁENZ, C. Processing Technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, v. 46, p. 209-225, 2000.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004.

SANTIAGO, E. D.; DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, M.; CID, C.; PEÑA, M. P. D. Impact of cooking process on nutritional composition and antioxidants of cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Chemistry**, v. 240, p. 1055-1062, 2018.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. de 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, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p. 143-162.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. de A.; BURITY, H. A.; FARIAS, I.; SANTOS, M. E. P. dos; NASCIMENTO, M. M. A. do. Número, dimensões e composição química de artigos de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. gigante, de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 7, n. especial, p. 69-79, 1990.

SENAR. **Palma forrageira: Cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro**. Coleção SENAR. Série II, Brasília, DF, 2013. 52 p.

SHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

SILVA, A. P. G. da; SOUZA, C. C. E. de; RIBEIRO, J. E. S.; SANTOS, M. C. G. dos; PONTES, A. L. de S.; MADRUGA, M. S. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1810-1820, 2015.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 39, p. 2389-2397, 2010.

SILVA, P. F. da. **Crescimento e produtividade de palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada**. 2017. 79 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. Introdução de *Opuntia ficus-indica* no Brasil. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 13-26.

SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 28-34.

VASCONCELOS, A. G. V. de; LIRA, M. de A.; CAVALCANTI, V. L. B.; SANTOS, M. V. F. dos; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

VOLPE, M.; GOLDFARB, J. L.; FIORI, L. Hydrothermal carbonization of *Opuntia ficus-indica* cladodes: Role of process parameters on hydrochar properties. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 310-318, 2018.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VÉRAS, A. S.; FARIAS, I.; LIMA, L. E. de; DIAS, A. M. de A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mipp) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

YARA NUTRIÇÃO DE PLANTAS. A função do potássio na produção de citros. Disponível em: <<http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/culturas/citros/fatores-chaves/funcao-potassio/>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

4. ARTIGO

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA FERTIRRIGADAS COM NITROGÊNIO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

(A ser submetido à Revista Caatinga)

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE VARIEDADES DE PALMA
FORRAGEIRA FERTIRRIGADAS COM NITROGÊNIO NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

RESUMO - A palma forrageira é adaptada ao clima semiárido, embora haja aumento de produtividade sob disponibilidade hídrica e nutricional adequada. Pouco se sabe sobre o efeito do ganho de produtividade na qualidade da produção. Objetivou-se avaliar a composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com diferentes doses de nitrogênio no semiárido brasileiro. O experimento foi conduzido em campo, no município de Santa Luzia, PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, constituído de três variedades de palma forrageira (Baiana, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana) e cinco doses de nitrogênio (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de N), e três repetições. Foram avaliados teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra detergente ácido, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial e teste de comparação de médias. Verificou-se efeito significativo das doses de nitrogênio diferenciadas entre as variedades. A composição bromatológica de variedades de palma forrageira é influenciada positivamente pela fertirrigação com doses de nitrogênio no semiárido brasileiro. A prática de fertirrigação nitrogenada pode ser recomendada para o cultivo de palma forrageira na região, observando-se a dose de nitrogênio ótima para cada componente bromatológico.

Palavras-chave: *Opuntia. Nopalea*. Composição química. Adubação mineral.

**BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF FERTIRRIGATED FORAGE
CACTUS VARIETIES WITH NITROGEN IN BRAZILIAN SEMIARID**

ABSTRACT - The forage cactus is adapted to the semi-arid climate, although there is an increase of productivity under adequate hydric and nutritional availability. Little is known about the effect of productivity gains on production quality. The objective of this study was to evaluate the bromatological composition of forage cactus varieties fertigated with nitrogen rates in the Brazilian semi-arid region. The experiment was

conducted in the field, in the municipality of Santa Luzia, PB, Brazil. The experimental design was a randomized complete block design in a 3x5 factorial scheme consisting of three forage cactus varieties (Baiana, Miúda and Orelha de Elefante Mexicana) and five nitrogen rates (0, 150, 300, 450 and 600 kg ha⁻¹ of N), with three replicates. The levels of dry matter, mineral matter, crude protein, ethereal extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total and non-fibrous carbohydrates were evaluated. Data were submitted to analysis of variance, polynomial regression and test of comparison of means. There was a significant effect of nitrogen doses and differences between the varieties, as well as interaction between these factors. The bromatological composition of forage palm varieties is positively influenced by fertirrigation with nitrogen doses in the Brazilian semi-arid region. The practice of nitrogen fertirrigation can be recommended for forage cactus cultivation in the region, observing the optimum nitrogen rate for each bromatological component.

Keywords: *Opuntia. Nopalea*. Chemical composition. Mineral fertilization.

INTRODUÇÃO

A distribuição espacial e temporal das chuvas é afetada pelas mudanças climáticas, podendo limitar a quantidade e disponibilidade de recursos hídricos, prejudicando a absorção de nutrientes essenciais às plantas. O emprego de fertirrigação localizada constitui em uma prática que aproveita a interação entre água e fertilizante, pois controla a quantidade de água e aumenta a disponibilidade de nutrientes para as culturas e diminui as perdas, principalmente por lixiviação e volatilização (SOUZA et al., 2014).

Uma estratégia de adaptação às mudanças ambientais consiste em conhecer os fatores que influenciam a produtividade agrícola, como por exemplo as necessidades hídrica e nutricional das culturas (KHANAL et al., 2018). Assim, a escolha de espécies adaptadas às condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo pode contribuir significativamente para maior eficiência do uso da terra (MONTAGNINI, 2005).

Mesmo em culturas rústicas e xerófilas, o aumento no fornecimento de água e nutrientes pode aumentar seu potencial produtivo, como por exemplo as de metabolismo CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) (HERRERA, 2009). Dentre as

espécies CAM, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* ou *Nopalea cochenillifera*) pode ser cultivada em condições adversas, como de déficit hídrico e de uso excessivo da terra que podem limitar a disponibilidade de nitrogênio no solo e comprometer aspectos qualitativos de sua produção.

O cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro merece destaque, notadamente por constituir-se em importante fonte de minerais, gorduras, carboidratos, fibras, energia e ácidos graxos, frequentemente utilizada como forragem para os animais, em especial bovinos, nos períodos de estiagem (SANTIAGO et al., 2018; FALCÃO et al., 2013).

A palma constitui-se em forrageira de alta digestibilidade e rica em carboidratos solúveis, entretanto apresenta baixo teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) e em ácido (FDA) e matéria seca (MS), sobretudo em relação à recomendação de níveis mínimos indicados para ruminantes. Ressalte-se que, a composição química da palma varia conforme a época do ano, idade da planta, ordem do cladódio, cultivar e manejo de adubação (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010).

O suprimento nutricional adequado das plantas está relacionado à estabilidade dos palmais no campo, de modo que, em regiões semiáridas, sobretudo no Nordeste do Brasil, esse aspecto pode ser um entrave à sua utilização. De fato, devido aos processos pedogênicos dessa Região, os solos apresentam, de maneira geral, baixos teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, baixa disponibilidade de nitrogênio (N), havendo necessidade do fornecimento desse e outros nutrientes via fertirrigação ou outro procedimento.

A fertirrigação é considerada o método mais econômico e eficiente de aplicação de fertilizantes, principalmente quando aplicado por meio de sistema de irrigação localizado, assegurando a aplicação de fertilizantes diretamente na região das raízes das plantas (VIEIRA FILHO et al., 2017).

Destaque-se que o nitrogênio participa da composição de diversas moléculas orgânicas no interior das plantas e é o principal mediador dos processos fotossintéticos, evidenciando a necessidade do desenvolvimento de pesquisas visando estabelecer a dose de nitrogênio ideal para o cultivo de qualquer espécie, buscando maior expressão qualitativa da produção (CUNHA et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na fazenda Poço Redondo (06° 52' 27''; 36° 56' 00'' WGr, e 299 m de altitude), município de Santa Luzia, PB, Brasil, microrregião do Seridó ocidental, entre abril de 2015 e dezembro de 2016.

A região possui clima do tipo Bsh-Tropical, quente seco, semiárido com chuvas de verão. A média de precipitação pluviométrica anual da região é de 500 mm, com temperatura mínima de 22,3 °C, média de 27,6 °C, máxima de 33,0 °C e umidade relativa do ar entre 50 e 70%. Durante a condução do experimento, os meses com maiores concentrações de chuvas foram janeiro, fevereiro e março de 2016, com menores concentrações foram novembro e dezembro de 2015 e abril de 2016, e os meses entre janeiro e outubro de 2015 apresentaram déficit hídrico (Figura 1).

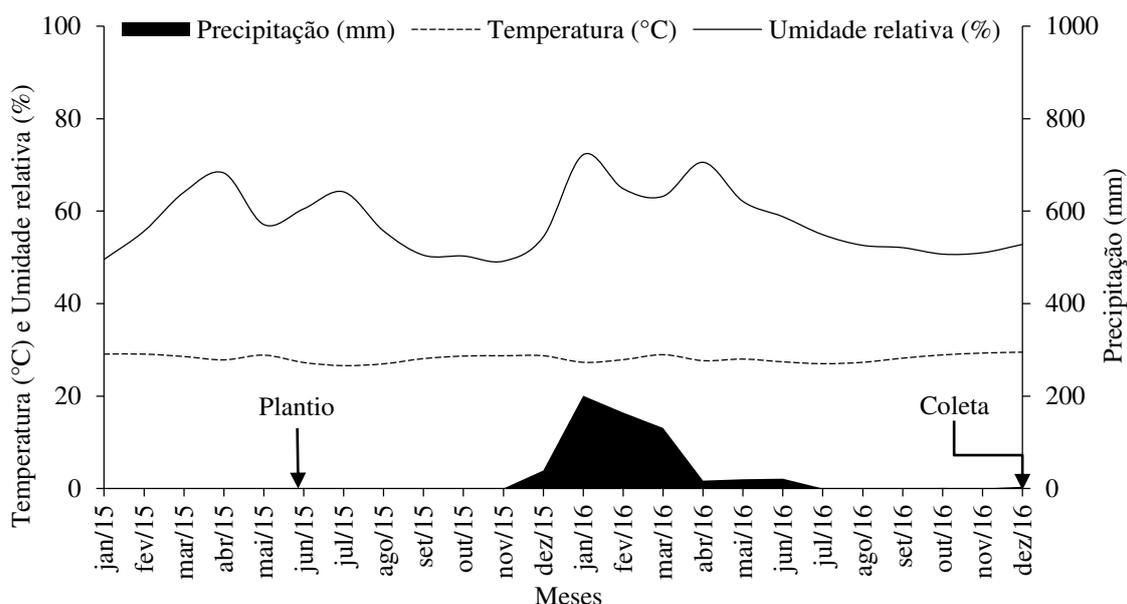


Figura 1. Climograma das variáveis meteorológicas registradas durante o período de condução do experimento. Santa Luzia, PB, 2015/2016.

Para caracterização química e físico-hídrica do solo (Tabelas 1 e 2) da área experimental, foram coletadas amostras simples nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade

Federal de Campina Grande (UFMG). O solo foi classificado, conforme a textura, como Franco-arenoso.

Tabela 1. Caracterização química do complexo sortivo e extrato de saturação do solo da área experimental em duas profundidades. Santa Luzia, PB, 2015.

Profundidade (m)	Complexo Sortivo											
	pH ¹	MO	N	P	K	Ca	Mg	Na	H ⁺	Al ³⁺	SB	CTC
%.....cmol _c dm ⁻³											
0,00-0,20	5,83	0,38	0,02	4,75	0,60	4,18	2,48	0,17	0,18	0,00	7,43	7,61
0,20-0,40	6,15	0,22	0,01	4,78	0,63	4,65	2,86	0,51	0,15	0,00	8,65	8,80
Profundidade (m)	Extrato de Saturação										RAS	
	pH ¹	Cl	CO ₃	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na	CEes			
cmol _c L ⁻¹										dS m ⁻¹	
0,00-0,20	5,44	7,50	0,00	9,90	5,12	1,50	3,70	2,37	1,14		1,30	
0,20-0,40	5,70	19,50	0,00	9,90	9,87	3,00	14,08	5,96	2,86		2,35	

¹: pH em água. Fonte: Silva (2017).

Tabela 2. Caracterização físico-hídrica do solo da área experimental em duas profundidades. Santa Luzia, PB, 2015.

Profundidade (m)	Areia	Silte	Argila	n	DS	DP	U-0,1	U-0,3	U-1,0	U-5,0	U-10,0	U-15,0	AD
%.....		g cm ⁻³%.....						
0,00-0,20	74,83	17,28	7,89	44,23	1,47	1,39	18,56	12,10	9,34	5,15	4,88	4,44	7,66
0,20-0,40	67,71	18,30	13,99	46,48	1,39	2,60	20,14	14,79	10,28	6,29	6,01	5,39	9,40

n: porosidade, DS: densidade do solo, DP: densidade de partícula, U: umidade do solo entre 0,1 e 15 atmosfera e AD: água disponível no solo. Fonte: Silva (2017).

A composição química, utilizada para irrigação, foi efetuada durante o experimento. Para tanto, foram coletadas amostras de água, em intervalos de três meses, de um poço Amazona distante 80 m da área experimental. As amostras foram transportadas ao LIS/CTRN/UFMG e foram analisadas, obtendo-se os seguintes dados médios de composição química: pH = 7,48, Ca = 2,21 Meq L⁻¹, Mg = 2,98 Meq L⁻¹, Na = 8,44 Meq L⁻¹, K = 0,56 Meq L⁻¹, CO₃ = 0,64 Meq L⁻¹, HCO₃ = 3,25 Meq L⁻¹, Cl = 11,47 Meq L⁻¹, sulfatos = presentes, RAS = 5,31 Meq L⁻¹ e CEa = 1,37 dS m⁻¹, sendo classificada como C₃S₄.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, constituído de três variedades de palma forrageira (V₁ = Baiana; V₂ = Miúda e V₃ = Orelha de Elefante Mexicana) e cinco doses de nitrogênio (N₀= 0, N₁= 150, N₂= 300, N₃= 450 e N₄= 600 kg ha⁻¹ de N), com três repetições, totalizando 45 unidades experimentais.

A área de cada parcela era equivalente a 14,4 m², compostas de uma fileira dupla com espaçamento de 0,4 m entre linhas; 2,0 m entre fileiras duplas e 0,25 m entre

plantas com 5 m de comprimento e 1 m de bordadura, adotando-se área útil de 0,6 m² na parcela, totalizando 648 m². A partir da análise de fertilidade do solo, foi realizada adubação orgânica com 1 m linear de esterco bovino. Adotando recomendação de Santos et al. (2006), também foi realizada adubação com fósforo e potássio. As parcelas foram conduzidas sob irrigação por gotejamento semanal com 100% de reposição da água evapotranspirada (ET_o) e adubadas mensalmente via fertirrigação com nitrogênio (SILVA, 2017).

A obtenção dos propágulos vegetativos foi de produtores rurais do município de Santarém, PB, em parceria com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Realizou-se seleção desse material, selecionando-se cladódios uniformes, isentos de pragas e doenças. Após a seleção, os cladódios foram mantidos em ambiente aberto com luminosidade reduzida durante sete dias, especificamente para desidratação parcial e cicatrização das lesões provocadas no momento do corte (SILVA, 2017).

O plantio dos cladódios foi no dia 29 de maio de 2015, seguindo a recomendação de Suassuna (1993). Para tanto, o material propagativo foi disposto nos sulcos de plantio, com uma das faces do cladódio voltada para o leste, com inclinação de 45° e 50% do cladódio enterrado em alinhamento bilateral.

A fonte de nitrogênio utilizada para adubação foi a ureia. Para os tratamentos utilizaram-se as seguintes quantidades de ureia: N₀= 0 kg ha⁻¹, N₁= 333,33 kg ha⁻¹, N₂= 666,66 kg ha⁻¹, N₃= 1000 kg ha⁻¹, N₄= 1333,33 kg ha⁻¹, equivalentes as seguintes quantidades de N: N₀= 0 kg ha⁻¹, N₁= 150 kg ha⁻¹, N₂= 300 kg ha⁻¹, N₃= 450 kg ha⁻¹, N₄= 600 kg ha⁻¹. Estas quantidades foram parceladas em 10 aplicações mensais via fertirrigação com auxílio de um injetor de fertilizante tipo pulmão.

Para a fertirrigação, utilizou-se o sistema de irrigação localizado do tipo gotejamento, constituído de tubo gotejador com espessura da parede de 0,2 mm; diâmetro interno de 16 mm; espaçamento entre gotejadores 0,20 m; pressão nominal de 68,6 kPa; vazão de 6,0 L h⁻¹ m⁻¹; Equação do emissor $q = 0,46 \times p^{0,5}$, sendo a eficiência de aplicação do sistema de 0,96.

Para a pressurização do sistema de irrigação utilizou-se de um conjunto motobomba centrífuga de 3 CV, no recalque, um filtro de disco de 2", manômetro do tipo Bourdon testado e aferido antes das irrigações. No início da área experimental, foi instalado um hidrômetro para a contabilização da quantidade de água aplicada durante a condução do experimento.

Para o nível de reposição da ETo, foi quantificada a lâmina líquida de irrigação (La), em mm, levando-se em consideração a fração da lâmina aplicada em cada parcela (LAP), em decimal; e a precipitação efetiva no período (P), em mm, utilizando-se da expressão: $La = (ETo * LAP) - P$. A lâmina bruta (LB) foi calculada a partir da eficiência de aplicação do sistema (Ea), em decimal, utilizando-se da expressão: $LB = La/Ea$.

Seguindo recomendação de Mantovani, Bernardo e Palaretti (2012), foi calculada a intensidade de aplicação do sistema de irrigação (Ia), em $mm\ h^{-1}$; levando-se em consideração o número de emissores (Ne), dois por planta; a vazão dos emissores, 1,21 $L\ h^{-1}$; e a área ocupada por planta (A), 0,30 m^2 , utilizando-se da expressão: $Ia = (Ne * q)/A$. O tempo de irrigação (Ti) necessário para reposição da ETo em cada tratamento foi calculado a partir da lâmina bruta (LB), em mm; e da intensidade de aplicação do sistema de irrigação (Ia), em $mm\ h^{-1}$, utilizando-se da expressão: $Ti = LB/Ia$.

O controle de plantas invasoras foi realizado no interior e entorno das unidades experimentais, utilizando-se de roçadeiras e enxadas, sempre que considerado necessário esse manejo foi adotado, objetivando neutralizar a competição interespecífica por água e nutrientes.

Decorridos 18 meses após o plantio (DAP), foram coletados três cladódios de plantas distintas na área útil de cada parcela, padronizados por peso, tamanho e estágio de desenvolvimento. Posteriormente as amostras foram pesadas para obtenção da massa fresca da amostra (g) e encaminhadas ao Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem (LEID) do CTRN/UFCG, onde foram cortadas em pedaços, dispostas em sacos de papel previamente identificados e conduzidas a estufa de ventilação forçada a 60 °C até atingirem massa constante. Posteriormente, o material foi pesado, triturado, peneirado utilizando-se de peneiras de 1,0 mm e armazenados em recipientes hermeticamente fechados (SOUSA, 2015).

A composição bromatológica foi determinada no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da UFCG, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), as variáveis analisadas foram teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os carboidratos totais (CHO) foram estimados utilizando-se a expressão $CHO = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ descrita por Sniffen et al. (1992) e os carboidratos não fibrosos (CNF) pela expressão $CNF = 100 - (\% FDN + \% PB + \% EE + \% MM)$ sugerida por Weiss (1999).

Os dados dessas variáveis foram submetidos à análise de variância (teste F ao nível de 5% de probabilidade), as variáveis que expressaram diferenças significativas ($p < 0,05$) foi realizada análise de regressão polinomial para o fator quantitativo (doses de nitrogênio). A escolha dos modelos de melhor ajuste das médias foi baseada na significância da análise de variância dos parâmetros de regressão. Para comparação dos níveis do fator qualitativo (variedades), aplicou-se teste de comparações múltiplas de médias (teste de Tukey) ao nível de 5% (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Para verificação da consistência estatística dos dados e ajuste dos modelos de regressão utilizou-se o *Software* para Análises Estatísticas - Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferença significativa entre as variedades de palma forrageira ($p < 0,01$) e entre as doses de nitrogênio para as variáveis da composição bromatológica: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHO). Houve interação significativa ($p < 0,01$) entre os fatores para MS, MM, FDA, PB, CNF e CHO. Para a fonte de variação quantitativa (doses de nitrogênio), as médias das variáveis foram ajustadas aos modelos linear e quadrático (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis da composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios							
		MS	MM	FDN	FDA	PB	EE	CNF	CHO
Variedades (V)	2	54,68**	168,72**	284,74**	48,17**	9,72**	3,61**	80,28**	238,49**
Nitrogênio (N)	4	31,49**	6,84**	120,53**	52,70**	171,45**	15,17**	533,68**	203,63**
Linear	1	67,29**	6,65**	278,40**	162,09**	679,69**	21,68**	2009,97**	792,28**
Quadrática	1	19,92**	20,72**	112,26**	26,17**	2,43 ^{ns}	29,50**	98,35**	0,46 ^{ns}
Bloco	2	0,04 ^{ns}	0,27 ^{ns}	4,66 ^{ns}	3,29 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,08 ^{ns}	4,46 ^{ns}	1,37 ^{ns}
Interação VxN	8	16,78**	29,42**	9,17 ^{ns}	11,64**	15,06**	0,13 ^{ns}	54,23**	64,79**
Resíduo	28	0,08	0,62	5,83	1,94	0,68	0,24	7,89	1,31
CV (%)		2,69	4,53	8,23	7,45	9,11	7,40	7,48	1,71

GL= grau de liberdade; MS= matéria seca; MM= matéria mineral; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; CNF= carboidratos não fibrosos; CHO= carboidratos totais; CV= coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = não significativo.

Para as variedades Baiana (BA) e Orelha de Elefante Mexicana (OR), maiores teores de MS, 15,44 e 12,01%, respectivamente, foram obtidos com as doses de 425 e 350 kg ha⁻¹ de N, representando incrementos percentuais de 47 e 51% em relação aos teores de 8,22 e 5,88% de MS obtidos na dose de 0 kg ha⁻¹ de N. A partir da dose de 425 e 350 kg ha⁻¹ de N, tiveram reduções de 8 e 26% com a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de N, onde foram registrados teores de 14,22 e 8,88% de MS. A variedade Miúda (MI) apresentou redução percentual de 27%, chegando ao teor de 6,75% de MS com a dose de 250 kg ha⁻¹ de N quando comparada as plantas com adubação de 0 kg ha⁻¹ de N, havendo incremento de 42%, a partir desse ponto, com a dose de 600 kg ha⁻¹ de N quando foi registrado teor de MS de 11,65% (Figura 2A).

Verificou-se que, sob cultivo não fertirrigado a variedade MI obteve teor de MS de 9,58%, seguida de BA e OR com 8,93 e 6,66%, respectivamente. Nas doses de 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N, a variedade BA teve teores de MS de 11,01, 14,11 e 16,43%, superior aos teores de 8,65, 11,12 e 13,22%, na variedade OR, e 6,50, 7,31 e 9,46% na variedade MI. Na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, as variedades MI e BA apresentaram teores de MS de 12,57 e 12,07%, respectivamente, sendo essas superiores à variedade OR que apresentou teor de MS de 7,03% (Figura 2B).

As variedades BA e OR apresentaram redução percentual de 38 e 34%, respectivamente, chegando aos teores de 11,03 e 13,84% de MM com as doses de 333,33 e 380 kg ha⁻¹ de N quando comparadas aos teores de 17,70 e 21,06% de MM da dose de 0 kg ha⁻¹ de N, havendo, a partir desse ponto, incrementos percentuais de 28 e 15% com a dose de 600 kg ha⁻¹ de N onde foi registrado teores de MM de 15,30 e 16,26%. A variedade MI obteve teor de MM de 23,71% na dose de 316,67 kg ha⁻¹ de N, desempenhando incremento percentual de 25%, em relação ao teor de 17,7% de MM obtido na dose de 0 kg ha⁻¹ de N. Com aplicação da dose de 600 kg ha⁻¹ de N, houve redução de 20%, onde foi registrado teor de 18,90% de MM (Figura 2C).

A variedade OR obteve maior teor de MM, de 21,42%, em comparação as variedades BA e MI, com 17,32 e 17,70%, respectivamente, sob cultivo não fertirrigado (Figura 2D). Nas doses de 150, 450 e 600 kg ha⁻¹ de N, a variedade MI obteve maiores teores de MM de 22,15, 23,28 e 19,40%, respectivamente, superiores aos teores de MM das variedades BA, com 14,39, 12,98 e 17,51%, e OR, com 15,50, 14,13 e 16,28%, nas respectivas doses de N. Na dose de 300 kg ha⁻¹ de N, a variedade MI apresentou teor de MM de 23,52%, sendo essa superior as variedades BA e OR que apresentaram teores de MM de 11,52 e 14,86%.

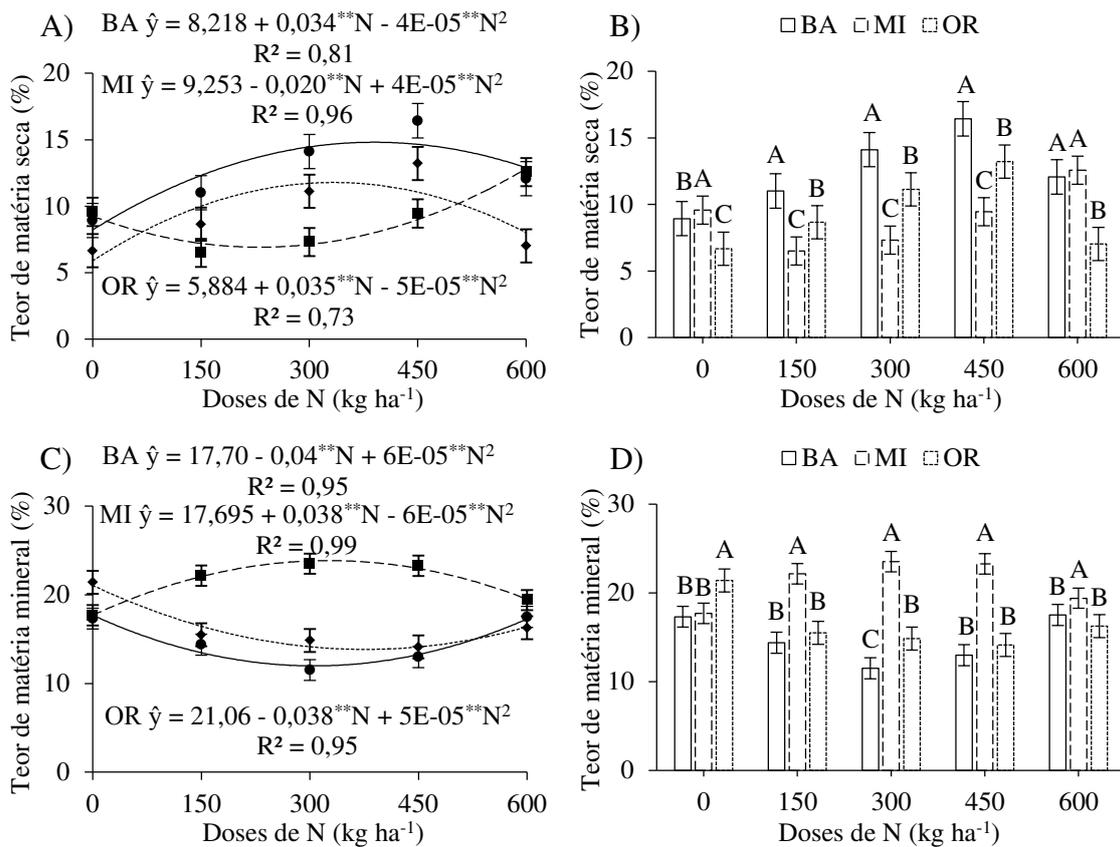


Figura 2. Tendências e modelos de regressão para os teores de matéria seca (A) e matéria mineral (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de matéria seca (B) e matéria mineral (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··).

Solos com baixos teores de matéria orgânica apresentam baixa disponibilidade de N, de modo que o fornecimento deste nutriente via fertirrigação explica o aumento nos teores de MS das variedades BA e OR (CUNHA, 2012). Aumentos de MS resultaram na redução dos teores de MM, possivelmente devido à distribuição de minerais na planta. Os valores de MS e MM obtidos nesta pesquisa estão dentro dos limites (7,97 a 16,56% de MS e 8,1 a 17,7 de MM) descritos na literatura pertinente (MENEZES; SIMÕES; SAMPAIO, 2005; FROTA et al., 2015).

Embora o N seja constituinte de aminoácidos, proteínas e enzimas importantes para atividades bioquímicas relacionadas à produção. Maior quantidade de N pode exceder a capacidade de absorção de íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) pela planta,

ocorrendo acúmulo nos tecidos vegetais (TAIZ et al., 2017). O acúmulo de amônia prejudica a digestibilidade da MS, porque a amônia em excesso pode não ser aproveitada pelos microrganismos do rúmem acarretando gasto energético desnecessário (MENEZES et al., 2009).

As diferenças observadas entre as variedades podem estar relacionadas às características genéticas intrínsecas destas plantas, além do fato de se tratar de diferentes variedades, denotando a importância de estudo com estas variedades, notadamente para identificação de material genético mais produtivo em condições de cultivo fertirrigado (MERGULHÃO et al., 2012; SILVA et al., 2014).

Analisando as variedades BA, MI e OR, constatou-se maiores teores de FDN de 36,51, 27,33 e 36,44% nas doses de 375, 500 e 600 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, com incrementos percentuais de 31, 27 e 25%, quando comparadas aos teores representados na dose de 0 kg ha⁻¹ de N. Acrescente-se ainda que, a variedade BA apresentou decréscimo percentual de 11%, referente à dose de 600 kg ha⁻¹ de N, com teor de 27,33% de FDN (Figura 3A).

As variedades BA e OR apresentaram maiores teores de FDN de 24,70 e 25,44% para a dose de 0 kg ha⁻¹ de N, 33,89 e 33,23% para dose de 150, e 33,62 e 30,30% para dose de 300, quando comparadas a variedade MI, com teores de 18,89, 25,86 e 24,48% de FDN, nas respectivas doses. Na dose de 450 kg ha⁻¹ de N, as variedades BA e OR não apresentaram diferenças entre si, obtendo teores de FDN de 35,87 e 33,99%, sendo essas superiores aos da MI que apresentou teor de 26,02%. Já para a dose de 600 kg ha⁻¹ de N, a variedade OR teve teor de FDN de 36,48%, superior às variedades BA e MI, com teores de 31,15 e 26,34% (Figura 3B).

De acordo com o observado na Figura 3C, as variedades BA e MI atingiram, nas doses de 500 e 337,50 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, teores de 22,94 e 18,42% de FDA, com incremento percentual de 33 e 25%. A partir desses pontos, houveram decréscimos percentuais de 1 e 15%, referentes à dose de 600 kg ha⁻¹ de N para ambas variedades, resultando em teores de 22,64 e 15,66% de FDA. Na variedade OR o incremento percentual foi de 35%, com teor de FDA de 23,92% para a dose de 600 kg ha⁻¹ de N, quando comparada a dose de 0 kg ha⁻¹ de N.

Nas doses de 0 e 450 kg ha⁻¹ de N, a variedade OR obteve teores de FDA de 16,15 e 21,99%, superior a MI com teores de 13,29 e 18,38%, a variedade BA apresentou teores de 14,42 e 20,79%, não diferindo das demais. Na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, a variedade BA obteve teor de 21,36% de FDA, sendo superior a OR com teor de

17,06%, acrescenta-se que a variedade MI não diferiu das demais, apresentando teor de 18,69%. A variedade BA, na dose de 300 kg ha⁻¹ de N, apresentou teor de 20,19% de FDA, seguida da MI e OR com teores de 16,90 e 19,19%, sendo que a OR não diferiu das demais. Já na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, maiores teores de FDA, foram constatados nas variedades BA e OR, com 21,92 e 24,19%, superiores a MI com teor de 15,86 de FDA (Figura 3D).

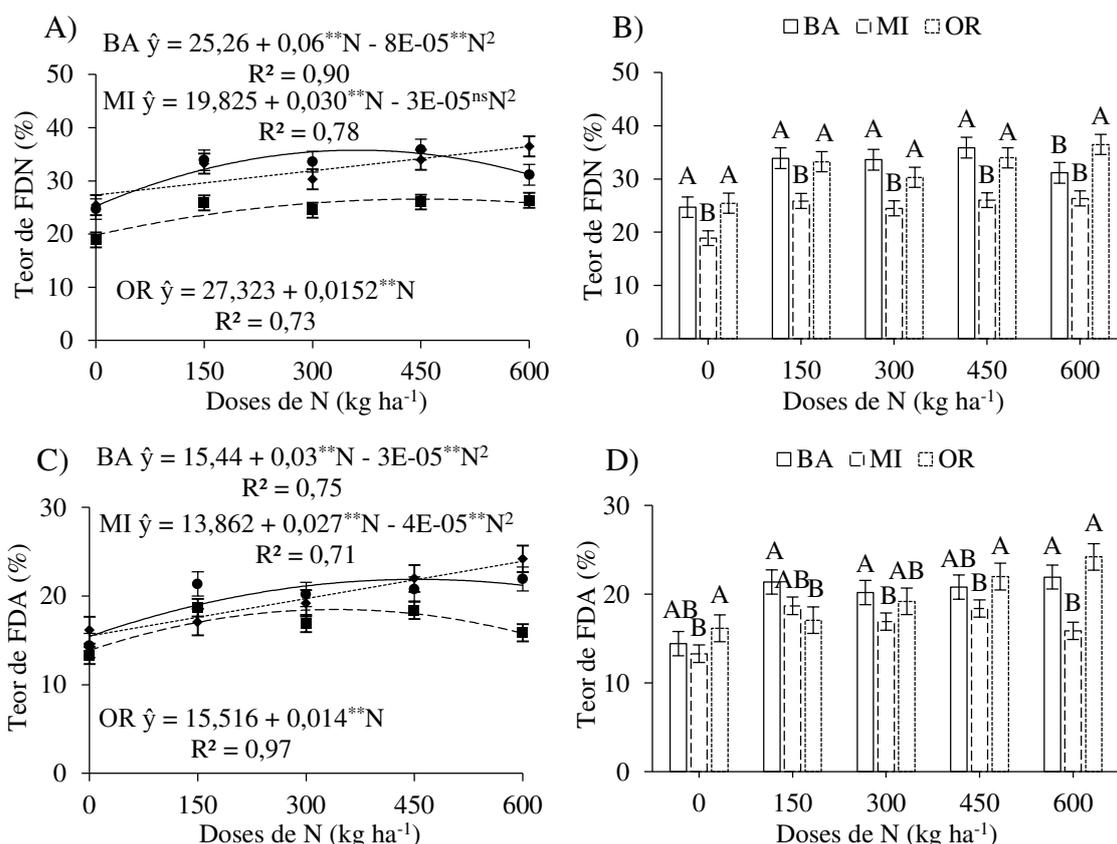


Figura 3. Tendências e modelos de regressão para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) (A) e fibra em detergente ácido (FDA) (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de fibra em detergente neutro (B) e fibra em detergente ácido (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (---■---) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (···◆···).

Os teores de FDN e FDA foram influenciados pelas doses de N e pelas variedades. Conforme Berchielli, Pires e Oliveira (2011) os carboidratos não fibrosos são todos os demais carboidratos solúveis em detergente neutro cuja característica ruminal comum é a de serem potencialmente digeríveis pelos microorganismos do rúmem. Observa-se que

a variedade MI foi a que apresentou comportamento uniforme comparada com as variedades BA e OR para FDN e FDA (Figura 3B-D).

O aumento das doses de N, nas variedades BA, MI e OR proporcionou maiores teores de FDN e FDA, superiores aos descritos por Menezes, Simões e Sampaio (2005). Este aumento nos teores de fibras decorrente da fertirrigação é positivo para palma forrageira, pois possui baixo teor de fibras e necessita de complementação de alimento fibroso na dieta para fornecimento adequado ao animal. Embora o teor de fibras seja utilizado como índice negativo de qualidade, a presença de fibra na alimentação proporciona a redução do consumo voluntário pelo efeito do enchimento ruminal, sendo fator determinante para funcionamentos de atividades como ruminção e secreção salivar (BISPO et al., 2007).

De acordo com dados apresentados na Figura 4A, na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, as variedades BA, MI e OR obtiveram teores de PB de 14,16, 13,60 e 15,27%, respectivamente, com incrementos percentuais de 85, 71 e 71%, quando comparadas com a dose de 0 kg ha⁻¹ de N, que apresentaram teores de 2,15, 4 e 4,47% de PB.

Acrescente-se que, a variedade OR obteve teor de PB de 5,90%, seguida das variedades BA e MI, com teores de 2,96 e 3,08%, respectivamente, para a dose de 0 kg ha⁻¹ de N. Na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, as variedades MI e OR apresentaram teores de PB de 7,25 e 6,06%, enquanto a BA apresentou teor de 3,77%. Para a dose de 300 kg ha⁻¹ de N, registrou-se que a variedade BA obteve teor de 10,51% de PB, superior as variedades MI e OR com teores de 8,25 e 8,75%. Na dose 450 kg ha⁻¹ de N, a variedade MI apresentou teor de PB de 14,20%, seguida das variedades OR e BA com teores de 12,48 e 8,02%. Verificou-se ainda que na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, as variedades BA e OR tiveram teores de PB de 16,14 e 16,22%, e a variedade MI teve registro de 12,00% (Figura 4B).

As variedades BA, MI e OR, obtiveram teores de 7,60, 7,94 e 7,96% de EE, nas doses de 425, 400 e 375 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, constatando incrementos percentuais de 48, 40 e 35%, quando comparadas com as plantas que não foram fertirrigadas. Posteriormente, na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, ocorreram decréscimos percentuais de 8, 10 e 13%, caracterizados pelos teores de 6,99, 7,14 e 6,95% de EE, nas respectivas variedades (Figura 4C).

Na dose de 0 kg ha⁻¹ de N, a variedade OR obteve teor de 5,51% de EE, diferindo da BA com teor de 4,34%, no entanto, a variedade MI não diferiu das demais variedades e apresentou teor de 5,07%. Nas doses 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de N, a variedade BA

apresentou teores de 5,16, 7,49 e 5,78% de EE, MI com 6,05, 7,84 e 6,75% e OR com 6,12, 8,17 e 6,48%, para as respectivas doses. Para a dose de 450 kg ha⁻¹ de N, a variedade MI obteve teor de 8,47%, superior a BA com 7,27%, ressalte-se que a variedade OR apresentou teor de 8,12%, não diferindo das demais (Figura 4D).

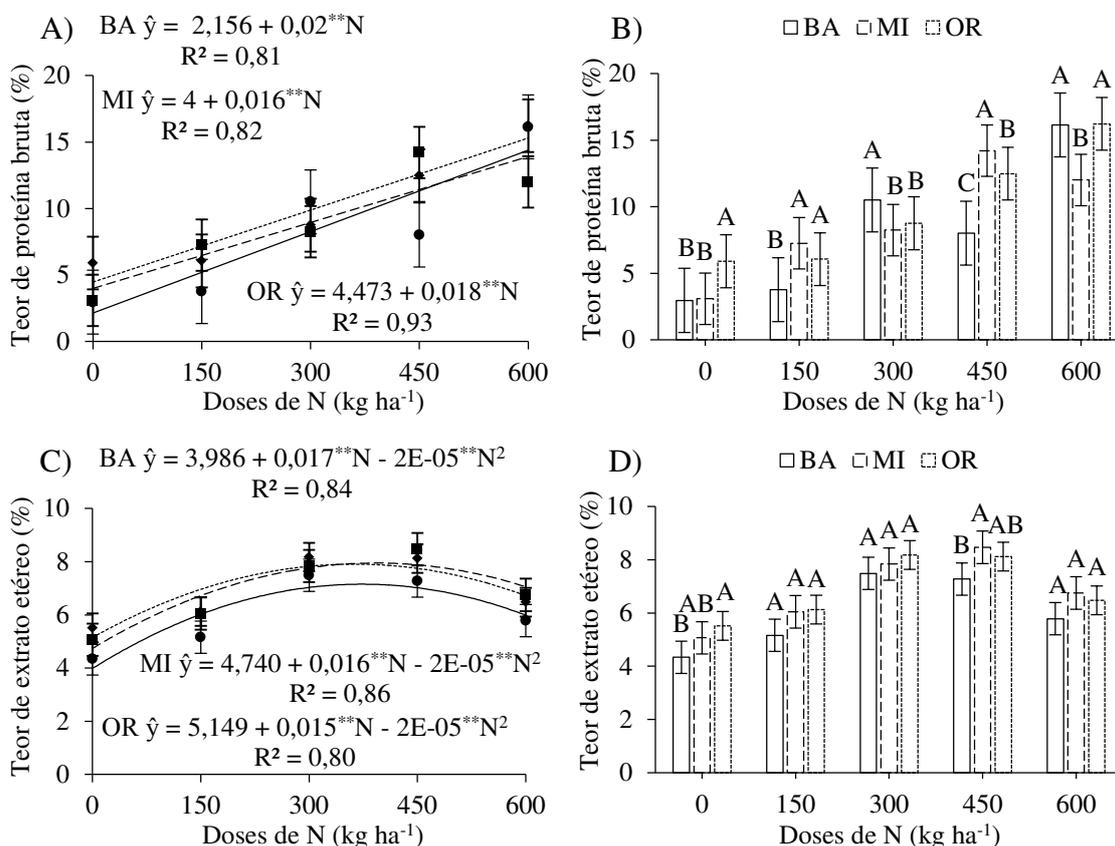


Figura 4. Tendências e modelos de regressão para os teores de proteína bruta (A) e extrato etéreo (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de proteína bruta (B) e extrato etéreo (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (---■---) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (···◆···).

De acordo com a Figura 4A, pode-se observar resposta linear crescente do teor de PB para as variedades de palma analisadas. Tal comportamento pode ser explicado pela forma como o nitrogênio foi disponibilizado para a cultura de palma via fertirrigação, pois, o nitrogênio é um nutriente difícil de ser manejado em solos tropicais devido sua alta instabilidade no solo, o que acarreta em perda de nitrogênio, diminuindo o aproveitamento pelas culturas. O uso de nitrogênio na fertirrigação constitui uma

prática que melhor aproveita a interação entre água e fertilizante, o que pode ter contribuído com tais resultados (VIEIRA FILHO et al., 2017).

Outra explicação para este aumento de PB pode estar relacionada com as etapas iniciais do metabolismo do nitrogênio, que parecem ocorrer diretamente nas raízes, onde quase todo o N que ascende no xilema do caule já se encontra sob a forma de moléculas orgânicas, principalmente aminoácidos. Os aminoácidos formam-se a partir de íons, amônio e cetoácido. Um cetoácido se combina ao amônio para formar um aminoácido, sendo que o principal aminoácido formado desta maneira é o ácido glutâmico. Esse ácido é o principal transportador de N na planta, com o excesso de N a planta pode exceder a capacidade de absorção de íons amônio e nitrato, ocorrendo o acúmulo dos tecidos vegetais (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

As variedades de palma são caracterizadas por possuírem baixos percentuais de PB. Ressalte-se que, a composição química dessas variedades pode ser afetada pela adubação nitrogenada, obtendo, assim, aumento no teor de PB. Segundo Dubeux Júnior et al. (2006), a fertilização com nitrogênio pode aumentar o teor de proteína da palma forrageira. A inclusão de N na dieta, aumenta o coeficiente de digestibilidade da PB (MENEZES et al., 2009). Aumentos nos teores de proteínas devidos à fertirrigação indicam domesticação destas espécies de palma forrageira (NAVA et al., 2018), isso porque os valores de proteína bruta encontrados foram superiores aos 2,55 a 6,67% descritos por Menezes, Simões e Sampaio (2005).

Embora ocorra em baixas concentrações em palma forrageira (0,84 a 2,32), o extrato etéreo é um componente que apresenta posição central na obtenção de estimativas do teor energético, em razão de sua elevada concentração calórica (MENEZES; SIMÕES; SAMPAIO, 2005; DETMANN et al., 2006). Pode-se inferir que doses de N, em média de 400 kg ha⁻¹, aumentam a gordura bruta e fornecimento de energia para atividades metabólicas. Contudo, Santos et al. (2006) reportam que o nitrogênio não proteico em excesso na dieta de vacas holandesas diminui a produção de leite, recomendando o fornecimento de palma em mistura com outros alimentos visando sincronizar energia e aproveitamento de nutrientes.

Para Adli et al. (2017), as diferenças entre variedades de palma forrageira se devem a sua elevada taxa de alogamia, gerando variabilidade genética, facilitando adaptação destas plantas ao ambiente. De fato, o potencial genético das variedades BA e OR podem ter sido expressos para maior produção de proteínas e extrato etéreo, notadamente em resposta à disponibilidade hídrica e de nitrogênio via fertirrigação.

Os maiores valores para teor de CNF, foram constatados nas variedades BA, MI e OR na dose de 0 kg ha⁻¹ de N, com teores de 49,02, 54,85 e 43,34%, respectivamente, apresentado decréscimos percentuais de 40, 60 e 39%, na dose de 600 kg ha⁻¹ de N para as variedades BA e OR, e 575 kg ha⁻¹ de N para MI, sendo que esta última variedade obteve, a partir desse ponto, incremento percentual de 0,27% com teor de 21,85% de CNF, sendo inferior ao teor apresentado na dose de 0 kg ha⁻¹ de N (Figura 5A).

As concentrações de teores de CNF, na dose de 0 kg ha⁻¹ de N, para as variedades BA e MI foram de 50,68 e 55,26%, superiores a OR com teor de 41,72%. Para as doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ de N, registrou-se teores de 42,80 e 36,87% de CNF para a variedade BA, 38,69 e 35,91% para MI, e 39,09 e 37,92% para OR. A variedade BA apresentou teor de 35,86% de CNF na dose de 450 kg ha⁻¹ de N, seguida da MI com 28,03%, e a variedade OR obteve teor de 31,28% não diferindo das demais. Já na dose de 600 kg de ha⁻¹ de N, as variedades BA e OR obtiveram teores de 29,42 e 24,55% de CNF, sendo essas inferiores a variedade MI que apresentou teor de 35,50% (Figura 5B).

Para a variável CHO, verificou-se que as variedades BA e MI apresentaram nas doses de 600 e 425 kg ha⁻¹ de N, decréscimos percentuais de 18 e 24%, com teores de 64,09 e 56,61% de CHO, acrescente-se ainda que a variedade MI, a partir desse ponto, obteve na dose de 600 kg ha⁻¹ de N incremento percentual de 5%, com teor de 59,68% de CHO, sendo inferior ao teor de CHO apresentado na dose de 0 kg ha⁻¹ de N. A variedade OR, na dose de 166,67 kg ha⁻¹ de N, obteve teor de 69,82% de CHO, com incremento percentual de 2%, apresentando em seguida decréscimo percentual de 16% na dose de 600 kg ha⁻¹ de N (Figura 5C).

Observa-se que, na Figura 5D, as variedades BA e MI apresentaram teores de 75,38 e 74,15% de CHO na dose de 0 kg ha⁻¹ de N, superiores a variedade OR com teor de 67,17%. Para as doses de 150 e 450 kg ha⁻¹ de N, a variedade BA apresentou teores de 76,69 e 71,73% de CHO, seguida da OR com teores de 72,32 e 65,27%, e MI com teores de 64,55 e 54,05%. Na dose de 300 kg ha⁻¹ de N, as variedades BA e OR obtiveram teores de 70,49 e 68,22% de CHO, superiores a MI com teor de 60,40%. As variedades BA, MI e OR, na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, obtiveram teores de 60,57, 61,84 e 61,03% de CHO, não diferindo entre si.

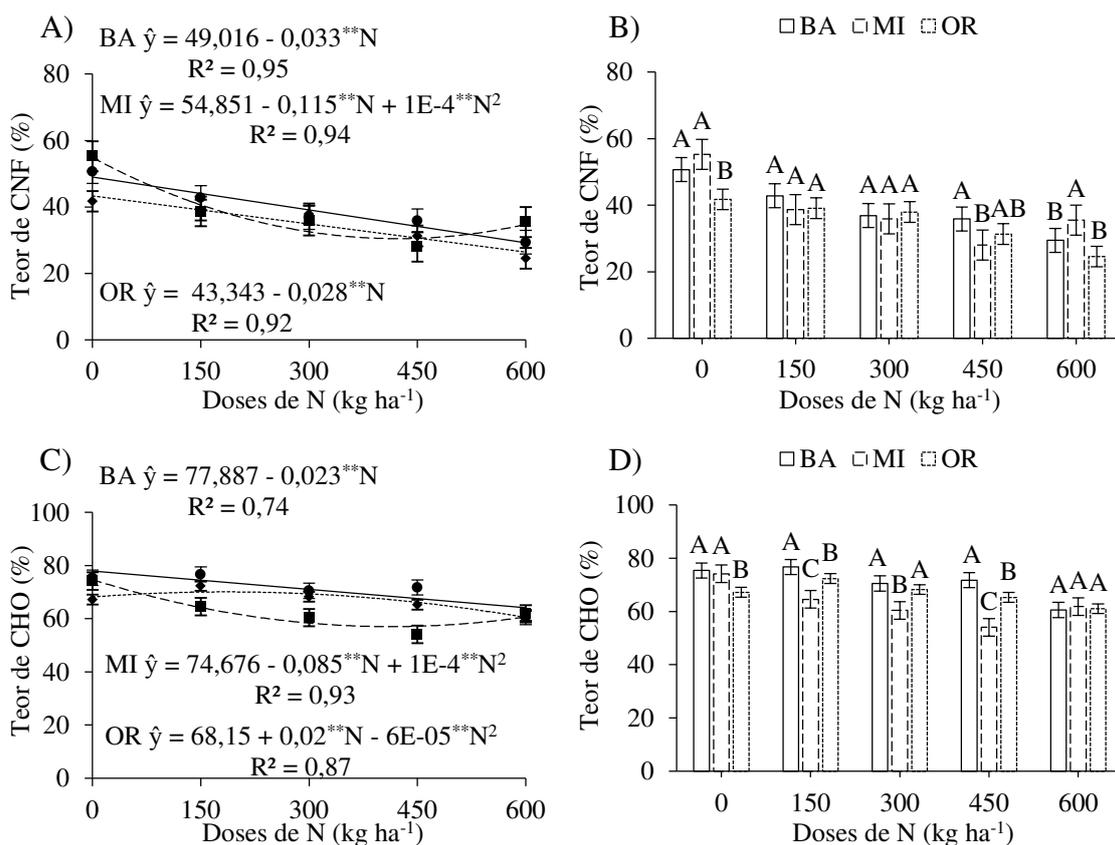


Figura 5. Tendências e modelos de regressão para os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) (A) e carboidratos totais (CHO) (C) de variedades de palma forrageira em função de doses de nitrogênio e comparação dos teores de carboidratos não fibrosos (B) e carboidratos totais (D) entre as variedades dentro de cada dose de nitrogênio. BA: Baiana (—●—), MI: Miúda (--■--) e OR: Orelha de Elefante Mexicana (··◆··).

Na Figura 5A, observa-se um decréscimo no teor de CNF com o aumento das doses de N para as variedades de palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, o que implica no incremento nos carboidratos fibrosos representados pela celulose e hemicelulose, sendo esses de lenta e incompleta degradação.

Ressalte-se ainda que o maior teor de CNF foi verificado para a variedade MI (*Nopalea*) com teor de 54,85%, seguida pela BA (*Nopalea*) com teor de 49,02% e OR (*Opuntia*) com teor de 43,34%, sendo os CNF representados pelos açúcares solúveis, amido e pectina. Apesar de pectina ser um constituinte da parede celular, apresenta característica de degradação semelhante aos polissacarídios de reserva (HENRIQUES et al., 2007).

A diminuição dos teores de CNF e CHO, das variedades BA, MI e OR, ocorreu com o aumento das doses de N. Isso justifica-se pelo aumento dos teores de MM, FDN, PB e EE, haja vista que essas variáveis são utilizadas para os cálculos de CNF e CHO, de modo que os cálculos são feitos com base em 100% da MS, subtraindo-se as variáveis supracitadas. A palma forrageira é fonte de energia e rica em CNF, o que favorece o aumento do consumo de CNF pelos animais, sendo rapidamente fermentados no rúmen, melhorando o aporte de energia ao animal sem a necessidade de grande proporção de concentrados na ração (CAVALCANTI et al., 2008).

CONCLUSÃO

A composição bromatológica de variedades de palma forrageira é influenciada positivamente pela fertirrigação com doses de nitrogênio no semiárido brasileiro. A prática de fertirrigação nitrogenada pode ser recomendada para o cultivo de palma forrageira na região, observando-se a dose de nitrogênio ótima para cada variedade, com ênfase no componente bromatológico que se deseja incrementar.

REFERÊNCIAS

- ADLI, B. et al. Phenotypic diversity of *Opuntia ficus indica* (L.) MILL. in the Algerian steppe. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 109, p. 66-74, 2017.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat**: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos. Jaboticabal: Funep, 2015. 396 p.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.
- BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.
- CAVALCANTI, C. V. et al. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 689-693, 2008.

- CUNHA, D. de N. F. V. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1156-1165, 2012.
- DETMANN, E. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1469-1478, 2006.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, p. 129-135, 2010.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, London, v. 67, p. 357-372, 2006.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.
- FALCÃO, H. M. et al. Ecophysiological performance of three *Opuntia ficus-indica* cultivars exposed to carmine cochineal under field conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 150, n. 2, p. 419-424, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FROTA, M. N. L. et al. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. 21. ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 47 p.
- HENRIQUES, L. T. et al. Frações de carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 3, p. 730-739, 2007.
- HERRERA, A. Crassulacean acid metabolism and fitness under water deficit stress: if not for carbon gain, what is facultative CAM good for? **Annals of Botany**, London, v. 103, n. 4, p. 645-653, 2009.
- KHANAL, U. et al. Farmers' adaptation to climate change, its determinants and impacts on rice yield in Nepal. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 144, n. 1, p. 139-147, 2018.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2012. 355 p.

- MENEZES, D. R. et al. Níveis de ureia em dietas contendo co-produto de vitivinícolas e palma forrageira para ovinos Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 662-667, 2009.
- MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil**: conhecimentos atual e novas perspectivas de uso. 2. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. 258 p.
- MERGULHÃO, A. C. E. S. et al. Marcadores moleculares para detecção de variabilidade genética em variedades de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. único, p. 78-82, 2012.
- MONTAGNINI, F. Selecting tree species for plantation. In: MANSOURIAN, S.; VALLAURI, D.; DUDLEY, N. (Ed.). **Forest Restoration in Landscapes**. New York: Springer, 2005. cap. 38, p. 262-268.
- NAVA, F. G. et al. Chemical characteristics of non-starch polysaccharides of *Opuntia* cladodes as evidence of changes through domestication. **Food Bioscience**, London, v. 22, p. 69-77, 2018.
- SANTIAGO, E. D. et al. Impact of cooking process on nutritional composition and antioxidants of cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Chemistry**, London, v. 240, p. 1055-1062, 2018.
- SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: Métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014.
- SILVA, P. F. da. **Crescimento e produtividade de palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada**. 2017. 79 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUSA, A. P. F. de. **Palma forrageira adubada e irrigada no Sertão Paraibano**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2015.

SOUZA, M. S. et al. Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2301-2316, 2014.

SUASSUNA, P. **Lucratividade da Cultura da Palma Forrageira na Paraíba**. 1993. Disponível em: <www.joaosuassuna.hpg.ig.com.br/sistprod.htm - 5k ->. Acesso em: 05 de dezembro de 2017.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIEIRA FILHO, P. S. et al. Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 38, p. 304-310, 2017.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

5. ANEXO



REVISTA CAATINGA

ISSN 1983-2125 (On-line)
ISSN 0100-316X (Impresso)



Universidade Federal Rural do Semi-Árido

APRESENTAÇÃO E PREPARO DOS MANUSCRITOS

Os artigos submetidos à Revista Caatinga devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em outro periódico ou veículo de divulgação. **A Revista Caatinga publica ARTIGO, NOTA TÉCNICA E REVISÃO DE LITERATURA.**

FORMAS DE ENVIO

Os artigos são submetidos, apenas eletronicamente, na página da Revista Caatinga. Podem ser ENVIADOS em Português, Inglês ou Espanhol. Porém, após a aprovação do manuscrito pelo Comitê Editorial, o autor será contactado para traduzir o artigo para a língua inglesa. Caso o trabalho seja submetido em inglês, após a aprovação desse pelo comitê editorial, o autor será comunicado para que realize a revisão do idioma inglês. **A publicação será exclusivamente em Inglês.** Fica a critério do autor a escolha da empresa ou pessoa física que irá realizar a tradução do manuscrito. Porém, é **obrigatória** a realização da **REVISÃO do idioma inglês** por umas das empresas indicadas pela Revista Caatinga. Abaixo seguem as indicações:

<http://www.proof-reading-service.com>

<http://www.academic-editing-services.com/>

<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>

<http://www.editage.com.br/manuscriptediting/index.html>

<http://www.journalexperts.com>

<http://www.webshop.elsevier.com/languageservices>

<http://wsr-ops.com>

<http://www.journaleditorsusa.com>

<http://www.queensenglishediting.com/>

<http://www.canalpage.com>

<http://www.stta.com.br/servicos.php>

<http://americanmanuscripteditors.com/>

PREPARO DO MANUSCRITO

- **Digitação:** o texto deve ser composto em programa Word (DOC) ou compatível e os gráficos em programas compatíveis com o Windows, como Excel, e formato de imagens: Figuras (GIF) e Fotos (JPEG). Deve ter no máximo 20 páginas, tamanho A4, digitado com espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Páginas e linhas devem ser numeradas; os números de páginas devem ser colocados na margem inferior, à direita e as linhas numeradas de forma contínua. Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com o Comitê Editorial. As Notas Técnicas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras.
- **Tamanho:** o manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.
- **Organização:** o artigo científico deverá ser organizado em título, nome do(s) autor(es), resumo, palavras-chave, título em inglês, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional), e referências.

Título: deve ser escrito em maiúsculo, negrito, centralizado na página, no **máximo com 15 palavras**, não deve ter subtítulo e abreviações. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos e referências) deverão ser escritos em letra maiúscula, negrito e justificado à esquerda.

Autores(es): nomes completos, sem abreviaturas, em letra maiúscula, um após o outro, separados por vírgula e centralizados. Essas informações deverão constar apenas na versão final do artigo. **Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os endereços deverão ser omitidos.**

Para a inclusão do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s) endereço(s) na **versão final do artigo** deve-se, como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (Unidade/Setor, Instituição, Cidade, Estado, País), endereço completo e e-mail de todos os autores. O autor correspondente deverá ser indicado por um “*”.

No rodapé devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. Exemplo:

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em xx/xx/xxxx ; aceito em xx/xx/xxxx.

Especificação (natureza) do trabalho (ex.: Pesquisa apoiada pela FAPESP e pelo CNPq; Trabalho de Mestrado,...)

²Unidade/Setor (por extenso), Instituição (por extenso e sem siglas), Cidade, Estado(sigla), País; E-mail (s).

OBS.: Caso dois ou mais autores tenham as mesmas especificações, não precisa repetir as informações, basta acrescentar, apenas, o e-mail ao final.

Só serão aceitos, no máximo, 5(cinco) autores por artigo submetido: ressaltamos que, salvo algumas condições especiais, poderá ser incluído um sexto autor (não mais que isso) mediante apresentação de justificativas. A justificativa deverá ser anexada, no ato da submissão, em “Documentos Suplementares”, para que o Comitê Editorial proceda com a devida análise. Caso isso não ocorra, a submissão de artigo com número superior a 5 (cinco) autores não será aceita.

** Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

** Todos os autores deverão, OBRIGATORIAMENTE, cadastrarem-se no sistema.

Resumo e Abstract: no mínimo 100 e no máximo 250 palavras.

Palavras-chave e Keywords: a primeira letra maiúscula. Devem ter, no mínimo, três e, no máximo, cinco palavras, não constantes no Título/Title e separadas por ponto (consultar modelo de artigo).

Obs.: Em se tratando de artigo escrito em idioma estrangeiro (Inglês ou Espanhol), o título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma estrangeiro.

Introdução: no máximo, 550 palavras, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

Conclusão: deve ser em texto corrido, sem tópicos.

Agradecimentos: logo após as conclusões, poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, indicando, de forma clara, as razões pelas quais os faz.

- **Tabelas:** sempre **com orientação em “retrato”**. Serão numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. **Não usar linhas verticais**. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que **as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não ultrapassando 17 cm**.

- **Figuras:** sempre **com orientação em “retrato”**. Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A resolução deve ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. **As figuras devem apresentar 8,5 cm de largura, não ultrapassando 17 cm**. A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar uma espessura de 1,5 mm de cor preta. A Revista Caatinga reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com **ORIENTAÇÃO** na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação**.

- **Equações:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

REFERÊNCIAS

Devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores; justificar (Ctrl + J). Este periódico utiliza a **NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.**

O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências. **EVITE CITAR RESUMOS E TRABALHOS APRESENTADOS E PUBLICADOS EM CONGRESSOS E SIMILARES.**

Citações de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Com 1(um) autor, usar Torres (2008) ou (TORRES, 2008); com 2 (dois) autores, usar Torres e Marcos Filho (2002) ou (TORRES; MARCOS FILHO, 2002); com 3 (três) autores, usar França, Del Grossi e Marques (2009) ou (FRANÇA; DEL GROSSI; MARQUES, 2009); com mais de três, usar Torres et al. (2002) ou (TORRES et al., 2002).

REGRAS DE CITAÇÕES DE AUTORES

**** Até 3 (três) autores**

Mencionam-se todos os nomes, na ordem em que aparecem na publicação, separados por ponto e vírgula.

Ex: TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. PEDRO, A. R. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 0, n. 0, p. 00-00, 2010.

**** Acima de 3 (três) autores**

Menciona-se apenas o primeiro nome, acrescentando-se a expressão **et al.**

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora*(Willd.) poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

**** Grau de parentesco**

HOLANDA NETO, J. P. **Método de enxertia em cajueiro-anão-precoce sob condições de campo em Mossoró-RN**. 1995. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1995.

COSTA SOBRINHO, João da Silva. Cultura do melão. **Cuiabá**: Prefeitura de Cuiabá, 2005.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

a) Artigos de Periódicos: Elementos essenciais:

AUTOR. Título do artigo. **Título do periódico**, Local de publicação (cidade), n.º do volume, n.º do fascículo, páginas inicial-final, ano.

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora*(Willd.) poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

b) Livros ou Folhetos, no todo: Devem ser referenciados da seguinte forma:

AUTOR. **Título**: subtítulo. Edição. Local (cidade) de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes.(nome e número da série)

Ex: RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 1997. 367 p.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. **Geologia do Brasil**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1978. 813 p. (Coleção mossoroense, 72).

c) Livros ou Folhetos, em parte (Capítulo de Livro):

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. **Título**: subtítulo do livro. Número de edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Indicação de volume, capítulo ou páginas inicial-final da parte.

Ex: BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 14, p. 595-634.

d) Dissertações e Teses: (somente serão permitidas citações recentes, PUBLICADAS NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS QUE ANTECEDEM A REDAÇÃO DO ARTIGO). Referenciam-se da seguinte maneira:

AUTOR. **Título**: subtítulo. Ano de apresentação. Número de folhas ou volumes. Categoria (grau e área de concentração) - Instituição, local.

Ex: OLIVEIRA, F. N. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

e) Artigos de Anais ou Resumos: (DEVEM SER EVITADOS)

NOME DO CONGRESSO, n.º, ano, local de realização (cidade). Título... subtítulo. Local de publicação (cidade): Editora, data de publicação. Número de páginas ou volumes.

Ex: BALLONI, A. E.; KAGEYAMA, P. Y.; CORRADINI, I. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: UFAM, 1978. p. 41-43.

f) Literatura não publicada, mimeografada, datilografada etc.:

Ex: GURGEL, J. J. S. **Relatório anual de pesca e piscicultura do DNOCS**. Fortaleza: DNOCS, 1989. 27 p. Datilografado.

g) Literatura cuja autoria é uma ou mais pessoas jurídicas:

Ex: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

h) Literatura sem autoria expressa:

Ex: NOVAS Técnicas – Revestimento de sementes facilita o plantio. **Globo Rural**, São Paulo, v. 9, n. 107, p. 7-9, jun. 1994.

i) Documento cartográfico:

Ex: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). **Regiões de governo do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 1 atlas. Escala 1:2.000.

J) Em meio eletrônico (CD e Internet): Os documentos /informações de **acesso exclusivo por computador** (online) compõem-se dos seguintes elementos essenciais para sua referência:

AUTOR. Denominação ou título e subtítulo (se houver) do serviço ou produto, indicação de responsabilidade, endereço eletrônico entre os sinais <> precedido da expressão – Disponível em: – e a data de acesso precedida da expressão – Acesso em:.

Ex: BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. **SNPC – Lista de Cultivares protegidas**. Disponível em:<<http://agricultura.gov.br/scpn/list/200.htm>>. Acesso em: 08 set. 2008.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

UNIDADES E SÍMBOLOS DO SISTEMA INTERNACIONAL ADOTADOS PELA REVISTA CAATINGA

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa quilograma	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	$m s^{-1}$	$343 m s^{-1}$
Aceleração	---	$m s^{-2}$	$9,8 m s^{-2}$
Volume	Metro cúbico,	M^3, L^*	$1 m^3, 1 000 L^*$
	litro		
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	$Kg m^{-3}$	$1.000 kg m^{-3}$
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	pa	$1,013.10^5 Pa$
Energia	joule	J	4 J

Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	J (kg °C) ⁻¹	4186 J (kg °C) ⁻¹
Calor latente	---	J kg ⁻¹	2,26.10 ⁶ J kg ⁻¹
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	Ω	29Ω
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	W m ⁻²	1.372 W m ⁻²
Concentração	Mol/metro cúbico	Mol m ⁻³	500 mol m ⁻³
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metr o	dS m ⁻¹	5 dS m ⁻¹
Temperatura	Grau Celsius	°C	25 °C
Ângulo	Grau	°	30°
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em sequência devem ser separados por **ponto e vírgula (;)**. Ex: 2,5; 4,8; 5,3