



UFPB

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA – UFPB**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE *NOPALEA COCHENELLIFERA* EM
FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA**

Anderson Samuel Silva

Eng.º Agrônomo

**Areia-PB
Fevereiro, 2019**

ANDERSON SAMUEL SILVA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE *NOPALEA COCHENELLIFERA* EM
FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA**

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Linha de Pesquisa: Avaliação da produção, manejo e conservação de forrageiras nativas e cultivadas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (CCA/UFPB)

Dr. Alexandre Fernandes Perazzo (CCA/UFPB)

Dr. João Paulo de Farias Ramos (Emepa/PB)

**Areia-PB
Fevereiro, 2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Anderson Samuel.

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE NOPALEA COCHENELLIFERA EM
FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA / Anderson Samuel
Silva. - João Pessoa, 2019.
52 f. : il.

Orientação: Edson Mauro Santos.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/centro.

1. cactácea, Palmeira PB01, produtividade, semiárido. I.
Santos, Edson Mauro. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE *Nopalea cochenillifera* EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA”

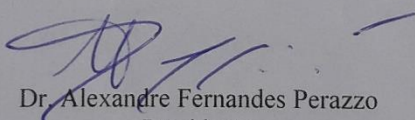
AUTOR: Anderson Samuel Santos

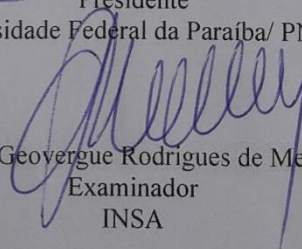
ORIENTADOR: Edson Mauro Santos

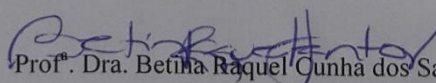
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Dr. Alexandre Fernandes Perazzo
Presidente
Universidade Federal da Paraíba/ PNPD


Prof. Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Examinador
INSA


Prof.^a Dra. Betina Raquel Cunha dos Santos
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 21 de fevereiro de 2019

Dedico

A minha família, pelo apoio e carinho.

Ao meu filho Heitor Samuel pela inspiração para realização desse trabalho.

Aos amigos e colaboradores, pelo incentivo e amizade.

Aos professores, pelo ensinamento e dedicação.

Agradecimentos

A Deus, pela força, proteção e benção constantes em minha vida.

A minha família, pelo apoio e dedicação em todos os momentos.

A Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade do estudo e particularmente a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo apoio em diferentes momentos desta jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de Mestrado.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba Emepa PB, Estação Experimental Benjamim Maranhão. A todos os funcionários, em especial a João Paulo de Farias Ramos pelo apoio e dedicação, contribuindo diretamente para realização desse trabalho.

Aos professores do CCA, em especial ao professor Edson Mauro Santos pela orientação, dedicação e amizade.

A todos os amigos do GEF (Grupo de Estudos em Forragicultura) do CCA/UFPB, pelo apoio e ajuda para a conclusão desse trabalho.

Aos Bolsistas de iniciação científica, pela ajuda nas atividades dos experimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e desta conquista.

Fé em Deus que ele é justo
Ei irmão nunca se esqueça, na guarda, guerreiro
Levanta a cabeça, onde estiver seja lá como for
Tenha fé porque até no lixão nasce flor

Pedro Paulo Soares Pereira

SUMÁRIO	Pág.
LISTA DE TABELAS-----	08
LISTA DE FIGURAS-----	09
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS-----	10
RESUMO-----	11
ABSTRACT-----	12
CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO-----	13
1.1. A PALMA FORRAGEIRA-----	14
1.2. CONSIDERAÇÕES BOTÂNICAS E ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS-----	15
1.3. VARIEDADE: PALMEPA PB01-----	16
1.4. UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO-----	16
1.5. VALOR NUTRICIONAL-----	17
1.6. USO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL-----	18
1.7. FREQUÊNCIA DE COLHEITA-----	19
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	21
CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE <i>NOPALEA</i> <i>COCHENELLIFERA</i> EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA---	25
1. INTRODUÇÃO-----	26
2. MATERIAL E MÉTODOS-----	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	32
4. CONCLUSÃO-----	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	49

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Análise química do solo da área experimental, Tacima-PB, Brasil, 2017.	28
Tabela 2 Recomendação de adubação da palma forrageira (<i>Opuntia</i> e <i>Nopalea</i>) para o estado de Pernambuco. Fonte: Santos et al. (2008).	29
Tabela 3 Padrões de fertilidade adotado pelo laboratório de solos da Embrapa.	29
Tabela 4 Características morfológicas da palma cv. Palmepa PB01, submetidos a diferentes frequências de corte (quatro semestrais, duas anuais e uma bienal).	33
Tabela 5 Características morfológicas de cladódios nas suas respectivas ordens de inserção na da palma forrageira cv. Palmepa PB01 (primeira, segunda e terceira ordem), submetidas a diferentes frequências de colheitas. Estação experimental Benjamim Maranhão, Tacima-PB (2017-2018).	35
Tabela 6 Características produtivas da água e massa de forragem (PH ₂ O e MF), eficiência de uso da chuva (EUC) e densidade final de plantas por hectare (DFPH), em função da frequência de colheita da palma cv. Palmepa PB1.	36
Tabela 7 Coeficientes de correlação fenotípica entre as características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Palmepa PB01 em função da frequência de colheita.	44
Tabela 8 Composição química-bromatológica da palma forrageira cv. Palmepa PB01 de acordo com a frequência de colheita: semestral, anual e bienal (g/kg de MS).	46

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mapa da localização da cidade de Tacima-PB. Fonte: IBGE, (2008). Adaptado pela CPRM (2005).	27
Figura 2 Distribuição dos tratamentos, dimensões das parcelas e croqui da área experimental. Tacima-PB, Brasil. Estação Experimental Benjamim Maranhão (2017-2018).	28
Figura 3 Precipitação pluvial mensal observadas na estação experimental Benjamim Maranhão (Fonte: EMEPA), normal climatológica e temperatura média mensal, Tacima-PB (Fonte: Climatempo).	30
Figura 4 Equação para determinar o índice de área do cladódio proposta por Pinheiro et al. (2014).	31
Figura 5 Produtividade de matéria verde da palma forrageira var. Palmepa PB01 (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.	39
Figura 6 Produtividade de matéria seca da palma forrageira var. Palmepa PB01 (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.	41
Figura 7 Taxa de acúmulo de forragem (g MV/planta/dia) da palma forrageira var. Palmepa PB01 (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.	42
Figura 8 Taxa de acúmulo de MS (g MS/planta/dia) da palma forrageira var. Palmepa PB01 (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme a frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
VAR- Variedade
SB- Soma de Bases
MS- Matéria Seca
PB- Proteína Bruta
FDN- Fibra em Detergente Neutro
FDA- Fibra em Detergente Ácido
MM- Matéria Mineral
MO- Matéria Orgânica
CNF- Carboidratos Não Fibrosos
CHT- Carboidratos Totais
EE- Extrato Etéreo
CMS- Consumo de Matéria Seca
EMEPA-Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária
DBC- Delineamento em Bloco Casualizado
N- Nitrogênio
P- Fósforo
K- Potássio
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CTC- Capacidade de Troca de Cátions
SB- Semiárido Brasileiro
r- Coeficiente de Correlação
EUC- Eficiência de Uso da Chuva
PH₂O- Produção de Água
MF- Massa de Forragem
DFPH- Densidade Final de Plantas por Hectare
NCP- Número de Cladódio por Planta
NC1- Número de Cladódio Primário
NC2- Número de Cladódio Secundário
NC3- Número de Cladódio Terciário
AP- Altura de Planta
LP- Largura de Planta
CC- Comprimento de Cladódio
EC- Espessura de Cladódio
PC- Perímetro de Cladódio
TAF- Taxa de Acúmulo de Forragem
TAMS- Taxa de Acúmulo de Matéria Seca
PMS- Produtividade de Matéria Seca
PMV- Produtividade de Matéria Verde
IAC- Índice de Área do Cladódio
EPM- Erro Padrão da Média
AC- Área de Cladódio

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE *NOPALEA COCHENELLIFERA* EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar as características morfológicas, produtivas e bromatológicas da palma forrageira em função de três frequências de colheita em sistema de sequeiro. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos ao acaso, com três frequências de colheitas: semestral, anual e bienal, após o corte de uniformidade, que foi realizado em janeiro de 2017, no segundo ciclo produtivo do palmal, cultivado em fileiras simples, utilizando-se var. *Palmepa PB01*. As plantas foram espaçadas por 1,0 m x 0,50 m para o cultivo, com uma densidade de plantio de 20.000 plantas ha⁻¹. Com relação aos cladódios primários nos cortes semestrais observaram-se maiores ($P<0.05$) quantidades e maiores espessuras. Os cortes anuais e bienais apresentaram maiores ($P<0.05$) eficiência do uso da chuva, produtividade de água, massa de forragem e menor mortalidade de plantas ha⁻¹. Para o acúmulo de produtividade de matéria verde e seca as colheitas anuais apresentaram maiores valores com 274 e 21,3 ton ha⁻¹ respectivamente. A taxa de acúmulo de forragem verde e seca das frequências anuais apresentaram maiores valores 13,33 e 1,03 g/kg por planta dia⁻¹ respectivamente. As correlações fenotípicas entre as características morfológicas e produtivas variam em função da frequência de colheita, assim como a composição bromatológica. A frequência de colheita anual proporciona maiores rendimentos produtivos, eficiência por área, longevidade e acúmulo de água, o que sugere colheitas anuais da palma forrageira.

Palavras-chave: cactácea, *Palmepa PB01*, produtividade, semiárido, valor nutritivo.

AGRONOMIC EVALUATION OF *NOPALEA COCHENELLIFERA* AS A FUNCTION OF THE HARVEST FREQUENCY

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the morphological, productive and chemical characteristics of the forage cactus as a function of three harvest frequencies in the rainfed system. The experiment was conducted in a randomized block design with three crop frequencies: semiannual, annual and biennial, after the cut of uniformity, which was carried out in January 2017, in the second productive cycle of the cactus tree, cultivated in single rows, for the planting was used the var. Palmepa PB01. The plants were spaced 1.0 m x 0.50 m for cultivation, with a planting density of 20,000 ha⁻¹ plants. In relation to the primary cladodes in the semiannual cuts larger amounts and greater thicknesses were observed. Annual and biennial cuttings showed higher rainfall efficiency, water productivity, forage mass and lower plant mortality ha⁻¹. For the accumulation of green and dry matter yield, the annual yields presented higher values with 274 and 21.3 tons. ha⁻¹ respectively. The green and dry forage accumulation rate of annual frequencies presented higher values 13.33 and 1.03 g / kg per day⁻¹ plant, respectively. The phenotypic correlations between the morphological and productive characteristics vary according to the frequency of harvest, as well as the bromatological composition. The annual harvest frequency provides higher yields, efficiency per area, longevity and water accumulation, which suggests annual harvests of forage cactus.

Keywords: cactus, Palmepa PB01, productivity, semi-arid, nutritive value.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. A palma forrageira

A palma forrageira tem seu cultivo em todo o mundo, e tem diversos fins, dentre eles, destaca-se a principal utilidade que é a produção de forragem (Bayar et al., 2018; Volpe et al., 2018). Dessa forma, essa forrageira desempenha papel importante nas regiões semiáridas do Brasil, devido a diversificações de utilidades, suprimindo a necessidade dos animais em períodos de estiagem prolongada. A mesma tem alta produtividade de matéria fresca por hectare, o que contribui para seu cultivo por pequenos agricultores e pecuaristas de regiões com menores precipitações anuais em sistema de sequeiro. Pode oferecer uma gama de usos bastante extensa e rica, incluindo frutos, polpa, sucos, vitaminas, além de diversificadas combinações com outros alimentos (Cândido Filho et al., 2014).

Devido a sua adaptação as condições edafoclimáticas da região semiárida, a palma forrageira se destaca no cenário produtivo devido a seu metabolismo fotossintético CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), ocorrendo a abertura dos estômatos para fixação de CO₂ apenas a noite, perdendo menos água para o meio através da transpiração (Taiz et al., 2017).

Quando comparada a plantas de metabolismo C3 e C4 a palma forrageira é mais eficiente no uso da água (kg de MS/ kg de água). Sampaio (2005) afirma que plantas CAM quando comparado as plantas de metabolismo C3, pode chegar até 11 vezes mais em relação a eficiência de uso da água. Nesse cenário, a produção de palma forrageira é uma das estratégias de apoio à convivência da pecuária regional com a seca (Silva et al., 2012).

Os critérios vantajosos observados pela palma forrageira em regiões semiáridas, tem contribuído para uma fonte alimentar importante aos animais, sendo fornecida *in natura*, como silagem na forma de ração completa ou até mesmo em forma de farelo. Rocha et al. (2012) afirmam que o cultivo tem contribuído para a manutenção da biodiversidade da Caatinga (devido a mais essa alternativa de oferta alimentar), aumento significativo da lucratividade pecuária das famílias, entre outros aspectos. Dessa maneira, apresenta grande importância econômica e social em no semiárido brasileiro.

Quanto a produção de palma forrageira, a Paraíba se destaca no cenário produtivo, sendo o segundo maior estado produtor do Brasil seguida por Pernambuco, Sergipe e Alagoas, com uma produção de 742.981.605 toneladas, correspondendo a 20,7% do total do país, perdendo apenas para o estado da Bahia, e constituindo o terceiro maior estado com estabelecimentos produtores dessa forragem com 13.750 propriedades, correspondendo a 10,8% do país (IBGE, 2017). Diante desse contexto, a palma forrageira apresenta-se bastante difundida na região semiárida do país, o que lhe confere uma grande importância para pequenos e grandes produtores.

Dubeux Júnior et al. (2017), afirmam que no momento de estabelecimento do palmal, deve-se levar em consideração aspectos importantes para um bom desenvolvimento dessa forragem, incluindo a densidade, cultivares, época do ano, controle de praga e doenças, plantas

invasoras, entre outros. Isso, consequentemente irá ditar a produtividade futura, além de corrigir alguns problemas preventivamente ao longo da produção.

A adoção de estratégias para criação e produção animal em regiões com escassez de chuvas num determinado período do ano, leva a palma forrageira a ter uma importância significativa nesse cenário. Apresenta um papel de suplementar a dieta em épocas de estiagem prolongada, que tem uma redução elevada de qualidade e acúmulo de forragem na seca (Lira et al., 2017).

1.2 Considerações botânicas e aspectos morfofisiológicos

A palma forrageira pertence à Divisão: Embryophyta, Sub-divisão: Angiospermea, Classe: Dicotyledoneae, Sub-classe: Archiclamideae, Ordem: Opuntiales e família Cactácea. Está catalogada mais de 178 gêneros com aproximadamente 2.000 espécies. Porém, apenas os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, encontram-se as espécies de palma utilizados como forragem (Scheinvar, 2012).

Essa forrageira tem seu desenvolvimento vegetal mesmo em condições adversas de precipitação, temperatura, umidade do ar, o que confere uma planta com características para tal evento. Larcher (2000), afirma que diferentemente de outras plantas xerófilas, as cactáceas apresentam seu sistema radicular superficial, que em condições normais, tem uma profundidade máxima de 30 cm, onde o sistema radicular explora totalmente a área superficial do solo, aumentando sua capacidade de absorção de água.

Devido a seu metabolismo fotossintético CAM, justificado pela abertura de suas células estomáticas para fixação de CO₂ no período noturno, ocorrendo uma redução hídrica para o meio, com pouca transpiração hídrica. A fixação absorvida de CO₂ é armazenada temporariamente na forma de malato na célula do vacúolo, onde o mesmo é usado na fotossíntese. Além dessa adaptação fotossintética, a palma apresenta alguns atributos morfológicos que confere sua eficiência para regiões semiáridas, como estruturas de tricomas e células estomáticas profundas com a presença de cutículas nas células epidérmicas (Santos et al., 2010).

O crescimento lento dos artículos da palma forrageira é devido à pouca e dificuldade de incidência fotossintética, causado pela posição dos cladódios em relação ao solo, proporcionando pouca área dos cladódios para realizações fotossintéticas (Farias al., 2005). Dessa maneira, a palma tem um índice de área do cladódio (IAC) muito baixo se comparado a outras plantas forrageiras. O que pode influenciar a dinâmica da frequência de colheita. Lira et al. (2006) afirmam que pelo fato do menor IAC, a prática de manejo pode minimizar esse efeito indesejado através do adensamento de cultivo da palma forrageira ou por intervalos maiores de corte, juntamente com a conservação de cladódios para a manutenção do estande.

1.3. Variedade: Palmeira PB01

A atuação de agentes causadores de doenças e pragas é um dos principais entraves da produção de palma. Fatores fitossanitários da palma forrageira pode ser considerado um aspecto limitante para a produção plena dessa cultura (Ferraz et al., 2017). Dessa maneira, fatores bióticos e abióticos podem afetar a produção do palmal com maior ou menor frequência e intensidade segundo Inglese et al. (2017).

Uma das causas negativas na produção da palma forrageira é sem dúvida a ocorrência da praga conhecida como cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*). O ataque dessa praga pode ocasionar a morte da planta e dizimação do palmal (Cavalcanti et al., 2001). Ferraz et al. (2016), relatam que o ataque severo da cochonilha do carmim dizimou a produção de forragem na cidade de Sertânia, Pernambuco, com um nível de infestação total da área. Com o aumento significativo do cultivo da palma forrageira em regiões semiáridas o controle dessa praga é um fator relevante para o sucesso da produção.

Uma das estratégias de combate a cochonilha é o uso de genótipos resistentes a seu ataque, onde irá diminuir custos com pesticidas para o controle. Devido a isso, a escolha da variedade adequada pode ser uma ferramenta eficaz no combate. Pensando nisso, a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (Emepa) selecionou a variedade, do gênero *Nopalea*, que apresenta resistência ao inseto-praga: Palmeira-PB1. Essa, também chamada de Mão de Onça, Sertânia, Baiana, já se encontra bem difundida.

De acordo com Silva (2017) a variedade Palmeira PB1 possui crescimento vertical, boa produtividade, é palatável aos animais, rica em carboidratos não fibrosos, pouca resistência à seca quando comparada à palma gigante e resistente à cochonilha do carmim. Porém, o genótipo é susceptível a cochonilha de escama, o que pode ser um ponto negativo em locais de ocorrência severa dessa praga.

1.4. Utilização da palma forrageira no Semiárido Brasileiro

A palma forrageira desempenha papel central no cenário socioeconômico na região Semiárida Brasileira (SAB), devido, além de ser uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas, gera renda e sustentabilidade financeira. O SAB apresenta temperaturas médias elevadas e precipitações médias anuais de 300-700 mm. Diante disso, a produção de palma forrageira é uma das estratégias de apoio à convivência da pecuária regional com a seca (Silva et al., 2012).

A irregularidade de chuvas se estende por longos períodos, ocasionando sazonalidade de produção forrageiras. Dessa forma, a produção em plena época de estiagem pode suprir a necessidade de alimentos para os animais nessa época, diminuindo perdas econômicas na produção. Devido à grande rusticidade encontrada no semiárido para a produção de forragem, a

palma tornou-se um relevante recurso para a alimentação animal, com alta capacidade de oferta de forragem, se comparada a maioria da vegetação disponível nessa região (Oliveira et al., 2010).

Devido à alta umidade encontrado nos artigos da palma forrageira, aproximadamente 90%, supre parcialmente ou total a necessidade hídrica dos rebanhos, fornecendo não só o volumoso fresco mais também água. O consumo de água por ovinos foi nulo quando o nível de palma forrageira da dieta ultrapassou 300g de MS por dia (Ben Salem et al., 2002).

Cordova Torres et al. (2017), concluíram que além dessa forrageira ser um volumoso com grande utilidade na suplementação alimentar dos ruminantes pode ser uma fonte única de água na alimentação desses animais no período seco no Semiárido nordestino.

Estudos comprovam que o cultivo da palma forrageira em sistema de sequeiro tem alcançados elevadas produtividades de fitomassa na região semiárida, com altos valores nutricionais e menor consumo de água pelos animais, se comparada as forrageiras nativas dessa região, sendo seu desenvolvimento menos influenciado pela variabilidade pluviométrica (Menezes et al., 2005).

1.5. Valor nutricional

A palma forrageira tem grande vantagem na substituição de alguns alimentos principalmente os energéticos na dieta, diminuindo custos ao produtor com essa fonte, podendo aumentar a competitividade no mercado financeiro com a venda de carne e leite. Em contrapartida a palma tem valores baixos de alguns nutrientes essenciais para a alimentação, o que o produtor deve ficar atento, pois pode acarretar sérios problemas utilizando apenas a palma como a única fonte de volumoso (Neves et al., 2010).

Apresentando baixos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), a palma deve ser fornecida associada com outros alimentos para suprir a necessidade nutricional dos animais, sendo valores abaixo para os níveis recomendados para ruminantes. Em geral, os valores de MS variam de 92,5 a 116,9 g·kg⁻¹, matéria mineral (MM) apresentam valores em torno de 96,7 a 126,2 g·kg⁻¹, extrato etéreo (EE) varia de 17,2 a 22,0 g·kg⁻¹, carboidratos totais (CHT) 772,9 a 837,8 g·kg⁻¹, PB varia de 40,1 a 103,9 g·kg⁻¹, FDN de 196,5 a 373,2 g·kg⁻¹, FDA de 110,9 a 201,6 g·kg⁻¹ e carboidratos não fibrosos (CNF) de 423,6 a 557,0 g·kg⁻¹ (Moura et al., 2012).

A palma auxilia e melhorar o valor nutritivo de dietas de baixa qualidade, isso é possível a seu alto valor de carboidratos não fibrosos, aumentando ganhos significativos em ruminantes nas pastagens de baixa qualidade, desde que em pequena quantidade e uma fonte de proteína incluída na dieta (Dubeux Júnior et al., 2017).

Quanto ao gênero *Nopalea*, tem uma maior exigência aos tratos culturais e demais condições ambientais, porém, apresenta maior teor de matéria seca, carboidratos solúveis e digestibilidade, quando comparada as plantas do gênero *Opuntia* (Santos et al., 2006a).

Avaliando a composição bromatológica, Silva et al. (2015) encontram teores de matéria seca de 9% e 10,33% para os gêneros *Opuntia* sp. e *Nopalea* sp. respectivamente, sendo conduzidas com as mesmas condições de campo.

Silva et al. (2015) afirmam que a palma é colhida a cada dois anos de forma tradicional, pela maioria dos produtores pecuaristas, sendo uma planta semiperene de ciclo bienal em sistema de sequeiro, podendo sofrer modificações no crescimento e desenvolvimento ao longo do ciclo, devido as condições edafoclimáticas. Portanto, o valor nutritivo é influenciado pelo gênero, idade da planta, variedade, manejo de adubação, frequência de corte, capinas, sequeiro ou irrigado, época do ano, densidade de plantio, entre outros (Dubeux Júnior; Santos, 2010).

1.6 Uso na alimentação animal

Nas regiões semiáridas a produção animal sofre com a escassez de alimentos devido sobretudo pela baixa qualidade e quantidade de alimentos disponível principalmente em época de seca do ano. Dessa forma, os animais na sua grande maioria são criados em regime extensivo, sendo supridos pela vegetação nativa, ocasionando baixos índices zootécnicos e deixando de expressar seu potencial genético, em virtude da má alimentação. Diante disso, a palma forrageira desempenha um papel importante na suplementação alimentar (Lira et al., 2017).

Santos et al. (2013) ressaltam que independente da época do ano a palma forrageira contribui para o desempenho e produção de bovinos, caprinos e ovinos na bacia leiteira do Nordeste. Além de proporcionar ganhos econômicos com inserção dessa forragem na dieta pode anular o consumo de água pelos animais. Além de contribuir para o consumo de MS, corroborando com experimento realizado Bispo et al. (2007), que avaliaram a substituição parcial de feno de capim elefante, os autores relataram houve um aumento de consumo de maneira linear de (CMS), o que foi obtido devido a digestibilidade alta da MS e MO e palatabilidade da palma.

Lima et al. (2002), em estudo com vacas mestiças incluindo 50% de palma, concluíram que além da produção leiteira (15 kg de leite/dia) a inclusão da palma na dieta proporcionou consumo de água menor, o que é favorável para regiões de escassez hídrica. Corroborando com estudo realizado por Cordova Torres et al. (2017), que avaliando o desempenho dos animais com a inserção da palma de 30 e 50% obtiveram ganhos diários de 174 e 155 g respectivamente, comparado ao tratamento controle, e chegaram a conclusão que a restrição de água não interferiu no ganho de peso e que a palma pode ser ofertada exclusivamente como fonte de água.

Marques et al. (2017), ressaltam que a palma pode ser fornecida aos bovinos, desde que de maneira adequada e em forma de ração balanceada, evitando assim desordens metabólicas. E

pode ser incluída de diversas maneiras na dieta animal, em forma de farelo, picada ou servida no cocho. Levando em consideração o baixo nível de MS, e corrigindo o teor de fibra e CNF e correções dos níveis de PB para a ração completa com inclusão da palma na dieta. Para Santos et al. (2006b), a palma possui alta digestibilidade, até superior a silagem do milho e valor energético, no entanto, não devendo ser fornecido sozinha, e conclui que não deve exceder uma inclusão de 40 a 50% da MS em dietas para bovinos.

Para vacas em lactação Andrade et al. (2002), recomendam para a formulação de ração completa um percentual mínima de 40% de CNF e 25 de FDN (com 17% proveniente do volumoso), com intuito de melhorar a digestibilidade e consumo de MS, dessa forma, confirma-se a importância de determinar a composição química da palma forrageira para formular a ração aos animais. .

Ferreira et al. (2009) avaliando o desempenho de novilhas da raça Holandês, observaram que a inclusão de palma de 64 a 70% resultou em ganho médio de peso na ordem de 0,43 a 1,20 kg/dia, caracterizando um desempenho satisfatório com o uso desse volumoso. Ainda os autores concluíram que a palma pode ser uma alternativa eficiente para alimentação de bovinos, ocasionando menor dependência com insumos pecuários, e a utilização da palma tem despertado interesse dos produtores devido a inclusão ser adaptada a diferentes categorias de bovinos.

Para uso na alimentação de monogástricos, Silva et al. (2016) avaliando a inclusão de farelo de palma forrageira na dieta de suínos, concluíram que a inclusão de 5% pode ser utilizado em condições de não suplementação, porém, é preciso atenção para o uso da palma em dietas de monogástrico por possuírem baixos níveis proteicos e a concentração de fibra encontrado na planta.

1.7. Frequência de colheita

O uso do pastejo direto na palma forrageira não é ideal, devido ao pisoteio e quebra dos cladódios pelos animais. Dessa maneira, a colheita é o modo mais viável para o produtor. Diante desse contexto, deve-se levar em consideração a frequência dessa colheita, pois colheitas tardias ou precoces da palma podem acarretar perdas significativas e levar os custos de mão de obra, já que não se utilizam colheitas mecânica, e, assim, os custos do corte são mais elevados (Farias et al., 2000).

A escolha da colheita de palma forrageira segue em função da necessidade em grande parte dos produtores ou a cada dois anos. Porém, intervalos maiores podem diminuir a eficiência do solo em produzir menos em maiores períodos de tempo, o que sugere frequências de cortes menores para um bom aproveitamento da área utilizada para o cultivo. Dessa forma, será possível manter a produção e aumentar a produtividade ao longo tempo (Farias et al., 2005).

As condições ideais de fertilidade do solo, precipitação favorável, tratos culturais, e maiores densidades de cultivo favorecem colheitas com menores frequências. Porém, essas condições ideais não são encontradas em regiões semiáridas, o que sugere adequar o manejo a diferentes condições. Dessa forma, algumas medidas morfológicas da planta podem dar subsídio para a tomada de decisão correta no momento da colheita, dentre eles o índice de área do cladódio (IAC, $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$), que é a área do cladódio ocupada num metro quadrado de solo, levando em consideração os dois lados dos artículos (Souza, 2015).

O mesmo autor afirma que o IAC quando são realizadas colheitas bienais é maior que colheitas anuais (4,4 e 2,2 $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$, respectivamente). Isso é possível provavelmente devido ao estresse, reserva e energia que a palma precisa ter para posteriores brotações na colheita anual, o que leva mais tempo até a planta se estabelecer novamente, e pouca área fotossintética com os cladódios remanescente, diferentemente da bienal que continua crescendo e acumulando reservas, dessa maneira aumentando sua longevidade. Nobel et al. (1995), recomendam, para um aumento da produtividade da palma, um IAC de 4 e 5 $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$.

Ramos (2012) trabalhando com a cultivar Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill) na Mesorregião do Agreste paraibano na cidade de Soledade-PB e avaliando o crescimento vegetativo e produtividade da palma em função da adubação orgânica e manejo de colheita de palma, verificou que o uso de 10 t/ha de esterco caprino proporcionou ganhos significativos através da colheita anual no primeiro ciclo vegetativo da palma, e afirma que o corte anual pode ser utilizado como prática de manejo da palma forrageira. Porém, ainda não há estudos na literatura que comparem e comprovem a eficiência da frequência de colheitas para a var. Palmepa PB01 (*Nopalea cochinilifera* Salm Dyck).

De maneira geral, a palma forrageira quando manejada corretamente pode alcançar produtividades satisfatória ao produtor, levando em consideração o bom manejo, e respeitar a frequência de corte ideal, em função da área disponível dos cladódios para realização da fotossíntese para a manutenção e acúmulo de reservas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE DKB, FERREIRA MA, VÉRAS ASC, WANDERLEY WL, SILVA LE, CARVALHO FFR. Apparent digestibility and absorption of Holstein cows fed diets with forage cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) in replacement of sorghum silage (*Sorghum bicolor* L.). **Moench Rev Bras Zootec**; **31**(5): 2088-2097, 2002
- 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.
- BEN SALEM, H.A., NEFZAOU, B.S.L. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) based diets with urea treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L). Effects on intake, digestion and sheep growth. **Journal of Agricultural Science** 138, 85–92, 2002.
- 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 FILHO, A.; PEREIRA, F.; LIMA, A. Base alimentar humana com o uso da palma forrageira. **VI Simpósio de Reforma Agrária e Questões Rurais**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2014.
- CAVALCANTI, V. A. L. B.; SENA, R.C.; COUTINHO, J. L. B.; ARRUDA, G. P.; RODRIGUES, F. B. Controle das cochonilhas da palma forrageira. **Boletim IPA Responde**, n. 39, p. 1-2, 2001.
- CORDOVA TORRES, A.V.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; ARAÚJO FILHO, J. T.; RAMOS, A. O.; ALVES, N. L. Performance of sheep fed forage cactus with total water restriction. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, no.2, p.369-377, 2017.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (Org.). A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora **Universitária da UFPE**, Recife, p. 105-128, 2010.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SALEM, H.B.; NEFZAOU, A. Forage Production and supply for animal nutrition. In: Food and agriculture organization of the United Nations. Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. International **Center for Agricultural Research in the Dry Areas Rome**, p.73-90, 2017.
- FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 341-347, 2000.
- FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo de palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (eds). A Palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2º ed. Recife: **Ed Universitária da UFPE**. p.81- 103, 2005.

- FERRAZ, A. P. F.; ARRUDA, D. M. P.; MELLO, A. C. L. M. Pragas e doenças. In: LIRA, M. A. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo e usos**. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades, 7. CREA-PE, p.39-47, 2017.
- FERRAZ, A. P. F.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, P. S. F.; SANTOS, D. C. Cochineal insects in cactus pear genotypes (*Opuntia* and *Nopalea*): effect on forage production. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Grassland and Forage abstracts, v.24, n.5, p.192-193, 2016.
- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Strategies for the supplementation of dairy cows in the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuário 2017.
- INGLESE, P.; LIGUORI, G.; BARRERA, E. Ecophysiology and reproductive biology of cultivated cacti. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: CAM crops for a hotter and drier world. FAO, **International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome**, p.29-41, 2017.
- LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos,SP. **RIMA**, 530 p., 2000.
- LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A.; ARAÚJO, P. R. B.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; MAOM, C.; MELO, A. A. S.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. Replacement of the Corn by Forage Cactus: Ingestive Behavior of Crossbreed Lactating Cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 25(2), p. 347-353, 2002.
- LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; CUNHA, M. V.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.; LIRA JUNIOR, M. A.; APOLINÁRIO, V.X.O. Produção animal em pastagens tropicais da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v. 25, p. 1-2, 2017.
- LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I. SANTOS, D. C. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. Anais. **Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 2, p.107-120, 2006.
- MARQUES, O. F. C; GOMES, L. S. P; MOURTHÉ, M. H. F; BRAZ, T. G. S; NETO, O. S. P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. Cad. **Ciênc. Agra.**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.
- MENEZES, R.S.C., SAMPAIO, E.V.S.B., SALCEDO, I.H., SOUZA, F. J. Produtividade da palma em propriedades rurais. Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B., A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. **Editora Universitária da UFPE**, Recife, p. 129 – 142, 2005.
- MOURA, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. L. B.; SANTOS, M. V. F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, p.827-831, 2012.
- NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. T. F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro. **Embrapa Gado de Leite**, p. 7, 2010.

- NOBEL, P. S.; BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. **FAO**, p.36-48, 1995.
- OLIVEIRA, F.T.; SOUTO, J.S.; SILVA, R.P.; ANDRADE FILHO, F.C.; PEREIRA JÚNIOR, E.B. Palma forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.27-37, 2010.
- RAMOS, J.P.F. Crescimento vegetativo e produtividade da palma forrageira em função do manejo de colheita e da adubação orgânica. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). **Universidade Federal da Paraíba**. 44 p. 2012.
- ROCHA, 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, p.827-831, 2012.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. In; MENEZES, R.S.C.et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora **Universitária da UFPE**, p. 43-55, 2005.
- SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F.M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopaleia*) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife: **IPA**, 48p. 2006a.
- SANTOS, D.C. dos.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; DIAS, F.M.; PEREIRA, V.L.A. Níveis de nitrogênio e fósforo em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) clone IPA-20 sob dois espaçamentos. In: **IV Congresso Nordestino de Produção Animal. Petrolina-PE**, p. 381-383. 2006b.
- SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. Estratégias para Uso de Cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. **Revista Científica Produção Animal.**, v.15, n.2, p.111-121, 2013.
- SANTOS, M V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J.C.B. Palma forrageira In: **Plantas forrageiras**.ed.Viçosa: Editora UFV, v.único, p. 459-493. 2010.
- SCHEINVAR, L. Usos e importância das Cactáceas. In: **workshop sobre a palma forrageira: usos e perspectivas para o semiárido**. Feira de Santana. Anais... Feira de Santana. 151p., 2012.
- 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, E. G.B; MARINHO, A. L; MOREIRA, J.A; NOVAES, L.P; SILVA, A.D.L; MOTA, L.C. Farelo de palma gigante (*opuntia ficus-indica*) na alimentação de suínos em crescimento. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.4, p.314-321, 2016.
- SILVA, J. A. BONOMO, P., DONATO, S.L.R., PIRES, A.J.V., ROSA, A.C.C., DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, supl., p. 866-875, 2012.

- SILVA, P. F. da. Crescimento e produtividade de palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. 79 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – **Universidade Federal de Campina Grande**, Campina Grande, 2017.
- SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). Tese (Doutorado em Zootecnia) - **Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 120 p., 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. **Porto Alegre: Artmed**, 858 p, 2017.
- 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.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE *NOPALEA COCHENELLIFERA* EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE COLHEITA

1. INTRODUÇÃO

A determinação do manejo no cultivo de palma é uma estratégia de suma importância para o sucesso da produção e manutenção do palmal. Uma vez que a palma forrageira é um volumoso muito importante para reserva de forragem em regiões com baixas condições pluviais. Diante disso, a frequência de colheita pode variar em função da necessidade do produtor, sendo uma variável ainda incipiente em relação a colheitas com menores frequência de corte, podendo servir como critério ao produtor para a tomada de decisão no momento de colher.

O pastejo direto da palma não é recomendado, devido sobretudo ao pisoteio e quebra dos cladódios causada pelos animais (Santos et al., 2010). Dessa forma, é preferível a realização da colheita, o que de maneira geral pode acarretar custos na produção. Para minimizar os custos e aumentar o rendimento de produção a escolha do momento de colheita é um fator determinante para o sucesso do cultivo e a dieta a base de palma forrageira com custos relativamente mais baixo se comparado a outras forragens pode ocasionar maiores lucros.

Almeida (2011), observou que no Semiárido Brasileiro a maioria dos estabelecimentos rurais colhem seu palmal de um a três anos após o cultivo, ou quando há necessidade em períodos secos do ano e da escassez de forragem. No entanto, a colheita precoce ou tardia pode ocorrer perdas no que se refere a utilização da área de plantio. Já para Santos et al. (2010), a palma é colhida a cada dois anos de plantio, e que a densidade de corte preservando cladódios primário proporciona uma maior longevidade da palma além de promover uma rebrota vigorosa, sendo o teor de matéria seca (MS) dependente do manejo, período do ano, adubação, densidade de plantio e frequência de colheita.

Há poucos estudos na literatura que relacionam aspectos morfológicos em função da frequência de colheita da palma, o que pode interferir para o bom rendimento da cultura em regiões de baixa precipitação em sistema de sequeiro. Dessa forma, Sales et al. (2006) afirmam que o conhecimento morfológico é fundamental para propor frequência de corte ideal para ganhos significativos, e que as respostas a essas condições podem variar em função do genótipo e condições ambientais. Ainda a mesma autora ressalta que a prática de manejo correto pode proporcionar estimativa de qualidade da palma através de informações biométricas.

Almeida (2011) afirma que a colheita da palma forrageira é realizada numa frequência de um a três anos no semiárido do estado da Bahia ou quando há necessidade. Ainda Rangel et al. (2009), verificaram que no Cariri paraibano 73% dos produtores colhem o palmal de dois a três anos de intervalo e 16,7% colhem com um ano. No entanto, avaliações agronômicas associada a menores intervalos de corte ainda não foram estudados em condições de sequeiro utilizando a

variedade Palmepa PB01, apesar da mesma ser muito difundida no semiárido e tolerante à cochonilha do carmim, assim, surge a importância de verificar e comparar as sucessivas colheitas de menores intervalos com períodos de cortes convencionais, e determinar o padrão do manejo da colheita desse genótipo.

Diante desse contexto, objetivou-se com esse estudo avaliar o rendimento produtivo e a composição bromatológica da palma forrageira var. Palmepa PB01 submetida a três frequências de colheita e associa-las com as características morfológicas da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado, em condições de campo, na estação experimental Benjamin Maranhão em Tacima-PB (Figura 1), pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) localizada na Mesorregião do Agreste paraibano. O clima é tropical semiárido, com chuvas de verão. A pluviometria média anual é de 626 mm, temperatura média anual de 24,8 °C, com clima BSh segundo a classificação de Koppen, altitude de 188m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas são 6° 29' 16" S, 35° 38' 13" W, onde foi conduzido sob condições de sequeiro.

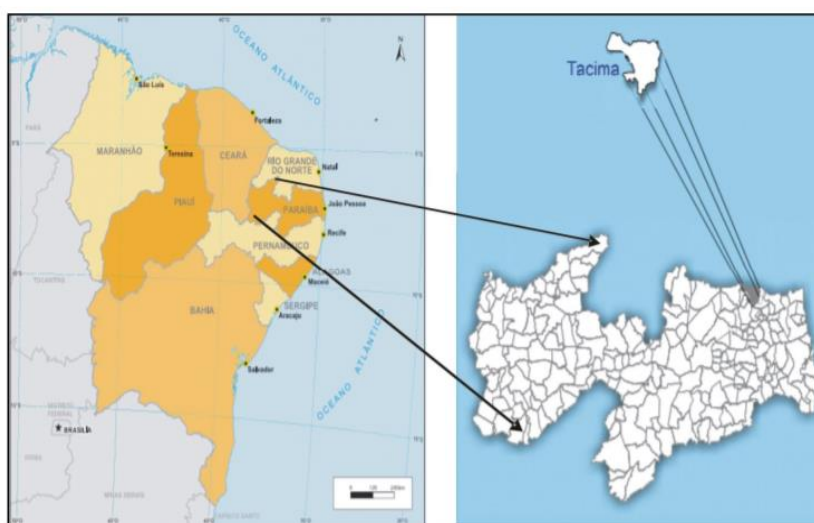


Figura 1. Mapa da localização da cidade de Tacima-PB. Fonte: IBGE, (2008). Adaptado pela CPRM (2005).

O experimento obedeceu a um delineamento em blocos ao acaso (DBC), com três repetições, composto por três tratamentos: frequências de colheitas semestral (somatório de quatro colheitas semestrais), anual (somatório de duas colheitas anuais) e bienal (uma colheita bienal) após o corte de uniformidade, que foi realizado em janeiro de 2017, no segundo ciclo produtivo do palmal. A variedade Palmepa PB01 (*Nopalea cochinilifera* Salm Dyck) foi cultivada em fileiras simples. As plantas foram espaçadas por 1,0 m x 0,50 m para o cultivo, e

parcelas de 28 m² cada, sendo 20 m² a área útil da parcela e 8 m² de bordadura (Figura 2), com uma densidade de plantio de 20.000 plantas ha⁻¹.

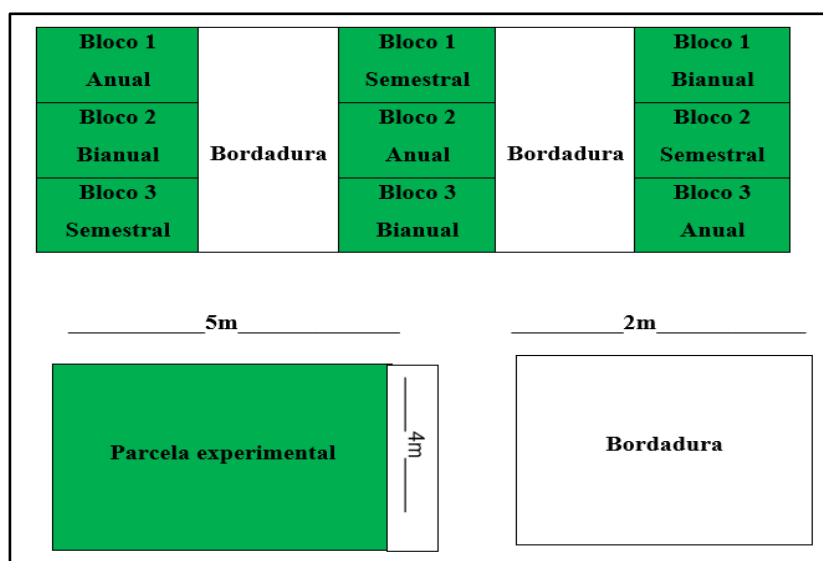


Figura 2. Distribuição dos tratamentos, dimensões das parcelas e croqui da área experimental. Tacima-PB, Brasil. Estação experimental Benjamim Maranhão (2017-2018).

Foi coletada amostra do solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm de profundidade para avaliação das características químicas no início do experimento (Tabela 1). Foram realizadas duas adubações química de acordo com a densidade de plantio e ciclo da palma através do manual de recomendação para palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp., descrita na Tabela 2) proposta para o estado de Pernambuco definida por Santos et al. (2008) e em seguida realizada a adubação mineral de NPK com 100, 60 e 100 kg.ha⁻¹ e usado como fonte ureia, supersimples e cloreto de potássio respectivamente. O solo é classificado como Planossolo háplico eutrófico solódico (SXe) segundo a EMBRAPA (1999).

Para o estabelecimento da palma ocorreu o plantio de um cladódio por cova, em posição vertical, onde foi realizado no terço final do período seco, para evitar o apodrecimento das raquetes pelo contato do solo úmido, foram enterrados 2/3 da muda no solo. Quando necessário foram feitas capinas manuais para o controle de plantas de crescimento espontâneo.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, Tacima-PB, Brasil, 2017

pH	P	S- SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H+Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	MO	CTC
H ₂ O (1:2,5)	-----	mg/dm ³	-----	-----	-----	-----	-----	cmol _c	-----	g/Kg	-----
5,1	73,95	-	38,30	0,17	2,82	0,25	2,15	1,92	4,34	10,27	7,16

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; MO = matéria orgânica.

Tabela 2. Recomendação de adubação da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) para o estado de Pernambuco. Fonte: Santos et al. (2008)

Teor de nutriente no solo	Implantação						2º ciclo em diante		
	Plantio			Crescimento					
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	Kg ha ⁻¹								
Não considerado	-	-	-	40	100	200	40	100	200
mg dm ⁻³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅)								
<11	50	80	100	-	-	-	40	60	80
11-30	-	25	50	-	-	-	40	60	80
>30	-	-	-	-	-	-	40	60	80
cmol _c dm ⁻³ K	Potássio (K ₂ O)								
<0,12	60	100	130	-	-	-	60	100	130
0,12-0,38	30	50	65	-	-	-	60	100	130
>0,38	-	-	-	-	-	-	60	100	130

A= 5.000 ou 10.000; B= 20.000 e C= 40.000 plantas por hectare.

Foi adotado como padrão de fertilidade do solo da área experimental os dados de fertilidade do laboratório de solos da Embrapa para pH, e os níveis de P, K, Ca + Mg, Mg e Al (Tabela 3).

Tabela 3. Padrões de fertilidade adotado pelo laboratório de solos da Embrapa

pH em H ₂ O	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca	Neutro	Alcalinidade fraca
	Abaixo de 5,0	De 5,0 a 6,0	De 6,1 a 6,9	Igual a 7	De 7,1 a 7,4
		Baixo	Médio	Médio-alto	Alto
Fósforo (mg/dm ³)		0-6	7-13	14-20	>20
Potássio (cmol _c)		0,00-0,07	0,08-0,15	0,15-0,23	>0,31
Cálcio + magnésio (cmol _c)		0,0-2,0	2,0-4,0	—	>4,0
Magnésio (cmol _c)		0,0-0,4	0,5-1,0	—	>1,0
Alumínio (cmol _c)		0,0-0,3	0,4-1,0	—	>1,0

mg = miligrama; dm³ = decímetro cúbico; cmol_c = centímol de carga (unidade de capacidade de troca).

A cada seis meses foram realizadas as mensurações biométricas e capinas da área experimental. Para as variáveis biométricas foram escolhidas 4 plantas da área útil da parcela, tendo-se registrado os valores biométricos da planta e dos cladódios. Nas plantas, analisou-se a altura (AP), a largura (LP), relação da altura e largura (AL/LP), número total de cladódios da planta (NCP) e por ordem de inserção na planta de cladódios primários, secundários e terciários (NC1, NC2 e NC3). A altura foi mensurada desde a superfície do solo até o cladódio mais alto, enquanto a largura foi obtida ao se utilizar as suas duas maiores dimensões como referência, sendo que ambas as variáveis foram medidas com auxílio de fita métrica. Em seguida, as plantas foram cortadas, conservando-se o cladódio primário e identificadas de acordo com a numeração da planta. Posteriormente foram pesadas individualmente em campo, para evitar perda de água, para determinação da massa da planta em base fresca. Para as variáveis biométricas de largura, altura, relação altura e largura de planta e índice de área de cladódio utilizaram-se as médias de quatro colheitas semestrais, duas anuais e uma bienal, e para número de cladódio total, primário,

secundário e terciário utilizou-se o somatório de quatro colheitas semestrais, duas anuais e uma bienal.

Durante o período experimental foram monitoradas as variáveis meteorológicas de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) por meio de uma estação convencional pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (Emepa), localizada a poucos metros da área de cultivo; e a média histórica da precipitação ocorrida nos últimos 20 anos (Figura 3).

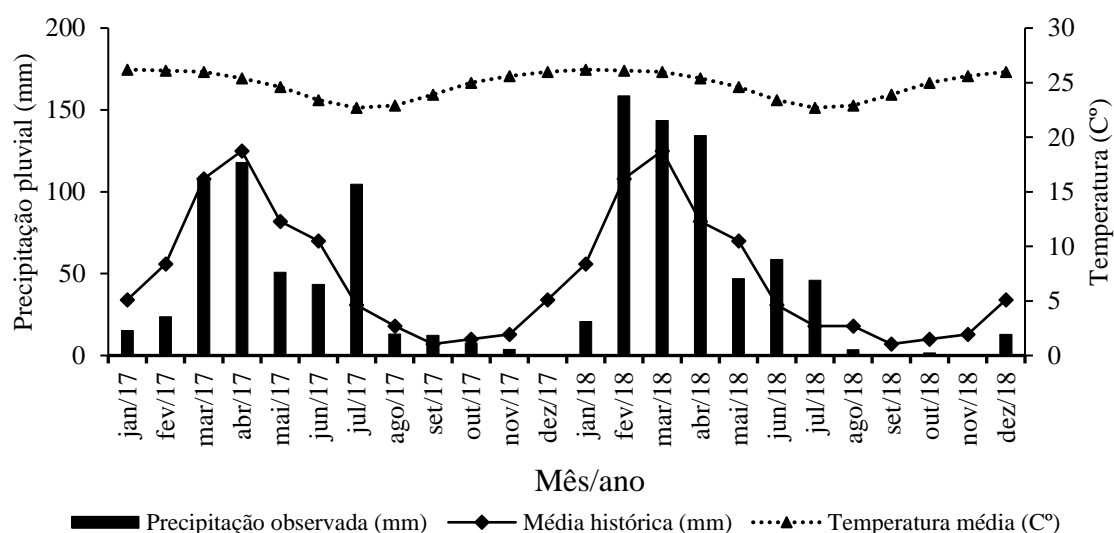


Figura 3. Precipitação pluviométrica mensal observadas na estação experimental Benjamim Maranhão (Fonte Emepa), normal climatológica e temperatura média mensal, Tacima-PB (Fonte: Climatempo).

Antes da tomada das medidas biométricas foi escolhida uma ramificação na planta, e a partir dela registrara-se a largura (LC), comprimento (CC), perímetro (PC) e espessura (EC) dos cladódios (a espessura foi medida com auxílio de paquímetro, na região mediana do cladódio) sendo conforme a ordem de surgimento dos mesmos na referida ramificação. A área dos cladódios (AC) foi estimada de acordo com as equações propostas por Miranda et al. (2011), que calibraram modelos lineares ($AC = a \times b$) para o genótipo avaliado nesse estudo. Esses autores encontraram os respectivos valores para os coeficientes “a” e “b” de 0,6972 e 19,3890, sendo que “x” corresponde a variável independente, obtida pelo produto entre o comprimento e a largura dos cladódios ($CC \times LC$). A partir da área do cladódio e do espaçamento das plantas, entre as fileiras e plantas, estima-se o índice de área do cladódio (IAC, $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$): em que, 10.000 é o fator de conversão de cm^2 para m^2 ; e $E1 \times E2$ é o espaçamento entre fileira e plantas, conforme descrito da equação proposta por Pinheiro et al. (2014) (Figura 4).

$$\text{IAC} = \left(\sum_{i=1}^n \text{AC} \right) / 10000 / (\text{E1} \times \text{E2})$$

Figura 4: Equação para determinar o índice de área do cladódio proposta por Pinheiro et al. (2014).

Para determinação da produção em massa verde (PMV) foram realizados os cortes das plantas por ocasião de cada colheita (semestral, anual e bianual após o corte de uniformidade), preservando-se um cladódio primário em cada planta, com o objetivo de manutenção do estande. Os cladódios seccionados foram pesados, obtendo-se a massa de forragem (MF). Foi considerado o peso médio das plantas da parcela. Multiplicou-se esse peso pelo número de plantas do estande, em um hectare, obtendo-se a produtividade em matéria verde por hectare (PMV).

Foram determinadas as taxas de acúmulo de forragem (TAF, g MV dia⁻¹ planta⁻¹) através da divisão da massa de forragem pelo o intervalo de dias de cada frequência (180, 360 e 720 para as frequências semestrais, anuais e bienais respectivamente) vezes 1000 (para converter kg para g). Através da TAF pode-se determinar a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS, g MS dia⁻¹ planta⁻¹) através do produto entre TAF e o teor de MS.

A determinação o teor de matéria seca (MS) se deu por meio da pré-secagem em estufa a 65°C até peso constante (amostra seca ao ar), em seguida moída em peneira de 2 mm e secada em estufa a 105°C por 16 horas (amostra seca em estufa). A produtividade de matéria seca (PMS) foi determinada multiplicando-se a PMV pelos teores de MS.

No final do experimento foram mensurados a densidade final de plantas por hectare (DFPH) com base no espaçamento de cultivo utilizado (1,0 x 0,5 m) e número de plantas, e depois calculada a mortalidade de plantas (%), pela relação de [(DFPH-DIPH)/DIPH] x 100, os resultados são negativos devido à redução da população em relação ao início do estande. Após foi mensurado a eficiência de uso da chuva (EUC, kg de MS/ha/mm) em função da frequência de colheita. A eficiência de uso da chuva foi determinada pela relação entre a produtividade de matéria seca e a precipitação do período de crescimento. Em seguida, a produção de água em tonelada por hectare (PH₂O ha⁻¹), com base no teor de MS e produtividade de matéria verde por hectare em função de cada tratamento.

Analizou-se as correlações de Pearson entre as variáveis morfológicas e produtivas, onde foram utilizados como critério dos caracteres agrônômicos as variáveis mais relevantes desse estudo que foram altura e largura de planta, índice de área de cladódio, número de cladódio total, produtividade de matéria seca e massa de forragem.

Foram realizadas análises químico-bromatológicas da palma forrageira. As amostras foram moídas em peneira com crivos de 1 mm, das quais foram retiradas amostras representativas

para a realização de análises de MS, MM, MO, PB, EE, FDN, segundo Van Soest et al. (1991). Os teores de CNF e CHT foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) e Mertens (1997), respectivamente, em que $CHT = 100 - (PB + EE + MM)$ e $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + MM)$.

As amostras dos materiais de palma *in natura* foram submetidas a análises químico-bromatológicas no laboratório de análise de alimentos e nutrição animal (LAANA) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB).

Os dados dos ensaios foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011) a 5% de significância. Quando detectadas diferenças foram comparadas pelo teste Tukey, no mesmo nível de significância. Para avaliar as correlações de Pearson entre as características morfológicas e produtivas utilizou-se o programa SAEG (versão 9.1-2006). Logo o modelo matemático está escrito a seguir:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Onde:

y_{ij} = variável dependente, valor observado no tratamento i e se encontra no bloco j ;

μ = média geral;

t_i = efeito do tratamento i aplicado na parcela, com i = semestral, anual e bienal;

b_j = efeito do bloco j em que se encontra a parcela, com $j = 1, 2$ e 3 ;

e_{ij} = erro experimental aleatório independente, associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise química do solo da área experimental (Tabela 1) e comparado pelos padrão de fertilidade do solo adotado pela Embrapa (Tabela 3), o solo encontra-se com acidez média (pH em água de 5,1), teor de P alto ($>20 \text{ mg/dm}^3$), K médio ($0,09 \text{ cmolc}$), Ca + Mg alto ($>4,0 \text{ cmolc}$), Mg alto ($>1,0 \text{ cmolc}$) e Al baixo ($0,25 \text{ cmolc}$).

A precipitação pluvial acumulada aos dois anos no período experimental foi de 1.128,8 mm, apenas 31,2 mm abaixo da média bienal da normal climatológica da região (Figura 3). Sendo as maiores concentrações ocorridas em apenas 5 meses (março a julho de 2017 e fevereiro a julho de 2018) tendo ocorrido variação entre os meses, caracterizando uma distribuição desuniforme de precipitação com uma elevada variabilidade mensal afetando a disponibilidade de água para a palma forrageira.

Porém, a palma apresenta, por conta do mecanismo fotossintético (MAC – mecanismo ácido das crassuláceas), elevada eficiência no uso da água, em relação aos demais mecanismos

fotossintéticos, de plantas C3 e C4 (Snyman, 2006; 2013). Não obstante o rendimento dessa cultura está climaticamente relacionado com a precipitação anual em torno de 400 a 800 mm (Viana, 1969).

Em zoneamento agroclimático realizado Bezerra et al. (2014) no estado da Paraíba para a palma forrageira, os estudos demonstraram que a mesorregião do agreste paraibano apresenta restrições quanto à precipitação e/ou à temperatura (região onde foi desenvolvido o estudo). Por outro lado, a restrição ao cultivo da palma forrageira relacionada à temperatura é mais estável durante o ano que as restrições relacionadas à precipitação, visto que as variações sazonais da temperatura nas regiões tropicais, a exemplo do estado da Paraíba, são muito pequenas em comparação com outras variáveis atmosféricas, tais como a precipitação (Cavalcanti et al., 2006) corroborando com dados observados na Figura 2. Segundo Moura et al. (2011) o zoneamento é de fundamental importância para o planejamento, a tomada de decisões e a identificação de áreas com potencial produtivo para ao cultivo de palma.

De acordo com Ayoade (2012), as variações sazonais da temperatura resultam sobretudo da variação sazonal da insolação que, por sua vez, é muito baixa nas regiões tropicais, durante o ano. No entanto, essas restrições não inviabilizam o cultivo da palma forrageira.

Com relação às medias morfológicas, houve efeito ($P < 0,05$) apenas para a número de cladódios de primeira ordem (NC1). As demais variáveis não diferiram ($P > 0,05$) entre si, demonstrando que não foram influenciadas pelo manejo de colheitas proposto nesse estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Características morfológicas da palma var. Palmepa PB01, submetidos a diferentes frequências de corte (quatro semestrais, duas anuais e uma bienal)

Variáveis	Frequência de colheita			Valor-P	EPM
	Semestral	Anual	Bienal		
AP _(cm)	60,69	69,23	76,60	0,2743	5,19
LP _(cm)	51,61	66,15	80,55	0,2096	10,72
AL/LP _(cm)	1,17	1,05	1,00	0,5105	0,09
NCT _(unid.)	46,66	30,33	21,65	0,0850	5,75
NC1 _(unid.)	23,33a	15,00b	8,66b	0,0043	1,37
NC2 _(unid.)	18,33	12,00	11,66	0,5588	4,50
NC3 _(unid.)	5,00	3,33	1,33	0,4395	1,82
IAC _(m² m²)	0,40	0,70	1,2	0,2495	0,4

AP- altura de planta; LP- largura de planta; AL/LP- relação altura e largura de planta; NCT- número de cladódio total; NC1, NC2 e NC3 número de cladódio primário, secundário e terciário; IAC- índice de área de cladódio; EPM- erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Em médias somadas das quatro colheitas semestrais, foram obtidos 23,33 cladódios primários, com 50% do número de cladódio total da planta. O que representou em relação aos dois cortes anuais e um bienal um incremento de 36 e 63% respectivamente.

A palma apresenta uma brotação rápida após a colheita, porém se houver déficit hídrico esses novos brotos cessam seu desenvolvimento, o que provavelmente ocorreu com os quatro cortes semestrais com sucessivas brotações de cladódios primários em função do maior número de colheitas em menor intervalo de tempo, não ocasionando significância nos cladódios secundários e terciários.

Este comportamento da palma forrageira pode estar relacionado com a morfologia e fisiologia das cactáceas as quais podem ser influenciadas pelas condições climáticas da região, e provavelmente teve influência na rebrota da palma forrageira, porque a mesma aumentou conforme maior número de cortes realizados sucessivos, refletindo num maior número de cladódio de primeira ordem nas colheitas semestrais.

Ramírez Tobias et al. (2010) afirmam que a palma tem um comportamento de desenvolvimento resumidamente em três fases: a primeira em torno de 40 dias, chamada de lag (fase de adaptação e divisão celular), a segunda em torno de 200 dias onde ocorre um crescimento exponencial influenciando a captação de CO₂ e o sistema radicular, e a terceira a estagnação. Corroborando aproximadamente com o período de intervalos de colheita das frequências semestrais (180 dias).

Apesar da não significância ($P>0,05$) da relação AP/LP as frequências semestrais apresentaram uma tendência maior para essa variável, o que sugere cultivos mais densos quando colhidas numa frequência menores, caracterizando um comportamento mais eretos permitindo uma maior densidade de plantas por hectare nessas condições com a var. Palmepa PB01, além disso, essa relação pode ser um indicativo importante para avaliar a interceptação luminosa pela palma.

Em relação as características morfológicas dos cladódios na ordem de inserção na planta, apenas a espessura de cladódio de primeira ordem (EC1) apresentou diferença significativa em função da frequência de colheitas. Colheitas semestrais e anuais apresentaram maiores espessuras em comparação a colheita bienal, com médias de 1,62 e 1,47 cm respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Características morfológicas de cladódios nas suas respectivas ordens de inserção na da palma forrageira var. Palmepa PB01 (primeira, segunda e terceira ordem), submetidas a diferentes frequências de colheitas. Estação experimental Benjamim Maranhão, Tacima-PB (2017-2018)

Variáveis e ordem de cladódio		Frequência de colheita			Valor-P	EPM
		Semestral	Anual	Bienal		
LC (cm)	1ª ordem	10,23	11,29	11,61	0,4829	0,77
	2ª ordem	8,87	9,45	9,33	0,9788	2,09
	3ª ordem	2,66	4,33	3,00	0,5505	1,05
CC (cm)	1ª ordem	24,08	28,51	30,44	0,4521	3,3
	2ª ordem	20,50	19,01	18,55	0,9503	4,5
	3ª ordem	6,27	9,88	6,16	0,4283	2,06
EC (cm)	1ª ordem	1,62a	1,47a	0,95b	0,0017	0,05
	2ª ordem	1,01	0,83	0,47	0,0583	0,1
	3ª ordem	0,37	0,43	0,14	0,0647	0,06
PC (cm)	1ª ordem	52,43	62,55	66,33	0,4412	7,14
	2ª ordem	44,86	45,25	46,33	0,9917	8,37
	3ª ordem	14,15	21,86	14,77	0,5333	4,98

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P>0,05$). LC- largura de cladódio; CC- comprimento de cladódio; EC- espessura de cladódio; PC- perímetro de cladódio; EPM- erro padrão da média.

Essa diferença de espessura, provavelmente foi possível devido a variações climáticas ocorridas no período experimental, onde o sistema radicular da palma é raso, no entanto, tem uma grande extensão lateral e absorve a umidade do solo na superfície do mesmo (Snyman, 2006). Diante disso, a palma responde rapidamente a eventos curtos de precipitação, o que provavelmente ocorreu com a espessura dos cladódios primários nas colheitas semestrais e anuais, podendo ser ligado a turgidez dos cladódios. A palma submetida a colheita bienal passou mais tempo no campo, o que proporcionou mais estresse hídrico, ocasionando até cladódio murchos, diminuindo a espessura causado pelo menor armazenamento de água.

Scalisi et al. (2016) relataram que a palma quando se encontra em condições de déficit hídrico tem uma maior influência na espessura de cladódios se comparado a outros eventos, como temperatura do ar já que a mesma tem uma variação menor em regiões semiáridas. Também Aguilar (1991), afirma que a palma constitui grandes reservatórios de água em suas células, apesar disso, quando se encontra em déficit hídrico por maiores períodos de tempo reflete na menor espessura de cladódios.

Araújo Filho (2000) em experimento realizado em casa de vegetação com genótipo Palmepa PB01 aos 6 meses de idade, encontrou um valor médio para espessura dos cladódios de 1,02 cm para cladódios primários, resultado inferior ao encontrado no presente estudo. E também, superiores aos obtidos por Leal et al. (2008) em São João do Cariri (PB), que no mesmo período de plantio, observou valor médio de 0,60 cm e por Nascimento (2008), o qual estudando

caracterização morfológica e estimativa da produção, sob diferentes arranjos populacionais no semiárido da Paraíba, aos 330 dias após o plantio, encontrou valor médio para espessura de 0,53 cm.

Segundo Silva (2009) as maiores medidas de espessura ocorrem para os cladódios primários, reduzindo-se com a emissão de novas ordens de cladódios, corroborando com dados observados nesse estudo. Provavelmente ocorreu pela idade dos mesmos, já que os cladódios primários são mais velhos e apresentam a função de sustentação dos demais cladódios, bem como o transporte de nutrientes e substâncias orgânicas necessárias para a subsistência da planta.

De maneira geral observa-se que a largura, comprimento, espessura e perímetro dos cladódios diminuíram com o avançar das ordens, esse resultado é de se esperar devido aos cladódios próximos do cladódio basal serem mais velhos enquanto cladódios terminais são mais novos e estão em desenvolvimento o que ocasiona valores menores dessas variáveis.

Para as variáveis eficiência de uso da chuva (EUC), acúmulo da produção de água (PH_2O ha^{-1}) e média da massa de forragem (MF, kg/planta), observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) em função da frequência de colheita da palma (Tabela 6).

Tabela 6. Características produtivas da água e massa de forragem (PH_2O e MF), eficiência de uso da chuva (EUC) e densidade final de plantas por hectare (DFPH), em função da frequência de colheita da palma var. *Palmepa PB1*

Frequência de colheita	EUC ($\text{kg de MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$)	PH_2O (ton ha^{-1})	MF (kg MV/planta)	DFPH (plantas ha^{-1})
Semestral	11,95b	45,4b	2,01b	16.222(-18,89%)
Anual	17,40a	118a	4,80a	17.777(-11,11%)
Bienal	16,57a	117a	4,90a	17.777(-11,11%)
Valor-P	0,0230	0,0209	0,0124	0,5488
EPM	1,98	12,1	0,41	1.073

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Verificou-se que a menor e maior EUC foi de 11,95 e 17,40 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para os cortes semestrais e anuais respectivamente, porém não houve diferença ($P > 0,05$) entre as frequências anual e bienal.

A menor EUC das colheitas semestrais foi possível devido à baixa precipitação ocorrida na segunda e quarta colheita semestral (aproximadamente 100 mm), limitando o desenvolvimento da palma e novas brotações nesse intervalo e que o menor volume de água proveniente da chuva juntamente com período mais curto de corte proporcionou uma menor EUC nessa frequência. Porém, para a eficiência anual e bienal a palma também passou por déficit hídrico, no entanto, cladódios remanescentes puderam continuar exercendo suas funções fotossintéticas, o que proporcionou aumento da produção de MS e acúmulo de reservas para suportar os meses de baixa precipitação em períodos maiores.

Na região semiárida o balanço hídrico na maioria das vezes é negativo, podendo chegar de 6 a 8 meses de seca (Souza, 2015) comprometendo a produção de biomassa da palma em sistema de sequeiro. E conforme observado, a colheita semestral pode submeter a planta a uma vulnerabilidade aos estresses hídricos que ocorrem ao longo dos anos.

Ferraz (2018) em pesquisa no agreste e no sertão pernambucano, avaliando genótipos em função da frequência de colheita, encontrou 20,09 e 15,30 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹ em duas colheitas bienais sucessivas respectivamente. Isso, sugere que quanto maior a frequência de colheita em conjunto com baixas precipitações ocorre um efeito negativo na EUC.

Na região semiárida é de suma importância o estudo da EUC, o que pode indicar a tolerância da palma a condições de baixa precipitação, irregularidade hídrica e distribuição desuniforme da chuva, o que pôde ser verificado nesse estudo. Dessa forma, a frequência de colheita e a EUC tem relação direta para a tomada de decisões no momento ideal da colheita, em sistemas de sequeiro no semiárido.

Para o acúmulo de água as frequências anuais e bienal, apresentaram resultados semelhantes (118 e 117 ton ha⁻¹ respectivamente), apresentando um aumento ($P < 0,05$) de 72,6 e 71,6 toneladas de água por hectare se comparada ao acúmulo de água das quatro colheitas semestrais.

O maior acúmulo de água ocorrido nas frequências anuais e bienais está associado a maior persistência da planta as condições de déficit hídrico prolongado, o que possivelmente aumentou as reservas orgânicas e acúmulo de biomassa mantendo os cladódios mais turgidos. Diferentemente do que ocorreu com o acúmulo de água nas colheitas semestrais, onde as sucessivas colheitas proporcionaram limitação para o acúmulo de reservas contribuindo para a menor produção de água em decorrência da menor área de cladódios remanescentes.

Dessa forma, a palma ofertada aos animais pode ser uma fonte de água viável, suprimindo as necessidades hídricas parcial ou completamente dos animais. A grande quantidade de água por hectare da palma serve como uma reserva hídrica com uma importância necessária para o suprimento dos animais, servindo como uma rica fonte de nutrientes, principalmente na região semiárida com baixas precipitações ocorrendo em 3 a 5 meses do ano, o que pode limitar a produção de forragem.

Em trabalho realizado por Bem Salem et al. (1996), observaram que o consumo de água por ovinos diminuiu de 2,4 L na dieta controle para 0,1 L quando ocorreu fornecimento da palma forrageira acima de 300 g de MS por dia aos animais. O que, prova a importância da palma para a região semiárida.

A var. *Palmepa* PB01 apesar ter tido maior número de cladódios nas colheitas semestrais, por outro lado apresentou em média os cladódios mais leves, o que pôde ser observado na MF da planta (kg MV/planta). As maiores MF obtidas com o avanço no intervalo de colheita eram

esperadas e são justificadas pelo aporte contínuo de água e de nutrientes às plantas ao longo de todo o ciclo de cultivo. As maiores EUC são decorrentes da maior MF nas colheitas anuais e bienais.

Quando as colheitas foram semestrais observou-se mortalidade de planta de 18,89%, com uma densidade final de plantas por hectare de 16.222 (DFPH), e mortalidade menores nas colheitas anuais e bienais (11,11%). O que pode ser uma das justificativas para a sua eficiência de uso da chuva, produtividade de água e massa da forragem não terem apresentado resultados mais expressivos, o que provavelmente limitou também a produtividade de MV final do palmal.

A precipitação ocorrida no segundo semestre de 2017 e 2018 na ocasião das colheitas semestrais, com médias de aproximadamente apenas 100 mm, pode ter contribuído para a maior mortalidade da palma nessa frequência de corte, com alguns períodos irregulares de chuva e precipitação abaixo do limite, o que provavelmente ocasionou menor acúmulo de reservas e área fotossintética para o desenvolvimento da planta, onde apesar de conservar os cladódios primários para a manutenção do estande, os cladódios remanescente não foram suficientes para a manutenção do palmal, diminuindo a área de captação luminosa, ocasionando a menor longevidade das plantas. Além das condições nutricionais do solo devido aos cortes sucessivos da palma com a extração de nutrientes pela planta, não havendo reposição de nutrientes no solo ao final de cada colheita semestral, já que as duas adubações minerais foram realizadas apenas uma vez por ano. No estado da Paraíba, Bezerra et al. (2014) relataram que o limite da aptidão plena da palma forrageira é de 368 mm de chuva, volumes inferiores podem diminuir a longevidade da planta.

Ao longo do período experimental a precipitação foi de 1128,4 mm, porém com longos períodos de estiagem e distribuição irregular ao longo dos meses avaliados, além da baixa precipitação. Das quatro colheitas semestrais, duas apresentaram precipitação em torno de 100 mm, dessa maneira, influenciando o acúmulo de biomassa e reservas de cladódio remanescentes, o que obteve menores valores para produtividade de água (45,4 ton ha⁻¹) e massa de forragem (2,01 kg/planta), diminuindo a longevidade da planta, aumentando a mortalidade que foi acima de 18% em relação ao estande inicial (20.000 plantas ha⁻¹).

Para o acúmulo de duas colheitas anuais a produtividade de matéria verde (PMV) da palma forrageira colhidas apresentaram foram superiores ($P < 0,05$) ao acúmulo das quatro colheitas semestrais e uma bienal, com um aumento de 26,2 e 50,3% respectivamente (Figura 5). O que pode ter promovido esses resultados provavelmente está associado ao estresse hídrico, onde a colheita bienal passou por déficit maior, o que pôde ser observado nos cladódios ocorrendo murchamento, fechamento de estômatos, perda de turgescência, consequentemente reduzindo o crescimento e acúmulo de reservas perdendo vigor e a massa de forragem.

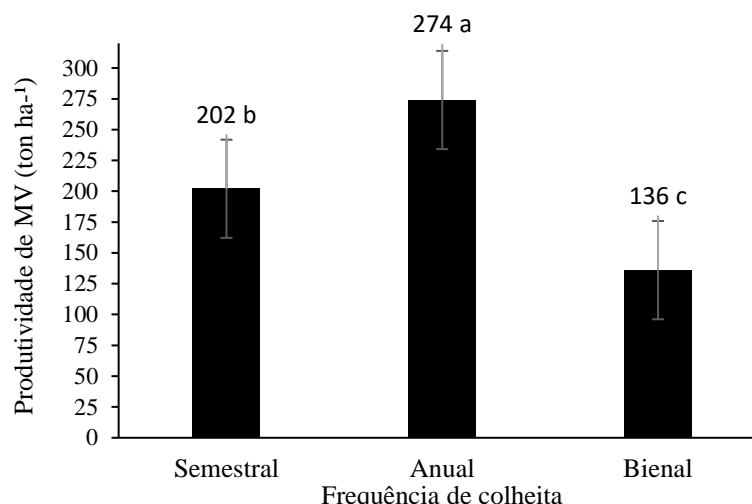


Figura 5. Produtividade de matéria verde da palma forrageira var. Palmeira PB01 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.

Para as colheitas semestrais os intervalos de 180 dias não foram suficientes para a planta se estabelecer novamente, diminuindo o desenvolvimento, através do crescimento lento, além da baixa precipitação durante dois semestres de 2017 e 2018. Provavelmente isso ocorreu porque após a colheita as plantas utilizaram as reservas e a energia oriunda da fotossíntese dos cladódios remanescentes para recuperar a superfície fotossintética retirada com a colheita, o que não foi tempo suficiente para a palma se restabelecer e acumular reservas novamente. Enquanto que as plantas submetidas a colheita anual permaneceram crescendo, mesmo com baixa precipitação possibilitando maior eficiência fotossintética e acúmulo de reservas da planta, quando comparada as plantas colhidas a cada seis meses. Em relação a frequência de colheita bienal, a semestral também apresentou maiores incrementos quanto ao acúmulo de matéria verde por hectare (66 ton. ha⁻¹).

Santos et al. (2006) afirmam que baixas precipitações associadas a cortes sucessivos da palma limitam a produtividade de matéria verde devido à perda de parte da energia luminosa incidente, resultando em baixa eficiência na conversão desta energia em produção de biomassa por área.

Menezes et al. (2002), avaliando a produtividade da palma em várias propriedades em Pernambuco e Paraíba, observaram valores de PMV de 204 ton ha⁻¹, considerando a produção média em três anos de cultivo. Esses valores de produtividade correspondem a toda biomassa produzida pela palma, incluindo todos os cladódios primários, diferentemente do presente estudo que na ocasião do corte preservou um cladódio primários em cada planta, mesmo assim o valor foi inferior ao encontrado por esse estudo (274 ton ha⁻¹ em corte anual). Esse resultado superior provavelmente está associado a adoção de práticas culturais (adubação, capinas e controle de pragas, o que ainda é pouco praticado pelos produtores no semiárido) o que proporcionou

aumento significativo na produtividade, evidenciando resposta positiva da palma cv. Palmepa PB01.

De acordo com Dubeux Júnior e Santos. (2010), considerando que a estrutura fundiária do Nordeste é formada na sua maioria por pequenas propriedades, o uso da adubação é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem. Diante disso, o conhecimento dos efeitos que a frequência de colheita influencia a produtividade e características morfológicas da palma forrageira pode ser um subsídio para a tomada de decisão, para proporcionar o aumento e eficiência produtiva em regiões semiáridas com auxílio da adubação.

A estratégia de fornecer alimento em longos períodos de estiagem, a colheita precoce da palma pode ser uma alternativa viável para os rebanhos, proporcionando forragem já no primeiro ano seco em sistema de sequeiro, onde passa por estiagem e estacionalidade de produção todo ano. Porém, os custos com mão de obra podem encarecer as sucessivas colheitas semestrais, além de possíveis perdas por mortalidade do palmal, devido a manutenção de plantas recém colhidas como capinas e adubação, o que sugere colheitas anuais para obtenção de produção satisfatória. Neste caso, cortes com intervalos de um ano, podem permitir maior produtividade por unidade de área e a utilização antecipada da forragem pelo produtor.

Para a produtividade de MS verificou que o acúmulo de duas colheitas anuais e uma bienal foram superiores ($P < 0,05$) ao da frequência da colheita semestral (Figura 6). Esse resultado era de se esperar, porque a produtividade de MS está associada, além do teor de MS, também à produtividade de MV, massa de forragem, mortalidade, características morfológicas e condições climáticas, onde no período experimental foi acima de 500 mm nos dois anos avaliados, dessa forma, o suprimento hídrico não foi um fator limitante para as colheitas anuais. Isso afirma que a prática de manejo tem efeito importante na produtividade de MS da palma forrageira e a adequada frequência de colheita permite maiores produções.

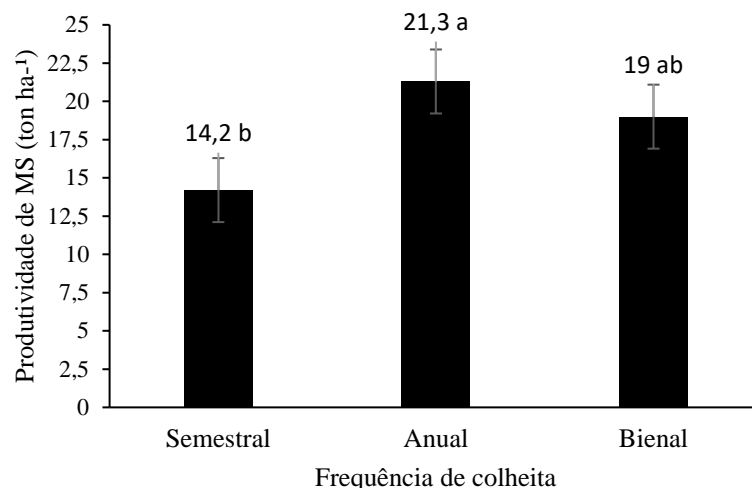


Figura 6. Produtividade de matéria seca da palma forrageira var. Palmepa PB01 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.

Dubeux Junior et al. (2006) obtiveram produtividade de MS de 23,8 ton. ha⁻¹ aos dois anos com a mesma cultivar desse estudo, com população de 40.000 plantas ha⁻¹, em quatro localidades no Estado de Pernambuco. O valor médio de produtividade de MS encontrado por esses autores é superior ao registrado no presente estudo, que foi de 14,2, 21,3 e 19 toneladas ha⁻¹ ao acumulado das colheitas semestrais, anuais e bienal respectivamente, porém, a população de plantas foi o dobro.

Ramos et al. (2017) avaliando o crescimento e produtividade da cv. Palmepa PB01 em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina em Soledade no estado da Paraíba, obtiveram uma PMS de 11,07 ton. ha⁻¹ com palmas capinadas e uma população de 40.000 plantas ha⁻¹ em colheita anual e precipitação de 366 mm ano⁻¹, apesar do dobro de plantas por hectare, esse valor foi semelhante ao observado nesse estudo, que foi de 21,3 ton. ha⁻¹. Considerando-se que essa produção é um acumulado de dois cortes anuais, apesar de ocorrer uma precipitação em torno de 500 mm por ano e adubação mineral.

Nesse estudo observou-se que os aspectos climáticos, apesar da baixa precipitação, não proporcionaram limitações para o acúmulo da produtividade de MS em geral, em todas as frequências de corte. Vale ressaltar também, que essas produtividades elevadas provavelmente estão relacionadas ao uso de adubação mineral, controle de plantas de crescimento espontâneo, espaçamento, genótipo, entre outros. Dessa maneira, Santos et al. (2012) concluíram que a palma forrageira alcança elevadas produtividades através de técnicas apropriadas, utilizando genótipos produtivos e com o manejo adequado.

A variável TAF em função do número de dias de cada frequência de colheita, demonstra um maior valor encontrado na colheita anual (Figura 7). Representando uma relação de

crescimento e senescência da palma maior que as demais frequências. O que provavelmente ocorreu com a colheita bienal, além da estagnação do crescimento da planta a senescência dos cladódios. Já em relação a colheita semestral, esse valor também foi expressivo, o que é justificado devido ao pleno crescimento vegetativo após cada corte sucessivo em menor intervalo de tempo.

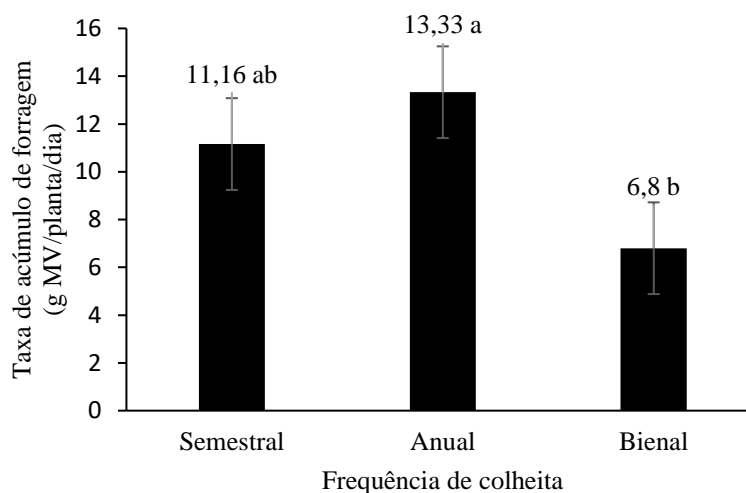


Figura 7. Taxa de acúmulo de forragem (g MV/planta/dia) da palma forrageira var. Palmepa PB01 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.

Sampaio et al. (2005) concluíram que a palma forrageira mantém a fotossíntese máxima até 15 dias até acabar todo suprimento hídrico no solo, após esse período se não ocorrer o suprimento de água novamente essa fotossíntese decresce, ocasionando menor abertura estomática, menos captação de CO₂, o que possivelmente pode ter contribuído para a menor taxa de acúmulo de forragem para a frequência bienal, passando por mais déficit hídrico que as frequências semestrais e anuais.

Já para a TAMS o comportamento entre as frequências de cortes não apresentou diferenças entre si ($P > 0,05$). Apresentando valores de 0,78, 1,03 e 0,94 g/kg de MS/planta por dia para semestral, anual e bienal respectivamente (Figura 8).

Porém com os maiores intervalos de corte, observa-se uma tendência maior para a TAMS, provavelmente isso é justificado pela continuidade do crescimento dos cladódios iniciais, o que provavelmente ocasionou envelhecimento, aumentando a porção fibrosa e de lignina, consequentemente aumentando o teor de MS, além da produtividade acumulada de matéria seca. Outro fator que pode ter contribuído para a maior TAMS nas colheitas anuais e bienal foi a menor taxa de mortalidade da palma, aumentando a produtividade de MS e o crescimento de cladódios de segunda e terceira ordem.

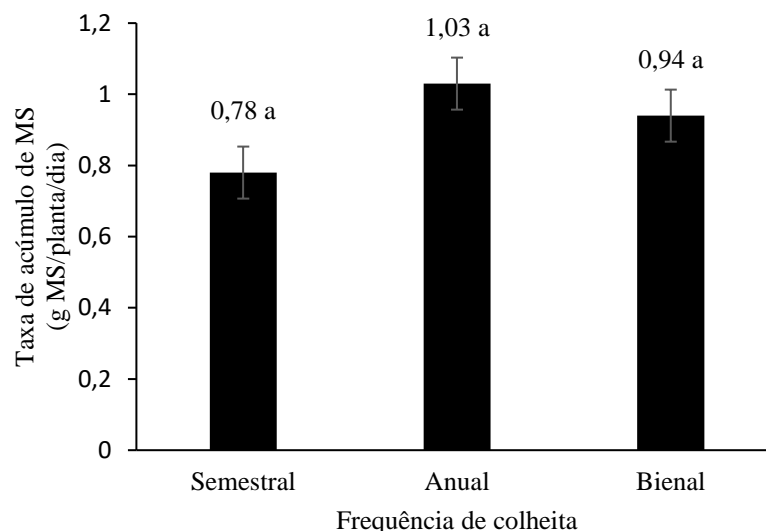


Figura 8. Taxa de acúmulo de MS (g MS/planta/dia) da palma forrageira var. Palmepa PB01 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita.

Para avaliação das correlações de Pearson, utilizou-se como critério os caracteres agronômicos mais relevantes desse estudo, que foram: altura e largura de planta (AP e LP), índice de área do cladódio (IAC), número de cladódio por planta (NCP) produtividade de MS (PMS) e massa de forragem (MF). Onde verificou-se que todas as variáveis foram correlacionadas em função das diferentes frequências de colheitas, exceto para LP (Tabela 7), o que sugere que essa variável não sofre ou tem pouca influência pelo manejo de colheita, e sim provavelmente pelo genótipo, condições ambientais e densidade de plantio.

Tabela 7. Coeficientes de correlação de Pearson entre as características morfológicas e produtivas da palma forrageira var. Palmepe PB01 em função da frequência de colheita.

Variável	Frequência de colheita semestral					
	AP	LP	IAC	NCT	PMS	MF
AP	-	-0,71ns	0,97ns	0,97ns	0,99**	0,94ns
LP			-0,52ns	-0,53ns	-0,75ns	-0,89ns
IAC				0,99**	0,96ns	0,84ns
NCT					0,95ns	0,85ns
PMS						0,96ns
MF						-
Variável	Frequência de colheita anual					
	AP	LP	IAC	NCT	PMS	MF
AP	-	-0,73ns	0,86ns	0,93ns	0,12ns	0,01ns
LP			0,30ns	0,45ns	-0,057ns	-0,65ns
IAC				0,98ns	0,60ns	0,51ns
NCT					0,47ns	0,37ns
PMS						0,99**
MF						-
Variável	Frequência de colheita bienal					
	AP	LP	IAC	NCT	PMS	MF
AP	-	0,86ns	0,96ns	0,99**	0,73ns	1,00**
LP			0,96ns	0,80ns	0,29ns	0,87ns
IAC				0,92ns	0,53ns	0,96ns
NCT					0,80ns	0,99**
PMS						0,72ns
MF						-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), pelo teste t. AP-Altura de planta (cm); LP-Largura de planta (cm); IAC - Índice de área de cladódio ($m^2 m^{-2}$); NCT - Número de cladódio total; PMS - Produção de matéria seca ($ton ha^{-1}$); MF- massa de forragem ($kg MV planta^{-1}$).

De uma forma geral a var. Palmepe PB01 apresentou valores positivos e com magnitude alta e significativas com correlações elevadas entre os pares analisados, com coeficientes de correlação $r = 0,99$ e 1 nas três frequências de colheita semestral, anual e bienal.

Para colheitas semestrais observou-se significância a 1% de probabilidade com alta magnitude de correlação positiva entre os pares IAC x NCP e AP x PMS (0,99 r), indicando uma correlação favorável quando adotar uma frequência de colheita semestral. As características que apresentaram correlações positivas indicam que o incremento no valor de um caráter irá provocar o aumento no valor do outro. Nesse acaso, para var. Palmepe PB 01 quanto maior o número de cladódio por plantas, mais influência irá promover na produtividade de MS e aumento do IAC (aumentando a eficiência fotossintética). A influência direta no número de cladódios total da planta reflete numa maior magnitude no IAC.

Oliveira Junior et al. (2009), afirmam que essas variáveis são úteis para determinar a capacidade fotossintética da palma, podendo ainda ser utilizada para mensurar o crescimento vegetativo e determinar o melhor manejo sobre a palma.

Pinheiro et al. (2014) avaliando o mesmo genótipo, encontrou correlação positiva com magnitude moderada (0,59 r) segundo a classificação de Martins e Domingues (2011) entre NCP e IAC aos dois anos de plantio. Ainda, Dubeux Junior et al. (2006) e Oliveira Junior et al. (2009), afirmam que a magnitude do IAC está relacionada diretamente com o NCP e ao hábito de crescimento da palma. Dessa forma quanto maior IAC maior interceptação luminosa e consequentemente maiores brotações de novos cladódios por planta, proporcionando mais cladódios por planta.

Leite (2009) conclui que a var. Palmepe PB01 não apresenta grandes números de cladódios se comparada a outros genótipos de palma forrageira. Porém, através do hábito de crescimento semiaberto proporciona uma maior taxa fotossintética, o que favorece uma maior eficiência de interceptação luminosa e induz o crescimento vegetativo dos cladódios favorecendo seu desenvolvimento aéreo e radicular.

Em relação a frequência anual a palma forrageira var. Palmepe PB01 apresentou apenas correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) aos pares PMS x MF, com magnitude elevada (0,99 r), indicando que quanto maior for o peso da planta maior será produção de matéria seca por hectare em colheitas anuais, provavelmente esses resultados também estar ligado a menor mortalidade de planta por hectare.

Avaliando o efeito de genótipos de palma forrageira Silva et al. (2010) afirmam que a altura e largura de planta tiveram uma maior importância no rendimento da palma, diferentemente o que se observa no presente estudo para a var. Palmepe PB01, onde o rendimento dessa variedade é influenciado por diversas características morfológicas, e pode variar em função da frequência de colheita.

Na frequência bienal observou significância positiva para os coeficientes de correlações para as variáveis AP, indicaram que plantas mais altas possuem maior número de cladódio por planta e maior massa de forragem. Fato esse que pode determinar um incremento da produção e produtividade, mesmo sem essa variável (altura de planta) não ter correlação significativa com a produtividade de MS no presente estudo.

Pinheiro et al. (2014), concluíram que há muitos avanços científicos na relação entre as características morfogênicas e produtivas da palma forrageira, no entanto, há uma lacuna na literatura quanto a pesquisas referentes a cv. Palmepe PB01, onde encontra-se em grande expansão de cultivo, principalmente na região semiárida. E que a relação entre as variáveis muda à medida que aumenta a frequência de colheita da palma.

Na Tabela 8 observa-se que houve efeito da frequência de colheita ($P < 0,05$) para MS, MM, MO, PB, EE e CHT, o que comprova a influência da frequência de corte no valor nutricional da palma.

Tabela 8. Composição química-bromatológica da palma forrageira cv. Palmeira PB01 de acordo com a frequência de colheita: semestral, anual e bienal (g/kg de MS).

Item	Frequência de colheita			Valor-P	EPM
	Semestral	Anual	Bienal		
MS ¹	70,30b	77,90b	139,0a	0,0001	2,41
MM	101,0a	61,10b	54,00b	0,0174	6,98
MO	902,2b	938,8ab	945,9a	0,0418	8,40
PB	81,80a	43,20b	42,00b	0,0033	3,95
EE	14,70a	14,60a	10,40b	0,0003	0,22
FDN	164,4	201,8	209,0	0,2171	15,8
FDA	121,0	128,1	142,0	0,2120	4,32
CNF	637,9	679,1	684,4	0,1877	15,7
CHT	802,3b	880,9a	893,5a	0,0011	6,47

¹com base na matéria natural; médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Matéria seca (MS), material mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), estrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHT). Erro padrão da média (EPM).

Para o teor de MS observou-se que a colheita bienal proporcionou um incremento de 49 e 44% em relação a frequência semestral e anual respectivamente. Isso é justificado pelo fato que a colheita bienal continua seu crescimento em relação as outras frequências, em consequência aumentando a porção fibrosa e de lignina incrementando os teores de MS da palma, ocorrendo o envelhecimento e fortalecimento dos cladódios para suportar a geração de novos cladódios. Vale ressaltar que as colheitas foram preservadas os cladódios de primeira ordem, onde normalmente esses são mais lignificados, e nesse caso, as análises não levou em consideração cladódios dessa ordem.

Além da idade da planta, outros fatores podem interferir nos teores de MS da palma, dentre eles a adubação, onde o palmar desse estudo foi efetuada duas adubações minerais de manutenção de acordo com a análise de solo, ciclo da palma e densidade de cultivo.

Esse resultado está de acordo ao encontrado por Costa et al. (2018), que trabalhando com a mesma cultivar e avaliando a composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio, obtiveram no tratamento controle 82,2 g/kg de MS aos dois anos de cultivo, no entanto, quando utilizou-se 600 kg ha⁻¹ de N, elevou os teores de MS para 142,2 g/kg, mesmo com o sistema de irrigação o resultado foi semelhante ao presente estudo (139,0 g/kg de MS). Moura et al. (2011) também trabalhando com o mesmo genótipo, determinou a composição química e encontrou aos dois anos de cultivo 10,2 g/kg, valor inferior ao presente estudo no mesmo período de tempo.

Em relação ao MM da palma ocorreu o resultado inverso a MS, observando-se maior valor ($P<0,05$) na frequência semestral, obtendo um incremento de 38,2 e 45,4% em relação as frequência anual e bienal respectivamente, com valor de 101 g/kg de MS. Isso era de se esperar, e possivelmente ocorreu porque o aumento de MS resultou na redução de MM devido a

distribuição dos minerais na palma, onde o intervalo semestral não foi suficiente para o crescimento dos cladódios, proporcionando uma concentração maior do MM na planta absorvidos pelo sistema radicular.

Costa et al. (2018) observaram 177 g/kg para MM com a mesma cultivar em dois anos de cultivo irrigado, valor superior encontrado nesse estudo no mesmo período de tempo (54 g/kg para MM). Provavelmente isso foi possível devido a irrigação e condições edafoclimáticas. Ferreira et al. (2006) relatam que a palma forrageira apresenta diferença nos teores de MM em função de vários fatores, dentre eles idade dos cladódios, época do ano, manejo e condições edafoclimáticas, e que independente do genótipo no geral apresentam valores consideráveis de matéria mineral.

Com resultado inversamente proporcional da MM, a MO na frequência anual e bienal observaram-se maiores valores ($P < 0,05$) e incremento de 3,8 e 4,6 % respectivamente em relação ao corte semestral. Esses valores podem ser justificados pelo fato de tais frequências apresentarem cladódios maiores e mais estruturados que os da palma submetida a colheitas semestrais.

Para os teores de PB houve efeito ($P < 0,05$) em função das frequências de colheita, apresentando maior teor para o corte semestral (81,8 g/kg), apresentando um incremento de 47 e 48,6% para frequência anual e bienal respectivamente. Essa superioridade de PB da colheita semestral era de se esperar devido à idade da palma ser inferior as demais colheitas. Onde plantas mais velhas tem maiores conteúdos de frações fibrosas e lignificadas para a sustentação da planta, dessa forma a uma redução do teor de PB. Diante disso, é de esperar que o menor teor de PB encontrado na palma submetida ao corte bienal deve-se a diluição desse nutriente pelo número de cladódio da planta.

Levando em consideração a produtividade de MS que foi de 14,20, 21,30 e 19,0 ton. ha⁻¹ e os teores de PB 81,8, 43,2 e 42,0 g kg⁻¹ de MS, para as frequências semestral, anual e bienal respectivamente, observa-se uma produção de 1,16, 0,92 e 0,79 ton. PB ha⁻¹. Confirmando a influência da colheita precoce da palma para obtenção desse nutriente. No entanto, como é de se esperar terá baixos teores de fibra podendo acarretar sérios problemas aos animais quando fornecido sem associação a outras fontes de fibra.

Para o EE verificou maiores valores para as colheitas semestral e anual (14,7 e 14,6 g/kg), com incremento em 29 e 28,7 % respectivamente em relação a colheita bienal com valor de 10,4 g/kg de MS.

Para FDN e FDA em função das frequências de colheitas não houve efeito significativo, apesar da significância entre os teores de MS, provavelmente esse resultado significativo de MS pode estar ligado aos constituintes solúveis do conteúdo celular da palma em maiores quantidades como gorduras, pectina, proteínas, carboidratos solúveis, entre outros (Wanderley et al., 2012).

Costa et al. (2018), trabalhando com a mesma variedade Palmepe PB01 aos dois anos de cultivo, encontraram valores de 24,70 e 14,2 para FDN e FDA respectivamente, valores superiores ao observado nesse estudo para todas as frequências de colheitas (16,40, 20,18 e 20,90 de FDN e 12,1, 12,8 e 14,2% para a semestral, anual e bienal respectivamente). Os resultados encontrados por esses autores provavelmente ocorreram pelo uso da irrigação e da adubação nitrogenada com nível de 600 kg ha⁻¹ contribuindo para o desenvolvimento da planta. Valores bem abaixo do recomendado para formulação de ração, que segundo Reis et al. (2004), o animal manter um bom desempenho com valores de FDN e FDA de 450 e 200 g/kg respectivamente. No entanto, essa redução da fibra na palma restringe a utilização fornecida exclusivamente na dieta, podendo ocasionar distúrbios nutricionais.

Santos et al. (2011) relatam que a palma deve ser fornecida aos animais associados com outra fonte de fibra efetiva, evitando problemas como diarreia, perda de peso em vacas em lactação e diminuição da gordura no leite.

Para os CNF não foi observado efeito significativo, porém o menor valor foi encontrado na frequência de colheita semestral (637,9 g/kg de MS), isso justifica-se pelo aumento dos teores de PB, EE e MM. Essas variáveis, juntamente com a FDN, são usadas no cálculo de CNF, sendo como base em 100% da MS menos as variáveis.

A palma forrageira é uma fonte energética, o que lhe confere altos níveis de CNF podendo substituir alguns insumos para esse propósito na dieta diminuindo custos mais onerosos. Araújo Filho e Silva (2012) afirmam que os baixos valores de carboidratos fibrosos e proteína bruta é compensada pelos níveis de CNF sem deixar de ser considerado um volumoso para ruminantes.

Em contrapartida para CHT houve significância a 1% de probabilidade em função da frequência de colheita. Onde verificou que a frequência anual e bienal não sofreram diferença entre si, e apresentaram incremento de 9 e 10,2% em relação a semestral respectivamente, com valores de 880,9 e 893,5 g/kg de MS. O aumento desses valores é proveniente da diminuição dos teores de MM, PB e EE nas frequências anual e bienal, o que justifica a significância desse nutriente. Confirmando que os intervalos cortes maiores contém maiores teores de CHT. Provavelmente as colheitas semestrais tiveram menos quantidade de fibras estruturais e mais CNF com isso aumentando CHT.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados, recomenda-se colheita anual para a variedade Palmepe PB01 no agreste paraibano em sistema de sequeiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, B.G. Experiencias em la producción de nopal (*Opuntia* spp.) em el área de Chapingo México. **Sociedad Mexicana de Fitogenética**, v.10, p.8-9, 1991.
- ALMEIDA, J. Palma forrageira na região semiárida da Bahia: Diagnóstico, crescimento e Produtividade. Cruz das Almas, 2011. 60 p. Tese de doutorado (doutorado em ciências agrárias). **Universidade Federal do Recôncavo Baiano. Cruz das Almas**, 2011.
- ARAÚJO FILHO, J. T. Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) - Clone IPA -20. 2000. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -- **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, 2000.
- ARAÚJO FILHO, J.T.; SILVA, T.G. Composição químico bromatológica da palma forrageira. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO, Feira de Santana. 1, 2012. **Anais: Feira de Santana**, 2012.
- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 16. ed. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 332p, 2012.
- BEM SALEM, H., NEFZAOU, A., ABDOULI, H., ORSKOV, E. R. Effect of increasing level spinelles cactus (*Opuntia ficus-indica* var.inermes) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, n.1, p.293-299,1996.
- BEZERRA, B. G.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LAURENTINO, G. Q.; SILVA, L. L. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.755–761, 2014.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. DE P. R.; SOUSA, F. DE A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Brasil, v.10, n.1, p.140-147, 2006.
- CLIMATEMPO (a). Portal Climatedpo. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/climatologia/tacima-pb>. Acesso em 12 de janeiro de 2019.
- COSTA, Patrícia da Silva. Composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro. 36f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). **Universidade Federal de Campina Grande**, Patos - PB, 2018.
- CPRM. **Diagnóstico do município de Tacima-PB**. Recife: CPRM, 2005.
- DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**. v.67. p.357–372. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília. 412p, 1999.
- FERRAZ, A.P.F. Avaliação de clones de palma forrageira no agreste e sertão pernambucano. 115 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - **Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2018.

- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, C.A. SANTOS, R.L. C, SANTOS, D.C, SILVA, M.V. F, LIRA, J.A.A.Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6S, p.1560-1568, 2006.
- FERREIRA, D. F. Estatística multivariada. Lavras: **Editora Ufla**, 2008. 662 p.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Base de informações municipais. 2008.
- LEAL, B. V; PEREIRA, A.; SOARES, P. S; MELLO, M. L. V. L; NUNES, H. P; TORRES, A. S; GONÇALVES, E.S. Morfometria de cladódios de palma forrageira no cariri paraibano. **ZOOTEC 2008**. João Pessoa - PB, 2008.
- LEITE, M.L.M.V. Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. **Universidade Federal da Paraíba**, Areia. 186f. 2009.
- MARTINS, G. de A.; DOMINGUES, O. Estatística geral e aplicada. 4.ed. São Paulo: **Atlas**, 2011. 662p.
- MELO, A. A. S. Palma forrageira na alimentação de vacas em lactação. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012. Feira de Santana. **Anais: Feira de Santana**, 2012. 75-83p.
- MENEZES, R. S. C. SAMPAIO, E.V.S.B. Avaliação da produtividade de palma forrageira agrícola familiar no Agreste e Curimatau da Paraíba. In: SILVEIRA, L. M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (org.) Agricultura familiar e agroecologia no Semiárido: avanços a partir do Agreste da Paraíba. **Rio de Janeiro, AS-PTA**, 2002. p. 275-280.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: **American Society of Agronomy**. p.450-493. 1997.
- MIRANDA, K. R.; SILVA, T. G. F.; CRUZ NETO, J. F.; QUEIROZ, M. G.; LIRA, M. A. B.; SANTOS, J. E. O. Modelos de estimativa da área do cladódio de variedades de palma no Semiárido pernambucano. In: II Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas, 2011, **Garanhuns-PE**, 2011.
- MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Aptidão do Nordeste brasileiro ao cultivo da palma forrageira sob cenários de mudanças climáticas. In: **simpósio de mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro**, 3., 2011.
- NASCIMENTO, J.P. Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia – ficus indica*, Mill sob diferentes arranjos populacionais no semiárido da Paraíba, Brasil. Patos, UFCG, 2008. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) **Universidade Federal de Campina Grande**, 2008.
- OLIVEIRA JUNIOR, S. BARREIRO NETO, M.; RAMOS, J.P. de F.; LEITE, M.L. de M.V.; BRITO, E.A. de; NASCIMENTO, J.P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no Semiárido paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 7-12, 2009.

- PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfológicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 939-947, 2014.
- RAMÍREZ-TOBIAS, H. M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M. Productivity of *Opuntia* ssp. and *Nopalea* sp. (Cactacea) growing under greenhouse hydroponics system. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, v.8, p 660-665, 2010.
- RAMOS, J. P. F., SOUZA, J. T.A, SANTOS, E. M., PIMENTA FILHO, E C., e RIBEIRO, O. L. Crescimento e Produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Vol. 18, n. 8, p.1-12, 2017.
- RANGEL, J. A. F.; SANTOS, E. M.; LEITE, M. L. M. V.; VIANA, B. L.; LOPES, I. S; SILVA, J. E. R.; FIGUEREDO, J. M. Caracterização dos sistemas de plantio da palma forrageira no Cariri Ocidental Paraibano. In: ix jornada de pesquisa, ensino e extensão. **Anais...RECIFE**, UFRPE,2009.
- REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FREITAS, D.; SILVA, M. C. Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In.: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ. v1, p. 171- 226. 2004.
- SAEG. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**, Versão 9.1. Viçosa, MG, 2006.
- SALES, A.T.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S. et al. Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no Cariri Paraibano. IN: **IV Congresso Nordestino de Produção Animal**. Petrolina – PE, 2006. Anais. Petrolina – PE: SNPA, p. 434-438, 2006.
- SAMPAIO, E. V. S.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: **Menezes, r. s. c.; simões, d. a.; sampaio, e. v. s. b.** A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. UFPE: Recife, 2005.
- SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; MELLO, A. C. L. Palma forrageira. In: CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3.ed. Recife: **Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA**, 2008. p.178.
- SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V., FREITAS, E. F.; SANTOS, V. F. Genética e melhoramento da palma forrageira. 1, 2012. Feira de Santana. **Anais... Feira de Santana**, 2012. 67-68p.
- SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SILVA, M.C. BATISTA, A. M. V. Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: **congresso brasileiro de melhoramento de plantas**, 6, Búzios, 2011. Anais... CBMP, Búzios, SBMP 2011.
- SANTOS, M.V.F; Lira, M. A., Dubeux JR, J. C. B. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R.S.C. et al. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. **Recife: UFPE**, 2010. p.143-162.

- SANTOS, M.V.F., DUBEUX, JÚNIOR, J.C.B., MELO, J.N., SANTOS, D.C., FARIAS, I., LIRA, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in Northeast Brazil. **Acta Horticulturae** 728, 189-192.
- SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR; FERREIRA, M. A.; CUNHA, M. V. Palma forrageira. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Eds.). **Plantas forrageiras**. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. p.459-493.
- SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; BIANCO, RL. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v. 122, p. 158-167, 2016.
- SILVA, N.G.M. Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Forragicultura) - Departamento de Zootecnia. **Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 67f. 2009.
- SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v.28, p.10-18, 2015.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, C.D., VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, 70(11):3562-3577, 1992.
- SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficusindica* and *O. robusta*. **Journal of Arid Environments**, v.65, p.529-542, 2006.
- SNYMAN, H. A. Growth rate and water-use efficiency of cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Arid Land Research and Management**, v.27, p.337-348, 2013.
- SNYMAN, H. A. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* plants. **South African Journal of Botany**, v.72, n.3, p.434-441, 2006.
- SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). 120 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, 2015.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991
- VIANA, O. J. Pastagens de cactáceas nas condições do Nordeste. **Zootecnia, Nova Odessa**, v.7, n.2, p.55-65, 1969.
- WANDERLEY, W. L; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.; BISPO, S.V.; SILVA, F.M. & SANTOS, V.L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012.

