



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA**



PHILIPPE LIMA DE AMORIM

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PRODUTIVA EM VARIEDADES DE
PALMA FORRAGEIRA**

Rio Largo – AL
2011

PHILIPPE LIMA DE AMORIM

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PRODUTIVA EM VARIEDADES DE
PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Janaina Azevedo Martuscello

Rio Largo – AL
2011

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel Do Vale

A524c Amorim, Philipe Lima de.
Caracterização morfológica e produtiva em variedades de palma forrageira /
Philipe Lima de Amorim. – 2011.
54 f. : graf. e tabs.

Orientadora: Janaina Azevedo Martuscello.
Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas.
Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2011.

Bibliografia: f. 50-54.

1. Plantas forrageiras. 2. Palma. 3. Cladódios – Correlação. 4. *Nopalea cochenillifera*. 5. *Opuntia-ficus indica*. 6. Massa seca – Produção. I. Título.

CDU: 636.085

TERMO DE APROVAÇÃO

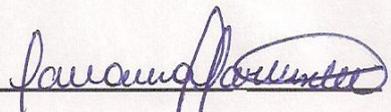
PHILIPPE LIMA DE AMORIM

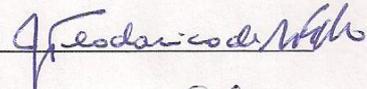
“Caracterização Morfológica e Produtiva em Variedades de Palma Forrageira”.

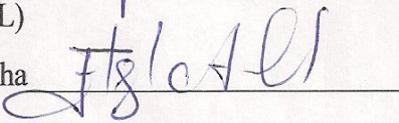
Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 25/07/2011

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janaina Azevedo Martuscello 
(ARAPIRACA-UFAL)

Membro da Banca: Prof. Dr. José Teodorico de Araújo Filho 
(PPGZ-CECA-UFAL)

Membro da Banca: Prof. Dr. Fábio Albuquerque Cunha 
(UNEAL)

Rio Largo – AL

2011

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PHILIFE LIMA DE AMORIM - Filho de Marcus Vinícius Amorim da Silva e Luciane Silva de Lima Amorim, nascido em 29 de Janeiro de 1988, natural de Maceió – Alagoas. Em Dezembro de 2004 conclui o ensino médio pelo Colégio Dinâmico, logo ingressando, em Fevereiro de 2005, no curso de graduação Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas. Em Janeiro de 2010, obteve o título de Zootecnista e em Março do mesmo ano ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas em nível de mestrado, na área de forragicultura e pastagens, defendendo dissertação em Julho de 2011.

**“Nem todos podem ser ilustres,
mas todos podem ser bons”
(Confúcio)**

Dedico

Aos meus pais

Marcus Vinicius Amorim e Luciane Silva Amorim

Ao meu irmão

Flávio Lima de Amorim

Toda minha gratidão

Ofereço

Aos meus familiares

À minha namorada e amiga Thayse Barros

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o Grande Arquiteto do Universo, pelo dom da vida e por estar comigo em todas as horas.

A Professora Janaina e ao Professor Daniel, pelo apoio, pela orientação, pelas oportunidades, pela amizade construída nesses dois anos, pelos conselhos pessoais e profissionais, por acreditarem em meu potencial, na minha competência e responsabilidade, e que com suas palavras me fizeram enxergar mais longe e alçar vôos cada vez mais altos.

Ao Professor Teodorico, pelos conselhos profissionais e pessoais, por me fazer crer que esse trabalho seria possível, pela grande amizade construída, pelas diversas e valiosas viagens pelo sertão alagoano, pelas oportunidades, pelo exemplo de caráter, pela confiança em mim concedida, pelas longas conversas na Fazenda Veludinha e que pelas diversas limitações existentes nunca nos instigou a desistir dos nossos objetivos.

Aos Professores do curso de graduação e Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, por todo conhecimento a nós passado e pelas amizades construídas.

A SEAGRI em nome do pesquisador Fernando Gomes por disponibilizar os cladódios das variedades de Palma forrageira, provenientes do banco de germoplasma.

Aos amigos de graduação e Pós-graduação: Alexis (Leleco), Rafael (Rafaé), Victor (Vitaum), Pedro (Pedobó), Waldir (Basset), Ivan (Carioca), Bruno (Bafinho), Andreza (Deza), Luiz (Galego), Wilson (Cafuringa), Hugo, Michel (Papito), Laísa, Alexsandro (Alex), Douglas (Douglinhas), Eraldo, Ironaldo, Alberto, Edvânia (Edlima), Mariah, Daniele (Dani Bananinha), Luciano (Pai José), Denisson (Malvadeza), Tâmara (Tam), John Lennon (Padre Ciço), Natanael (Natã), Diego (Venta) e a todos aqueles que eu possa ter esquecido, sintam-se também agradecidos.

Aos estagiários do setor de forragicultura do Campus Arapiraca, pela força na reta final da conclusão do trabalho.

Aos técnicos-administrativos e funcionários da Pós-graduação, em especial ao Marcos (Marquinhos), Rinaldo, Michelle e Mirian, pelos bons momentos e pelas risadas.

Aos novos amigos feitos em minha estadia na UNESP (Jaboticabal): Nailson (Nai) e Natalie, Tiago e André Valente, Fernando (Gracinha), Vitor (Gordinho), Naomi (Japonesa), Wilton, João Paulo, Gregory (Greg), Leandro (Monstrão), Elisamara, Estella, Mariana (Mari), Josiane (Josi), André Oliveira (Fugêncio), Carlos Henrique (Dedinho), Bruno (Cajuri), Sabrina, a todos do setor da caprinocultura e da forragicultura.

Aos professores da UNESP – Jaboticabal, Prof^a Ana Cláudia Ruggieri, Isabelle Auxiliadora e Prof^o Ricardo Reis, pela oportunidade ímpar de participar da condução dos seus experimentos.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida

A CAPES pela oportunidade de participar do PROCAD (UFAL – UNESP)

A todos... Um efusivo abraço!

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| INTRODUÇÃO..... | 13 |
| REVISÃO DE LITERATURA | |
| Importância da cultura da Palma nas regiões áridas e semi-áridas..... | 15 |
| Palma forrageira no nordeste: Histórico, cultivo e utilização..... | 16 |
| Melhoramento genético da Palma forrageira..... | 21 |
| Características morfológicas e suas relações como ferramentas do melhoramento genético de plantas..... | 22 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 24 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 31 |
| CONCLUSÕES..... | 57 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 58 |

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PRODUTIVA EM VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA

RESUMO - Objetivando-se avaliar características morfológicas e produtivas em variedades de palma, conduziu-se um experimento em um delineamento em blocos casualizados, com 24 tratamentos e quatro repetições. As características avaliadas referentes aos cladódios e a planta foram: número, peso, área e volume de cladódios primários, secundários, terciários e quaternários, índice de área e volume total de cladódios, produção de massa fresca e seca, altura e largura de planta. Determinou-se também as correlações entre o comprimento, largura, espessura, área e volume com o peso dos cladódios. Para o número de cladódios, índice de área e volume total de cladódios observou-se maiores valores para as cultivares do gênero *Nopalea*, enquanto para peso, área e volume de cladódios, observou-se maiores valores para plantas do o gênero *Opuntia*. Para, os. Para as produções de massa fresca e seca, os maiores valores foram observados nas variedades Negro Michoacan F7 e Tamazunchale V12, respectivamente. Para altura de plantas as variedades do gênero *Opuntia*, foram as que apresentaram os maiores valores. A área e o volume dos cladódios foram às características que apresentaram os maiores coeficientes de correlação com o peso verde dos cladódios. As variedades Negro Michoacan F7, V7 e Tamazunchale V12 são as mais indicadas ao cultivo. Para elevação da produção de biomassa deve-se priorizar o aumento do volume e do número dos cladódios para variedades do gênero *Nopalea* e *Opuntia*, respectivamente.

Palavras-Chave: cladódios, correlações, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia-ficus indica*, produção de massa seca

MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE CHARACTERIZATION IN FORAGE CACTUS VARIETIES

SUMMARY - In order to evaluate morphological and productive varieties of forage cactus, we conducted an experiment in randomized block design with 24 treatments and four replications. The characteristics assessed related to the plant and cladodes were: number, weight, area and volume of cladodes primary, secondary, tertiary and quaternary, area index and total volume of cladodes, production of fresh and dry, plant height and width. We also determined the correlations between the length, width, thickness, area and volume with the weight of cladodes. For the number of cladodes, area index and total volume of cladodes observed higher values for cultivars of the genus *Nopalea*. For the weight, area and volume of cladodes, observed higher values for cultivars of the genus *Opuntia*. For the production of fresh and dry matter, the highest values were observed in the varieties Negro Michoacan F7 and Tamazunchale V12, respectively. For plant height varieties of the genus *Opuntia*, were the ones with the highest values. The area and volume of cladodes were the characteristics that showed the highest correlations with the weight of the green cladodes. Varieties Negro Michoacan F7, V7 and Tamazunchale V12 are the most suitable for cultivation. To increase the production of biomass should prioritize increasing the volume and number of cladodes to *Nopalea* and varieties of the genus *Opuntia*, respectively.

KeyWords: Cladodes, correlations, dry matter yield, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia-ficus indica*,

I. INTRODUÇÃO

Cerca de 70% do Nordeste brasileiro é caracterizado como semi-árido, onde as médias de precipitação pluviométrica variam de 300 a 800 mm anuais, distribuídos apenas na estação úmida, que dura cerca de três a quatro meses, gerando um déficit hídrico severo durante o restante do ano. Ademais, os solos são predominantemente rasos, pedregosos, de baixa fertilidade e com a vegetação predominante da caatinga (ARAÚJO FILHO et. al., 1985).

A base de sustentação do sistema de produção de ruminantes no semi-árido nordestino é predominantemente a caatinga. Araújo Filho (1980) relata que a produção de biomassa da Caatinga aumenta no começo das chuvas com médias de 4000 kg/ha, reduzindo-se a 2000 kg/ha ao final da estação seca. Sendo assim, sabendo-se da baixa capacidade de suporte animal que a vegetação desse bioma apresenta a introdução e cultivo de plantas com características xerófilas nos sistemas pecuários nordestinos, como a palma forrageira, torna-se uma alternativa interessante.

A palma forrageira tornou-se uma planta de grande importância para os sistemas produtivos do semi-árido nordestino. Devido a mecanismos fisiológicos intrínsecos da espécie (metabolismo ácido das crassuláceas, o que confere maior eficiência na utilização da água), essa cactácea apresenta menor estacionalidade de produção, principalmente se comparada a outras plantas forrageiras cultivadas, tornando-se uma alternativa para suprir as exigências nutricionais e hídricas dos animais na época de maior escassez de forragem.

No nordeste as espécies mais cultivadas são a *Opuntia ficus-indica* Mill (gigante e redonda) e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (Palma miúda). Apenas no estado de Alagoas a variedade Miúda é amplamente adotada, sendo que no restante dos estados do Nordeste as variedades Gigante e Redonda são as mais comumente utilizadas.

Apesar de ser amplamente cultivada no Nordeste brasileiro, ainda não há muitos estudos básicos acerca da cultura da Palma forrageira, principalmente quando comparadas as outras culturas, sejam para fins forrageiros ou agrícolas.

O reduzido número de informações sobre botânica, genética, nutrição mineral e questões de manejo de maneira geral, podem acarretar de certa forma em baixos índices agronômicos da cultura, podendo causar reflexos negativos sobre a sustentabilidade econômica do sistema produtivo. Entretanto, tem-se notado um aumento crescente no número de pesquisas com Palma forrageira no nordeste brasileiro, nas mais diversas linhas de pesquisa, o que de certa forma proporciona a formação de tecnologias para a elevação dos índices agronômicos da cultura. Ainda assim, a baixa adaptabilidade dos genótipos as mais distintas condições edafoclimáticas do nordeste brasileiro, assim como também a susceptibilidade a pragas e doenças, ainda são as principais causas dos baixos índices agronômicos da cultura.

A introdução de novos genótipos mais adaptados e ou mais resistentes a pragas (cochonilhas) e doenças ainda apresenta-se como alternativa mais viável. Entretanto, é imprescindível que também se considere as características morfológicas da planta que correlacionam-se diretamente com produção de biomassa, como critério de escolha do genótipo, pois, os mesmos podem ter influência direta sobre aspectos de ordem técnica. Sendo assim, conhecendo-se tais características, é possível selecionar ou descartar genótipos com características indesejáveis as necessidades de programas de melhoramento genético, facilitando o direcionamento entre cruzamentos de genótipos e aumentando a probabilidade de se obter novos genótipos potencialmente mais produtivos.

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho caracterizar morfológicamente variedades de palma forrageira com o intuito de indicar variedades mais produtivas, bem como características morfológicas que contribuem para a elevação da produção de biomassa de variedades de palma forrageira.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A importância da cultura da palma nas regiões áridas e semi-áridas

Em todo mundo, especialmente naquelas regiões que possuem características áridas ou semi-áridas em suas terras, poucas plantas excedem a importância social, econômica e ambiental que a palma possui nos sistemas produtivos. Segundo a Barbera et al., (1995) a palma, especialmente a *Opuntia ficus-indica* satisfaz várias das exigências edafoclimáticas impostas pelas regiões áridas e semi-áridas, fazendo com que essas plantas desempenhem um papel de grande importância em projetos de conservação do solo, além de produzirem frutas e verduras de alta qualidade para consumo humano, forragem para ruminantes, biomassa para fins energéticos (combustível ou biogás), cochonilha para a produção de carmim e inúmeros subprodutos: como bebidas, queijo vegetariano, remédios e cosméticos. Devido às diversas utilidades que a palma possui, a forma de utilização e o grau de importância que essa planta apresenta nos sistemas produtivos tanto agrícolas como pecuários no mundo, varia bastante de região para região, conforme descrito por SANTOS et al. (2010).

Segundo Barbera (2001) as *Opuntias* são hoje parte do ambiente natural e dos sistemas agrícolas de muitas regiões do mundo. Ainda segundo os autores, algumas espécies podem prevalecer como plantas invasoras, como aconteceu na África do Sul e na Austrália. No México, inicialmente país de origem da palma, seu cultivo e utilização é feito muito antes da época da colonização das Américas pelos portugueses e espanhóis. Ainda segundo o autor, no México, os sistemas de produção mudaram com o tempo, mas nenhum sistema foi suprimido por completo. Pimienta-Barrios (1990) relatou que os palmais nativos selvagens foram os primeiros a serem utilizados e os mais difundidos, motivo este que explica a grande diversidade de espécies e área ocupada pela palma em todo México (atualmente a área coberta por palmais no nesse país abrange cerca de três milhões de hectares).

Desconsiderando-se o México, as *Opuntias* também são cultivadas e utilizadas em vários países latino-americanos. O Peru tem como principal produto a produção e a industrialização de corante carmim com 418 toneladas em 1992, o que representou aproximadamente 90% da produção mundial (BARBERA, 2001). O autor ainda relata que, os palmais nativos nesse país abrangem uma área de cerca de 35.000 ha, principalmente nas regiões da serra andina e contribuem com 80% da produção total.

Apesar das características edafoclimáticas diferentes das do país de origem da Palma (México), esta planta também obteve grande êxito em alguns países da Europa, como a Espanha e a Itália. Na Espanha especialmente em Andaluzia, Múrcia, Almería e Ilhas Baleares, a palma é cultivada em pequenas propriedades familiares. Nas ilhas Canárias a principal atividade é a extração do carmim para a fabricação de corante (BARBERA, 2001).

Na Itália as palmas forrageiras já eram exploradas no século dezoito, e eram cultivadas em sistemas agrícolas extensivos e é utilizado também nesse país como volumoso de emergência, além da produção de frutos para consumo humano (BARBERA et al., 1992).

2.2 A palma forrageira no nordeste brasileiro: Histórico, cultivo e utilização

Ainda são muito divergentes as opiniões sobre a introdução da palma forrageira no Brasil. Simões et al. (2005), relataram que existem várias versões na literatura e a maior parte delas, não são baseadas em estudos historiográficos mais rigorosos.

Há relatos que a palma foi cultivada primeiramente na cidade do Rio de Janeiro, pelo frei José Mariano da Conceição Veloso, que reunia informações sobre técnicas de cultivo e manejo sobre a planta para a produção do carmim, pelo inseto *Dactylopius coccus* (SILVA, 2009).

Posteriormente, a palma foi introduzida no Nordeste brasileiro, no início do século XX, sendo disseminada por ordem do governo, após a seca de 1932 (LIMA et

al., 2001). Domingues (1963) comenta que a disseminação da palma forrageira, em Pernambuco teve como fator decisivo um Decreto do Interventor pernambucano, mandando conferir prêmios aos plantadores de palma, que obedecessem a certos requisitos estabelecidos, tais como: espaçamento, alinhamento, ausência de falhas, bom desenvolvimento e bom trato cultural.

Segundo Domingues (1963), inicialmente a palma que fora difundida por Delmiro Gouveia no sertão e Agreste alagoano, como pensado por muitos não foram os cactos Burbank, e sim a variedade miúda, que anteriormente era utilizada para como hospedeira da cochonilha do carmim. Domingues (1963) também relatou que Delmiro Gouveia conheceu à palma miúda, através de Ulisses Luna, proprietário da fazenda Caiçara, localizada no município de Água Branca, situado no alto sertão de Alagoas. Logo após esse fato Delmiro Gouveia fomentou o cultivo dessa palma em alguns municípios alagoanos, de forma metodológica e para que a mesma fosse utilizada como volumoso de emergência para o gado nos períodos mais secos do ano.

Dada as suas características morfofisiológicas que garante sua sobrevivência nas regiões áridas e semi-áridas, a palma forrageira desempenha um papel de grande importância como volumoso nos sistemas produtivos no semi-árido nordestino. De maneira geral, pode-se dizer que algumas das bacias leiteiras situadas no semi-árido nordestino, são sustentadas tendo a palma como volumoso principal, juntamente com as silagens de milho e sorgo, além de farelos e tortas de cereais e oleaginosas.

O estado de Alagoas é detentor da maior área plantada com palma do nordeste brasileiro, onde na década de 1960 o estado possuía 120.000 hectares, e em tempos atuais estima-se que haja 180.000 hectares cultivados (ARAÚJO FILHO, 2007). De acordo com Andrade (1990), entre a década de 1920 e 1940, a cultivo da palma (miúda) teve seu início, mais precisamente nos municípios de Major Isidoro, Jacaré dos Homens e Batalha, municípios estes inseridos na bacia leiteira do estado. Ainda segundo o autor, com a adoção de sistemas mais tecnificados para a pecuária leiteira nessa região, o cultivo da palma alavancou-se com grande significância, sendo amplamente utilizada pelos pecuaristas da região, principalmente como planta para pastejo. Entre a década de 1970 e 1980 o cultivo

da palma entrou em declínio, devido principalmente a falta de incentivo em seu cultivo, dando espaço a outras plantas, e também devido à falta de pesquisas mais tecnificadas sobre a cultura, fato esse somente revertido após a década de 1990.

Em face da importância e da dimensão de área cultivada com palma forrageira no nordeste brasileiro, o número de trabalhos científicos e consequentemente de informações geradas a partir de ensaios sob as condições edafoclimáticas do semi-árido brasileiro ainda são ínfimos. Em grande parte dos casos, tais informações são geradas a partir de ensaios delineados tendo-se como modelos conceituais outras plantas forrageiras (poáceas principalmente), desse modo, os limites morfofisiológicos da cactácea por vezes não são respeitados. Recomendações técnicas advindas desse tipo de conclusões podem gerar resultados controversos, o que em um futuro próximo pode acarretar em descrenças acerca de novas tecnologias geradas, por parte dos pecuaristas.

Países como o México e Estados Unidos, possuem em seus centros de pesquisa, profissionais que geralmente tem como a palma a sua única linha de pesquisa, diferentemente do Brasil, que seus pesquisadores se vêem diante de grandes lacunas no conhecimento que o nordeste brasileiro oferece, sendo persuadidos muitas vezes a seguir linhas de pesquisa com outras plantas forrageiras, além da palma.

Mesmo diante dos diversos empecilhos, a cultura da palma forrageira no nordeste brasileiro tem progredido significativamente em termos de tecnologia, principalmente nas áreas de manejo (espaçamento e colheita), nutrição mineral (adubação nitrogenada e fosfatada), utilização em dietas para animais, e em um segundo plano, nas áreas da entomologia, fitopatologia e genética.

Santos et al., (2010), relatou que através do melhoramento genético aliado a otimização do manejo da cultura, incrementos consideráveis na produtividade puderam ser alcançados, com elevações nas produções de 42 para 200 t/ha de massa fresca nas décadas de 1970 e 2000, respectivamente.

A grande maioria dos estudos efetuados no nordeste brasileiro tem como foco principal determinar doses de fertilizantes, assim como espaçamentos de plantio, freqüências e intensidades de colheita mais adequadas, sendo as recomendações geradas a partir desses ensaios medidas paliativas para a elevação da produtividade

dos palmis. Nesse cenário, Dubeux et al., (2006) relataram que a produção de massa seca da palma forrageira, assim como a eficiência de utilização da adubação nitrogenada pode ser elevada quando populações de 40.000 plantas por hectare foi utilizada. Nascimento (2008) constatou efeito marcante do espaçamento de plantio e das doses de fósforo sobre a elevação da produtividade da palma forrageira. Faria et al., (2005) também observaram maiores produções de artigos de palma forrageira em menores espaçamentos de plantio.

Considerando as características químicas e físicas de grande parte dos solos do semi-árido nordestino, a utilização da adubação orgânica (esterco de animais) torna-se uma saída promissora como forma de fornecimento de nutrientes para a cultura da palma forrageira. Contudo, apesar da ampla aceitação, sua utilização pode apresentar algumas limitações, como a disponibilidade nas propriedades e a ampla variabilidade em sua qualidade (LEITE, 2009). Apesar dos entraves anteriormente citados, diversos autores relataram incrementos substanciais na produção de biomassa da palma forrageira quando o esterco foi utilizado como fonte de fertilizante (Santos et al., 1996; Santos et al., 2000; Santos et al., 2007) ratificando sua viabilidade. A associação entre tipos de adubações (“química” e orgânica) tem-se demonstrado mais promissora no fornecimento de nutrientes para a palma forrageira (Leite, 2009; Santos et al., 1996) pois, as fontes, assim como a velocidade de disponibilização desses nutrientes para a planta, são distintas e teoricamente acompanham a velocidade de crescimento da palma forrageira.

Poucas plantas forrageiras cultivadas no semi-árido nordestino apresentam a mesma importância socioeconômica que a palma forrageira. Tal planta forrageira exerce grande influência sobre os sistemas de produção de ruminantes nessa região, de modo que as dimensões da área cultivada nas propriedades leiteiras são responsáveis muitas vezes por controlar o fluxo de animais da propriedade.

Utilizada como grande parte do “volumoso” em dietas de pequenos e grandes ruminantes, a palma forrageira é a responsável por suprir principalmente a maior parte das exigências hídricas dos animais nos períodos mais secos do ano. Nesse contexto, diversos autores já relataram diminuições no consumo de água por ruminantes quando alimentados com palma forrageira (BEN SALEM et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007; BISPO et al., 2007).

Na bacia leiteira do estado de Alagoas, a palma da variedade miúda já foi amplamente utilizada para pastejo. Outra forma de utilização da palma que é peculiar do estado é o seu fornecimento no campo, onde as plantas são distribuídas inteiras e próximas aos locais de descanso, onde os animais têm acesso para consumi-la, porém esse tipo de operação eleva os desperdícios, uma vez que preferencialmente os animais consomem apenas os cladódios mais tenros. Para Santos et al. (2005) em Pernambuco a forma mais comum de utilização da Palma forrageira é através da picagem por meio de facão ou por máquina forrageira, logo depois sendo fornecida no cocho.

Devido a sua composição química, a Palma forrageira quando utilizada como alimento exclusivo em rações, os animais podem vir apresentar distúrbios como: diminuição da ruminação, redução do teor de gordura do leite, diarreia e perda de peso (Wanderley et al., 2002; Sosa et al., 2005), ainda assim a palma forrageira é capaz de substituir mesmo que parcialmente alguns ingredientes comumente utilizados em rações para ruminantes como milho, fenos e silagens de poaceas). Os distúrbios digestivos decorrentes da utilização exclusiva da palma forrageira podem ser corrigidos através da adição de alimentos fibrosos e ou de alimentos concentrados, para que os animais venham a apresentar um desempenho satisfatório.

Devido ao crescente número de ensaios, de maneira geral limites de inclusão da palma forrageira em dietas para ruminantes puderam ser estabelecidos. Para vacas em lactação observa-se que as recomendações dos níveis oscilam entre 25 a 50% (Oliveira et al., 2007; Cavalcanti et al., 2008; Wanderley et al., 2002), e para ovinos e bovinos em crescimento os valores oscilam de 50% até a substituição integral (TORRES et al., 2009; BISPO et al., 2007; MATTOS, 2009).

2.3 Melhoramento genético da palma forrageira

O melhoramento genético da palma para fins forrageiros iniciou-se há pouco tempo, principalmente quando comparado a outras culturas agrícolas como o milho, soja e a cana-de-açúcar, que possuem programas de melhoramento que vem sendo realizados há décadas e possuem também uma base técnica - científico mais consolidada. Não diferentemente de outras culturas agrícolas, alguns entraves cercam a cultura da palma como: produtividade, resistência a pragas e doenças, valor nutritivo, produção de frutos, sabor de frutos, arquitetura de planta, dentre outras.

Durante 25 anos o naturalista e geneticista vegetal Luther Burbank reuniu espécies de cactos (*Opuntia spp.*) procedentes de diversos locais do mundo, e durante esse tempo observou, selecionou e realizou cruzamentos dirigidos, obtendo assim espécies sem espinhos (MONDRAGÓN-JACOBO e PERÉZ-GONZÁLES, 2003). Ainda segundo os autores, Burbank viu um enorme potencial nos cactos para os sistemas produtivos nas zonas áridas e semi-áridas do mundo, após o desenvolvimento dessas variedades, um intenso comércio foi feito em cima delas, e o material foi exportado para diversos países, inclusive para o Brasil. Segundo Simões et al. (2005) duas importações foram feitas pelo Brasil, uma por Herman Lundgren em Pernambuco, e outra pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) que destinou mudas para o Juazeiro da Bahia, Paraíba e Ceará.

Para Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2003), a hibridação natural entre espécies distintas de *Opuntia* é comum e esta relacionada com o nível de ploidia, e representa uma das maiores causas da diversidade. Os habitantes do México desempenharam um importante papel no melhoramento da palma, pois através da seleção de plantas mais vigorosas e aquelas que possuíam frutos mais saborosos, esses fatores influenciaram na seleção de fenótipos superiores aos selvagens (PIMIENTA BARRIOS e MUÑOZ-URIAS, 2001).

No México, o melhoramento genético é feito basicamente nas espécies de *Opuntia* selvagens e ou híbridos naturais e ou em cruzamentos dirigidos. Para Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2003), as flores de *Opuntia* são

hermafroditas, e ainda podem ser emasculadas e isoladas com certa dificuldade para a realização de cruzamentos controlados. Algumas técnicas de hibridação de *Opuntias* foram descritos por Mondragón e Borderlon (1998), e posteriormente sofreram modificações.

Os programas de melhoramento genético da palma enfrentam algumas dificuldades, que são intrínsecas da planta, dentre as quais destacam-se: a capacidade de gerar sementes apomíticas e a longa fase juvenil das sementes (MONDRAGON-JACOBO, 2002). Ainda segundo o autor, a geração de sementes apomíticas, *per se* é uma grande limitação aos programas de melhoramento genético, pois esse tipo de semente gera indivíduos geneticamente iguais aos da planta mãe, impedindo assim a segregação de genes e a possibilidade de seleção. Existem em todo mundo diversos programas de melhoramento genético da Palma, com as mais diversas finalidades, inclusive para forragem. Para Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2003), os primeiros esforços de seleção e melhoramento genético careciam de uma base sólida, e atualmente países como Itália, México, África do Sul e Estados Unidos, possuem seu foco em espécies nativas.

Comparando o Brasil com outros países que possuem programas de melhoramento da Palma, pode-se dizer que tal fato ainda é novidade. Segundo Santos et al., (2005), o primeiro programa de melhoramento genético da palma foi iniciado pelo IPA em Pernambuco em meados da década de 1980, e que tinha como objetivo o aumento da diversificação genética através da introdução e geração de novos clones, e que conta atualmente com um banco de germoplasma com cerca de 1400 acessos.

2.4 Características morfológicas e suas relações como ferramentas do melhoramento genético de plantas

A caracterização morfológica de cultivares não só de Palma forrageira, mas como também em qualquer outra espécie de planta, independente da finalidade, possui grande importância, não só técnica, mas também científica. A mesma cultivar

pode apresentar-se com diversos nomes de acordo com a região onde é cultivada e também não é raro encontrar variedades distintas com o mesmo nome.

Em programas de melhoramento genético de plantas, a caracterização morfológica consiste numa ferramenta de grande importância aos fitomelhoristas, pois o conhecimento prévio de características morfológicas permite o mesmo, que se selecione cultivares com características mais produtivas. Sendo assim, a caracterização morfológica é um dos pontos chave para o sucesso no desenvolvimento de novas cultivares que atendam as demandas reais da sociedade.

O conhecimento de características morfológicas pode auxiliar também programas de conservação de recursos naturais, pois, Carranza-Sabás et al., (2004), relataram que no México existem aproximadamente 206 táxons de Palma, sendo que 126 são do subgênero *Opuntia*. O autor ainda relata que devido aos diferentes graus de domesticação dessa planta, as mesmas apresentam uma variedade muito grande de características morfológicas e finalidades.

Há décadas o critério de seleção de genótipos de Palma forrageira no nordeste brasileiro foi à caracterização relacionada à produção de biomassa. Diversas características morfológicas e estruturais, como número, área e volume de cladódios, altura e largura da planta, auxiliam em maior ou menor magnitude a produção de biomassa da planta, pois correlacionam-se positivamente com a referida característica (BATISTA et al., 2011; SANTOS et al., 1994; SILVA et al., 2011; LOBÃO et al., 2011).

Vencovsky & Barriga (1992), relatam que o estudo da natureza e a magnitude das relações existentes entre caracteres é importante, pois o melhoramento visa, no geral, aprimorar o genótipo não para caracteres isolados, mas para um conjunto de caracteres simultaneamente. Caracteres referentes à composição química-bromatológica da Palma forrageira, como os teores de fibra e massa seca foram descritos por Santos et al., (1994) como características que possuem baixa herdabilidade. Hartwig et al., (2006), relata que, se o caráter auxiliar apresentar alta herdabilidade e estiver correlacionado com o caráter de interesse com baixa herdabilidade, é muito mais vantajoso realizar seleção de modo indireto através do caráter auxiliar. Ainda segundo os autores, a seleção indireta em caracteres menos

complexos com maior herdabilidade é de fácil mensuração, e poderá resultar em maior progresso genético em relação ao uso de seleção direta.

III. MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi realizado na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – U.A CECA/UFAL, Rio Largo – Alagoas.

O clima da região é do tipo As segundo classificação climática descrita por Köppen, com sol nos meses de setembro até maio. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrocoeso (EMBRAPA, 2006). Antes da implantação do experimento amostras de solo da área experimental foram retiradas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade e analisado quanto as suas características químicas (Tabela 1). Os valores mensais de precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média e mínima, durante o período experimental podem ser observadas na Figura 1.

Com base nos resultados das características químicas do solo na camada de 20-40 cm, calculou-se a necessidade de calagem, pelo método da elevação da saturação por bases, de modo que a saturação por bases fosse elevada para 80%. Para tal utilizou-se duas toneladas por hectare de calcário dolomítico (80% PRNT), distribuídos por intermédio de implemento acoplado ao trator, e posteriormente incorporados ao solo através de uma aração.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm

| Características | 0-20 | 20-40 |
|--|-------------|--------------|
| pH (H ₂ O 1;2,5) | 5,45 | 5,28 |
| P (mgdm ³) | 4,26 | 1,47 |
| K (mgdm ³) | 28 | 12 |
| K na CTC (%) | 1,21 | 0,49 |
| Na (mgdm ³) | 10 | 6 |
| Na na CTC (%) | 0,74 | 0,42 |
| Ca+Mg (cmol _c dm ³) | 2,80 | 2,70 |
| Ca+Mg na CTC (%) | 47,34 | 43,50 |
| Ca (cmol _c dm ³) | 2,20 | 2,00 |
| Ca na CTC (%) | 37,19 | 32,22 |
| Mg (cmol _c dm ³) | 0,60 | 0,70 |
| Mg na CTC | 10,14 | 11,28 |
| Al (cmol _c dm ³) | 0,50 | 0,55 |
| H+Al (cmol _c dm ³) | 3,00 | 3,45 |
| H+Al na CTC | 50,72 | 55,58 |
| SB (cmol _c dm ³) | 2,92 | 2,76 |
| T (cmol _c dm ³) | 5,92 | 6,21 |
| V (%) | 49,28 | 44,42 |
| m (%) | 14,64 | 16,63 |

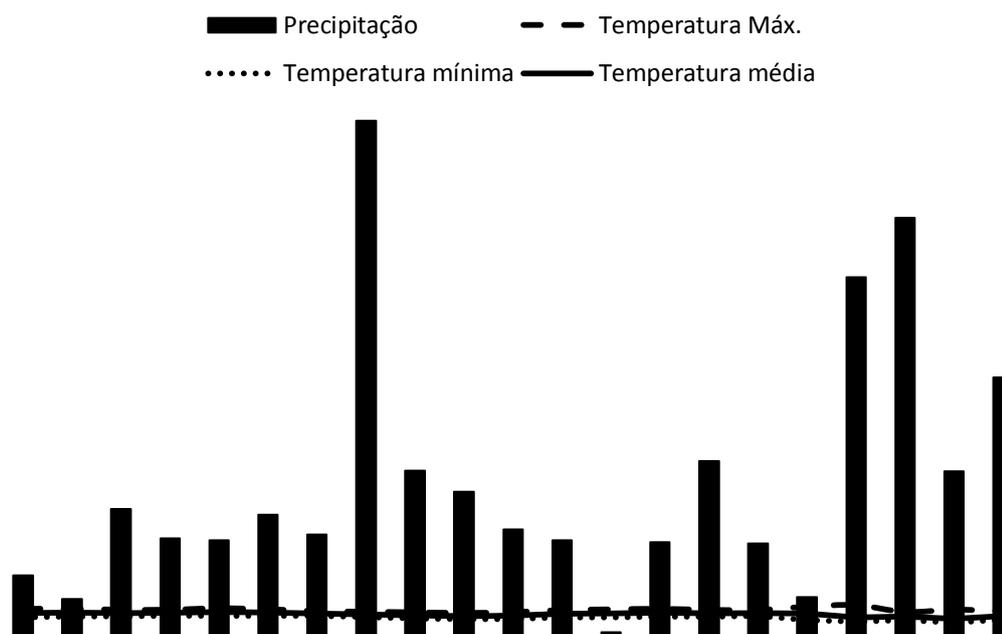


Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperatura máxima, mínima e média mensais do município de Rio Largo – Alagoas durante o período experimental. (Fonte: Estação meteorológica, CECA/UFAL)

O experimento foi conduzido num delineamento em blocos casualizados, com 24 tratamentos (variedades – Tabela 2) e quatro repetições, totalizando 96 unidades experimentais.

As parcelas experimentais foram demarcadas através de estacas de madeira e possuíam três linhas com três metros de comprimento, sendo cada linha composta por sete plantas. Os cladódios foram distribuídos nas parcelas experimentais utilizando-se para tal uma densidade de plantio de 20.000 plantas por hectare, equivalente ao espaçamento de plantio 1 x 0,50 m. A linha central de cada unidade experimental foi composta pelos cladódios das variedades avaliadas (Tabela 3), sendo que nas linhas adjacentes (bordaduras), optou-se por utilizar a variedade miúda (*Nopalea cochenillifera*) para compor as linhas.

Os cladódios das variedades utilizados no plantio foram provenientes do banco de germoplasma vivo da Secretaria de Agricultura do Estado de Alagoas situado no município de Santana do Ipanema – Alagoas.

Tabela 2. Nome comum, classificação taxonômica das variedades de Palma utilizadas no ensaio

| Nome | Classificação |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Blanco San Pedro F24 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Blanco Michoacan F8 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Blanco San Pedro V19 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Blanco Valtierra V18 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Miúda | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Negro Michoacan F7 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Negro Michoacan V7 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| <i>Nopalea</i> Aleman | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Tamazunchale V12 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Texas Nopalera V13 | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Alagoas | <i>Nopalea cochenillifera</i> |
| Chilean 1313 | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Chilean Fruit 1317 | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Clone IPA 20 | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| CPATSA 26 (IPA 26) | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Gigante | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Italiana | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Marmillon Fooder | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| México unknow | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Oaxaca F10 | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Orelha de Elefante Africana | <i>Opuntia undulata</i> |
| Redonda | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Rio Grande do Norte | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Villanueva F22 | <i>Opuntia ficus-indica</i> |

Após o corte, os cladódios permaneceram por um período de sete dias a sombra para a cicatrização dos cortes, e evitar assim a entrada de microorganismos patogênicos. O plantio dos cladódios ocorreu em Novembro de 2009, com um cladódio por cova, na posição vertical, com a parte cortada voltada para baixo, em profundidade suficiente para que um terço do cladódio ficasse coberto.

Para a adubação foram utilizadas doses de 200, 130, 100 kg de nitrogênio (uréia), P_2O_5 (superfostato simples) e K_2O (cloreto de potássio) por hectare, respectivamente, para uma densidade de plantio de 20.000 plantas por hectare (CAVALCANTI, 1999). As doses de nitrogênio e o potássio foram parcelas em duas aplicações, sendo a primeira e a segunda aplicação aos 90 e 180 dias após o plantio (Fevereiro e Maio de 2010, respectivamente).

Foram realizadas capinas manuais seguidas de aplicações de herbicidas de pré-emergência. A aplicação do herbicida foi efetuada com auxílio de pulverizador costal, onde a dosagem utilizada foi a de seis litros por hectare.

Antes da colheita determinou-se a altura e largura média das plantas. A altura foi determinada pela medição da planta a partir do nível do solo até o cladódio mais alto, e largura média das plantas, pela medição do ponto mais distante entre as extremidades da planta, ambos com o auxílio de fita métrica.

Aos 20 meses após o plantio, três plantas por parcela das linhas centrais foram colhidas inteiras, preservando-se apenas o cladódio proveniente do plantio. As plantas foram levadas para uma bancada, onde as mesmas foram seccionadas, e seus cladódios foram devidamente marcados e separados por ordem de aparecimento (primário, secundário, terciário e quaternário). Nos cladódios foram medidos seus comprimentos e larguras (ambos em centímetros), mensuração essa, realizada na região mais comprida e larga do cladódio respectivamente. A espessura (cm) foi medida com auxílio de paquímetro, na borda mediana do cladódio. Após realização das medidas os cladódios foram pesados em balança digital. Foram determinadas as seguintes características: número de cladódios, peso médio, área média, volume médio de cladódios, produção de massa fresca, volume total e índice de área de cladódio. O número de cladódios foi obtido através da contagem dos mesmos, a produção de massa fresca total (t/ha) foi calculada pela multiplicação do peso médio total por planta, pela densidade de plantas por hectare. A área de cladódio média (cm²) foi estimada utilizando a fórmula matemática para o cálculo da área da elipse, excetuando-se apenas as variedades Redonda e Orelha de elefante africana, em que para as estimativas das áreas dos seus cladódios foi utilizada a fórmula matemática para cálculo da área do círculo. Sendo as fórmulas:

$$\text{Área da Elipse} = \{(C/2) \times (L/2)\} \times \pi$$

$$\text{Área do círculo} = \pi \times (L/2)^2$$

Em que:

C = Comprimento de cladódio em centímetros

L = Largura de cladódio em centímetros

$\pi = 3,141592$

$(L/2)^2 =$ equivalente ao raio em centímetros

O índice de área de cladódio foi obtido pela razão da área total dos cladódios dividido pela área ocupada pela planta. Estimou-se também o volume de cladódio (cm³) médio e total, multiplicando-se o valor da área de cladódio pela espessura de cladódio.

As amostras dos cladódios utilizados para as determinações de massa seca foram coletadas logo após o término das avaliações das plantas em cada parcela. Para tal retirou-se cladódios das diferentes ordens em cada parcela, os quais foram lavados com água destilada e posteriormente secados com papel toalha absorvente e picados com auxílio de facões. Daí retirou-se amostras de aproximadamente 800 gramas, e que foram levadas a uma estufa de circulação de ar, onde foram submetidas a uma temperatura de 55°C por um período de 120 horas, para secagem total do material. Após secagem as amostras foram pesadas e a partir dos dados de pesagem do material seco foi possível calcular o teor de massa seca parcial da planta (Peso seco/Peso verde x 100).

A produção de massa seca total foi obtida pela multiplicação das produções de massa fresca pelos respectivos teores de massa seca e divididos por cem.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Foi realizada análise de correlação entre o peso e o comprimento, largura, espessura, área e volume dos cladódios, onde o número de observações pode ser observado na Tabela 3. O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi calculado da seguinte forma:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \cdot \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

Em que:

y = corresponde ao peso dos cladódios

x = corresponde ao comprimento, largura, espessura, área e volume dos cladódios.

Sendo a significância das correlações avaliada pelo teste t.

Tabela 3. Número de observações (n) em cladódios de variedades de palma forrageira

| Variedade | n |
|-----------------------------|----------|
| Blanco San Pedro F24 | 357 |
| Blanco Michoacan F8 | 205 |
| Blanco San Pedro V19 | 151 |
| Blanco Valtierra V18 | 146 |
| Miúda | 208 |
| Negro Michoacan F7 | 289 |
| Negro Michoacan V7 | 195 |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 292 |
| Tamazunchale V12 | 250 |
| Texas Nopalera V13 | 253 |
| Alagoas | 72 |
| Chilean 1313 | 65 |
| Chilean Fruit 1317 | 71 |
| Clone IPA 20 | 89 |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 86 |
| Gigante | 129 |
| Italiana | 156 |
| Marmillon Fooder | 86 |
| México unknow | 44 |
| Oaxaca F10 | 31 |
| Orelha de Elefante Africana | 56 |
| Redonda | 105 |
| Rio Grande do Norte | 69 |
| Villanueva F22 | 71 |

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a característica número de cladódios primários (Tabela 4), houve diferenças ($P < 0,01$) entre as variedades avaliadas. Os maiores valores médios para a referida característica foram obtidos pelo grupo formado pelas variedades Texas Nopalera V13 (5,33), Blanco San Pedro F24 (4,41), Blanco Michoacan F8 (4,50) e Negro Michoacan V7 (4,61). Valores intermediários foram observados nas variedades Orelha de Elefante Africana (3,37), Miúda (3,33), Italiana (3,66), Negro michoacan F7 (3,70) e Alagoas (4,04). Nas demais variedades foram observadas os menores valores médios, com destaque para a variedade Rio Grande do Norte, que apresentou menor número de cladódios primários (1,25).

O número elevado de cladódios primários das variedades Texas Nopalera V13, Blanco San Pedro F24, Blanco Michoacan F8 e Negro Michoacan V7, está relacionado ao hábito de crescimento das variedades, uma vez que essas possuem hábitos de crescimento semelhantes (aberto), o que possibilita a emergência de novos cladódios, não só no ápice do cladódio “mãe”, mas também nas suas bordas laterais. Variedades que possuem hábito de crescimento entre os tipos ereto e semi-aberto como Gigante, Rio Grande do Norte, Clone IPA-20, CPATSA 26, Nopalea Aleman e Tamazunchale V12, preconizam a emergência de cladódios em sua grande maioria no ápice do cladódio “mãe”, o que gera de certa forma um menor número de cladódios primários, como pode ser observado na Tabela 4. O baixo número de cladódios emergidos no ápice do cladódio “mãe” pode indicar um mecanismo de prevenção a possíveis competições intra-específica entre os cladódios primários, não somente por fatores de crescimento (água, luz e nutrientes), mas também por espaço físico, uma vez que diferentemente de outras plantas forrageiras, os cladódios são componentes botânicos que possuem maior rigidez, quando comparados com lâminas foliares e colmos de poaceas.

Tabela 4. Número de cladódios primários (NCP), número de cladódios secundários (NCS), número de cladódios terciários (NCT), número de cladódios quaternários (NSQ), número de cladódios total e coeficientes de variação em variedades de palma forrageira

| Variedade | NCP | NCS | NCT | NCQ | Total |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Blanco San Pedro F24 | 4,41 a | 11,50 a | 12,25 b | 2,75 a | 30,00 a |
| Blanco Michoacan F8 | 4,50 a | 8,50 b | 12,66 b | 3,25 a | 28,70 a |
| Blanco San Pedro V19 | 3,27 b | 8,39 b | 12,00 b | 0,93 b | 24,33 b |
| Blanco Valtierra V18 | 3,00 c | 10,50 a | 8,00 c | 0,00 b | 20,62 b |
| Miúda | 3,33 b | 8,66 b | 8,33 c | 1,12 b | 21,33 b |
| Negro Michoacan F7 | 3,70 b | 10,54 a | 16,54 a | 3,95 a | 34,62 a |
| Negro Michoacan V7 | 4,61 a | 12,22 a | 13,55 b | 4,00 a | 32,50 a |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 2,29 c | 10,16 a | 16,58 a | 5,62 a | 34,66 a |
| Tamazunchale V12 | 1,83 c | 8,45 b | 20,25 a | 4,66 a | 35,75 a |
| Texas Nopalera V13 | 5,33 a | 10,75 a | 14,12 b | 2,12 a | 32,16 a |
| Alagoas | 4,04 b | 4,25 c | 0,25 d | 0,00 b | 8,41 c |
| Chilean 1313 | 2,12 c | 3,37 c | 2,62 d | 0,00 b | 7,54 c |
| Chilean Fruit 1317 | 1,87 c | 3,83 c | 3,00 d | 0,00 b | 7,95 c |
| Clone IPA 20 | 2,08 c | 5,00 c | 3,50 d | 0,00 b | 10,25 c |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 1,66 c | 4,00 c | 3,29 d | 0,00 b | 8,75 c |
| Gigante | 2,50 c | 4,91 c | 3,87 d | 0,00 b | 10,58 c |
| Italiana | 3,66 b | 6,33 c | 4,37 d | 0,00 b | 13,00 c |
| Marmillon Fooder | 2,66 c | 4,83 c | 1,79 d | 0,00 b | 9,08 c |
| México unknow | 2,33 c | 5,00 c | 2,83 d | 2,00 a | 11,50 c |
| Oaxaca F10 | 1,50 c | 2,83 c | 2,16 d | 0,00 b | 6,00 c |
| Orelha de Elefante Africana | 3,37 b | 2,41 c | 0,00 d | 0,00 b | 5,66 c |
| Redonda | 2,87 c | 6,08 c | 3,00 d | 0,37 b | 12,08 c |
| Rio Grande do Norte | 1,25 c | 3,62 c | 4,12 d | 0,50 b | 8,62 c |
| Villanueva F22 | 1,54 c | 2,87 c | 3,37 d | 0,25 b | 7,91 c |
| CV (%) | 27,52 | 23,88 | 35,52 | 139,62 | 19,69 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$).

Houve diferenças ($P < 0,01$) entre as variedades para a característica número de cladódios secundários (Tabela 4). Pode-se observar que as variedades Nopalea Aleman, Blanco Valtierra V18, Negro Michoacan F7, Texas Nopalera V13, Blanco San Pedro F24 e Negro Michoacan V7 apresentaram os maiores valores médios para esta variável. As variedades Blanco San Pedro V19, Tamazunchale V12, Blanco Michoacan F8 e Miúda apresentaram valores médios intermediários para cladódios secundários. As demais variedades, não diferiram estatisticamente entre si, porém apresentaram os menores valores médios para a característica número de cladódios secundários, sendo as variedades Orelha de Elefante Africana e Oaxaca F10, aquelas que apresentaram valores médios de menor magnitude.

As variedades Texas Nopalera V13, Negro Michoacan V7, Blanco San Pedro F24 e Blanco Michoacan F8, apresentaram os maiores valores médios para a característica número de cladódios primários (Tabela 4), o que pode ter se refletido no maior número de cladódios secundários. Com o aumento no número de cladódios primários, houve elevação no número de aréolas da planta, estruturas que, segundo Hills (2001), equivalem a gemas axilares, e que em condições ambientais adequadas podem dar origem a novos cladódios, assim, pode-se atribuir a essa característica o maior número de cladódios secundários para as variedades citadas.

Observaram-se diferenças ($P < 0,01$) para a característica número de cladódios terciários entre as variedades estudadas (Tabela 4). As variedades Blanco San Pedro F24, Blanco Michoacan F8, Blanco San Pedro V19, Negro Michoacan F7 e V7, Nopalea Aleman, Tamazunchale V12 e Texas Nopalera V13, apresentaram valores médios mais elevados entre as variedades avaliadas. Já as variedades Blanco Valtierra V18 e Miúda diferiram estatisticamente ($P < 0,01$) do grupo formado pelas variedades anteriormente citadas, apresentaram valores intermediários. As demais variedades formaram o grupo das palmas que apresentaram menor número de cladódios terciários, sendo que para a variedade Orelha de Elefante Africana não observou-se essa hierarquia de cladódios.

O maior número de cladódios terciários observados nas variedades Tamazunchale V12, Nopalea Aleman, Negro Michoacan F7 e o grupo formado pelas variedades Blanco San Pedro F24 e V19, Blanco Michoacan F8, Texas Nopalera

V13 e Negro Michoacan V7, pode ser consequência do maior número de cladódios secundários apresentados por essas variedades (Tabela 4).

As variedades Nopalea Aleman e Tamazunchale V12, apresentam características fenotípicas semelhantes (observações de campo) e destacam-se pelo elevado número de cladódios terciários (Tabela 4), uma vez que possuem proporcionalmente 47,83 e 56,64% respectivamente, do seu número total de cladódios, pertencentes à ordem dos terciários. Aproxima-se desses valores apenas a variedade Negro Michoacan F7 (47,77%).

Para a característica número de cladódios quaternários, houve diferenças ($P < 0,01$) entre as variedades, tendo sido observados apenas dois grupos (Tabela 4). As variedades México unknow, Texas Nopalera V13, Blanco San Pedro F24, Blanco Michoacan F8, Negro Michoacan F7 e V7, Tamazunchale V12 e Nopalea Aleman foram semelhantes entre si, e superiores as demais variedades.

Dentre as variedades pertencentes ao grupo com menor número de cladódios quaternários, destacam-se as palmas Villanueva F22, Redonda, Rio Grande do Norte, Blanco San Pedro V19 e Miúda, pela presença de cladódios dessa ordem, não tendo sido observados cladódios quaternários nas demais variedades que compõem o grupo.

Considerando os gêneros aos quais as variedades são pertencentes (*Opuntia* e *Nopalea*), em 81,81% das variedades do gênero *Nopalea* observou-se a ocorrência de cladódios quaternários, em detrimento das variedades do gênero *Opuntia* (30,76 %).

O elevado valor do coeficiente de variação para a característica número de cladódios quaternários (139,62%) é devido a não ocorrência desse tipo de ordem em todas as plantas avaliadas nas parcelas e entre os blocos. A idade das plantas no momento da colheita (20 meses), também pode ter contribuído para diminuição da ocorrência, uma vez que a idade de colheita preconizada pela literatura é cerca de 24 meses, o que dependendo da variedade, poderia ser tempo suficiente para a emergência dos cladódios dessa ordem.

Quanto ao número de cladódios totais, observou-se diferença ($P < 0,01$) entre as variedades (Tabela 4), sendo essas distintas em três grupos. O grupo composto pelas variedades Blanco Michoacan F8, Blanco San Pedro F24, Texas Nopalera

V13, Negro Michoacan V7, Negro Michoacan F7, Nopalea Aleman e Tamazunchale V12, apresentou maior número de cladódios totais (Tabela 4). As variedades Orelha de elefante africana e Oaxaca F10, apresentaram valores médios de menor magnitude. Observa-se a superioridade de grande parte das variedades do gênero *Nopalea*, em relação aquelas do gênero *Opuntia* (Tabela 4). Também, Leite (2009) e Silva et al. (2010), relataram a superioridade do gênero *Nopalea* (variedade Miúda), sobre as demais variedades avaliadas no ensaio.

O número de cladódios tanto totais quanto por ordem, possui relevância não só morfofisiológica, mas também sobre alguns aspectos de ordem técnica. Devido ao fato da palma forrageira ser usualmente propagada por partes vegetativas (cladódios inteiros), variedades que possuem maior número de cladódios, teriam maior facilidade no que tange ao processo de multiplicação das mudas das variedades e ou de clones gerados por programas de melhoramento genético. O aumento no volume de produção de mudas com o aumento do número de cladódios da planta garantiria de certa forma o aumento da abrangência de programas de distribuição de mudas entre agricultores e ou pecuaristas, o que beneficiaria a pecuária.

Tratando-se de cladódios destinados ao plantio, seguindo-se a recomendação proposta por Santos et al., (2010), os cladódios devem ser da porção mediana da planta, devendo ser evitados os cladódios terminais. Daí, observando-se a distribuição dos cladódios do gênero *Nopalea* em relação ao *Opuntia*, a porção intermediária do primeiro engloba os cladódios pertencentes às ordens secundárias e terciárias, sendo que no gênero *Opuntia* engloba principalmente as ordens primárias e secundárias. Portanto, diante dessa assertiva pode-se inferir que as variedades do gênero *Nopalea*, possuem maior rendimento de mudas que o gênero *Opuntia*, sendo necessário assim que menores áreas do palmar sejam destinadas ao plantio, aumento a oferta de alimento para os animais da propriedade. Nesse cenário, a proporção dos palmais destinados a venda e a utilização na alimentação dos animais da propriedade poderia ser também poderia ser significativamente incrementada, já que menores áreas dos palmais poderiam ser destinadas a formação de novas áreas.

Para a característica peso de cladódio primário, houve diferença ($P < 0,01$) entre as variedades (Tabela 5), tendo sido observados dois grupos. As variedades do gênero *Nopalea*, excetuando-se apenas *Nopalea aleman*, *Tamazunchale V12* e *Alagoas*, possuíram os menores valores para a referida característica. As demais variedades formaram o grupo no qual foi observado maior peso de cladódio primário. Os cladódios primários são aqueles que apresentam idade mais avançada na planta, e com o passar do tempo tendem a cessar o aumento de área, elevando de maneira significativa a espessura. O espessamento dessa ordem de cladódio ocorre principalmente devido a elevação do peso das ordens subsequentes, acarretando não só na lignificação da epiderme do cladódio, (conferindo-lhe um aspecto “lenhoso”), mas também dos tecidos parenquimáticos. Ratificando a afirmativa, Akin et al., (1973), relata que com o envelhecimento do vegetal ocorre espessamento e lignificação das paredes celulares, principalmente na região dos feixes vasculares.

Houve diferenças ($P < 0,01$) entre os tratamentos, para a característica peso de cladódios secundários, tendo sido observados três grupos (Tabela 5).. Entre as variedades do gênero *Nopalea*, apenas na variedade *Alagoas* observou-se valores médios semelhantes às variedades do gênero *Opuntia* (456,47 g). De forma geral, as variedades do gênero *Opuntia* apresentaram valores médios mais elevados, tendo sido observado na palma Clone IPA – 20, maior peso de cladódios secundários (690,48 g).

Tabela 5. Peso de cladódios primários (PCP), peso de cladódios secundários (PCS), peso de cladódios terciários (PCT), peso cladódios quaternários (PCQ) e coeficientes de variação em variedades de palma forrageira

| Variedade | PCP* | PCS | PCT | PCQ |
|-----------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| Blanco San Pedro F24 | 370,44 b | 213,38 c | 225,67 c | 226,60 a |
| Blanco Michoacan F8 | 310,19 b | 266,52 c | 267,57 c | 141,57 a |
| Blanco San Pedro V19 | 332,19 b | 255,77 c | 215,84 c | 139,40 a |
| Blanco Valtierra V18 | 398,82 b | 264,49 c | 192,72 c | 0,00 b |
| Miúda | 294,51 b | 245,52 c | 157,08 c | 59,89 b |
| Negro Michoacan F7 | 410,41 b | 290,06 c | 259,65 c | 196,99 a |
| Negro Michoacan V7 | 354,98 b | 302,77 c | 207,79 c | 225,13 a |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 644,30 a | 249,98 c | 160,65 c | 81,11 a |
| Tamazunchale V12 | 614,16 a | 362,56 c | 180,53 c | 93,81 a |
| Texas Nopalera V13 | 349,70 b | 257,04 c | 241,76 c | 131,58 a |
| Alagoas | 586,96 a | 456,47 b | 86,00 c | 0,00 b |
| Chilean 1313 | 710,50 a | 601,65 a | 512,68 b | 0,00 b |
| Chilean Fruit 1317 | 566,79 a | 429,42 c | 310,15 c | 0,00 b |
| Clone IPA 20 | 842,21 a | 690,48 a | 564,20 b | 0,00 b |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 711,25 a | 636,06 a | 599,50 b | 0,00 b |
| Gigante | 835,70 a | 564,13 a | 650,85 a | 0,00 b |
| Italiana | 586,73 a | 537,86 b | 560,80 b | 0,00 b |
| Marmillon Fooder | 571,55 a | 456,67 b | 355,52 a | 0,00 b |
| México unknow | 651,83 a | 547,70 b | 520,21 b | 137,87 a |
| Oaxaca F10 | 968,41 a | 653,93 a | 852,77 a | 0,00 b |
| Orelha de Elefante Africana | 746,38 a | 532,53 b | 0,00 c | 0,00 b |
| Redonda | 718,95 a | 606,46 a | 473,72 b | 83,75 a |
| Rio Grande do Norte | 800,87 a | 474,13 b | 434,73 b | 107,50 a |
| Villanueva F22 | 736,38 a | 583,85 a | 728,57 a | 146,00 a |
| CV (%) | 25,13 | 18,36 | 36,55 | 122,22 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em gramas.

Para a característica peso de cladódios terciários e quaternários, houve diferença ($P < 0,01$) entre as variedades. Nas variedades Gigante, Villanueva F22 e Oaxaca F10, observaram-se os maiores valores médios entre os tratamentos, como médias da ordem de 650,85, 728,57 e 852,77 g por cladódio terciário. Não observou-se cladódios terciários na variedade Orelha de Elefante africana.

Tratando-se das variedades do gênero *Opuntia*, apenas as variedades Redonda, Rio Grande do Norte, México unknow e Villanueva F22, apresentaram valores médios para a característica peso de cladódios quaternários, sendo estas juntamente com as variedades do gênero *Nopalea* (com exceção da variedade Alagoas e Blanco Valtierra) o grupo de tratamentos em que observaram-se os maiores valores médios.

Vale ressaltar que os altos valores dos coeficientes de variação, observados na característica peso de cladódios quaternários (Tabela 5), são devido não só da baixa ocorrência dessa ordem nas plantas, mas também nas diferentes idades que essa ordem possuía numa mesma planta. Na ocasião das avaliações, os mesmos não foram classificados e separados em cladódios em expansão e completamente expandidos, o que acarretou em variações nos pesos dos cladódios da mesma ordem.

Houve diferenças ($P < 0,01$) entre as variedades para área de cladódios primários (dois grupos), área de cladódios secundários (três grupos) e área de cladódios terciários (quatro grupos – Tabela 6).

A característica área de cladódios primários (Tabela 6) apresentou efeito semelhante ($P < 0,01$) às características peso de cladódios primários e secundários, havendo novamente a predominância das variedades do gênero *Opuntia* (com maiores valores observados) em relação ao gênero *Nopalea* (com menores valores observados). As variedades Gigante, Oaxaca F10 e Tamazunchale V12 destacaram-se dentre o grupo de variedades em que observaram-se os maiores valores médios, com valores de 365,32, 378,83 e 457,40 cm² por cladódio, respectivamente. Ainda tratando-se da mesma característica, com exceção das variedades Chilean fruit 1317, Marmillon Fooder, México unknow e Redonda, as demais variedades que apresentaram os menores valores médios, pertencem ao gênero *Nopalea*.

Para a área de cladódios secundários as variedades, Chilean 1313, Italiana, Clone IPA – 20, CPATSA 26, Gigante e Oaxaca F10, formaram os grupos de tratamentos em que observou-se as maiores médias, sendo que, para área de cladódios terciários as variedades CPATSA 26, Italiana, Gigante, Oaxaca F10 e Villanueva F22 destacaram-se como grupo com valores médios de maior magnitude.

Tabela 6. Área de cladódios primários (ACP), área de cladódios secundários (ACS), área de cladódios terciários (ACT), área de cladódios quaternários (ACQ) e coeficientes de variação de variedades de palma forrageira

| Variedade | ACP* | ACS | ACT | ACQ |
|-----------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| Blanco San Pedro F24 | 290,01 a | 151,72 c | 190,90 c | 203,38 a |
| Blanco Michoacan F8 | 137,32 b | 149,94 c | 185,08 c | 115,84 a |
| Blanco San Pedro V19 | 138,29 b | 188,06 c | 197,64 c | 117,80 a |
| Blanco Valtierra V18 | 205,76 b | 200,61 c | 182,68 c | 0,00 b |
| Miúda | 119,84 b | 155,13 c | 129,33 c | 69,59 b |
| Negro Michoacan F7 | 152,82 b | 178,88 c | 208,22 c | 172,21 a |
| Negro Michoacan V7 | 165,30 b | 177,65 c | 162,42 c | 177,09 a |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 216,83 b | 175,59 c | 173,48 c | 95,20 a |
| Tamazunchale V12 | 457,40 a | 251,66 b | 163,88 c | 123,73 a |
| Texas Nopalera V13 | 197,84 b | 176,71 c | 195,64 c | 309,85 a |
| Alagoas | 275,89 a | 284,69 b | 60,47 d | 0,00 b |
| Chilean 1313 | 285,31 a | 335,49 a | 305,22 b | 0,00 b |
| Chilean Fruit 1317 | 204,82 b | 203,93 c | 181,41 c | 0,00 b |
| Clone IPA 20 | 266,83 a | 340,97 a | 360,48 b | 0,00 b |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 279,70 a | 322,48 a | 399,80 a | 0,00 b |
| Gigante | 365,32 a | 327,23 a | 444,95 a | 0,00 b |
| Italiana | 252,62 a | 310,22 a | 401,46 a | 0,00 b |
| Marmillon Fooder | 210,49 b | 229,07 c | 153,62 c | 0,00 b |
| México unknow | 223,34 b | 281,36 b | 299,12 b | 172,26 a |
| Oaxaca F10 | 378,83 a | 399,14 a | 503,97 a | 0,00 b |
| Orelha de Elefante Africana | 306,21 a | 296,92 b | 0,00 d | 0,00 b |
| Redonda | 241,33 b | 257,57 b | 257,95 c | 49,97 b |
| Rio Grande do Norte | 308,63 a | 268,70 b | 303,98 b | 73,33 b |
| Villanueva F22 | 262,34 a | 287,61 b | 479,51 a | 115,64 a |
| CV (%) | 39,86 | 16,65 | 32,24 | 129,82 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em cm^2

Para área de cladódios quaternários, houve diferença ($P < 0,01$) entre as variedades. As variedades Villanueva F22 e México Unknow foram às únicas variedades do gênero *Opuntia*, que se inseriram entre as variedades em que observaram-se as maiores médias. No grupo de variedades com menores médias para área de cladódios quaternários, apenas as variedades Redonda ($49,97 \text{ cm}^2$), Miúda ($69,59 \text{ cm}^2$), e Rio Grande do Norte ($73,33 \text{ cm}^2$), apresentaram valores médios, sendo que as demais variedades desse grupo não apresentaram cladódios quaternários.

Observando-se os dados apresentados na Tabela 4 (número de cladódios), nota-se que no gênero *Nopalea* os cladódios estão distribuídos principalmente nas ordens secundária e terciária, sendo que no gênero *Opuntia*, há uma predominância das ordens primária e secundária. Ordens inferiores de cladódios (primários principalmente) com o avanço da idade (além de outros fatores) tendem a diminuir sua capacidade fotossintética, em decorrência da lignificação da epiderme dos cladódios, e a perda progressiva da coloração esverdeada, podendo ser atribuído principalmente a diminuição da quantidade de cloroplastos do órgão. Uma maior área fotossintética distribuída entre as ordens secundária e terciária pode ser uma vantagem para a planta, uma vez que essas ordens provavelmente não teriam sua capacidade fotossintética severamente afetada, pois a colheita das plantas poderia ocorrer em um momento anterior ao acontecimento desse evento. Uma maior distribuição dos cladódios em ordens superiores, além de evitar um auto-sombreamento, evitaria também que plantas invasoras sombreassem a maior parte da superfície fotossintética da planta (principalmente no gênero *Nopalea*).

Para as características volume de cladódios primários, secundários e terciários (Tabela 7), houve diferenças ($P < 0,01$) entre os tratamentos. Assim como para as características área de cladódios primários e secundários (Tabela 6), houve predominância das variedades do gênero *Opuntia* no grupo em que observam-se os maiores valores médios para volume de cladódios primários, secundários e terciários. No grupo de variedades em que observaram-se as maiores médias para a característica volume de cladódios primários, destacaram-se os tratamentos Oaxaca F10, Gigante e CPATSA 26 que apresentaram valores médios de 1009,72, 979,99, 888,22 cm^3 por cladódio primário. Para a característica volume de cladódio primário,

as variedades do gênero *Nopalea*, como exceção das variedades Alagoas, *Nopalea* Aleman e Tamazunchale V12, formaram o grupo de variedades com menores valores médios.

Apenas a variedade Alagoas, dentre as *Nopalea*, apresentou valores semelhantes ($P>0,01$) às variedades do gênero *Opuntia* para volume de cladódio secundário (Tabela 7).

Para volume de cladódios terciários as variedades Gigante, Villanueva F22, Clone IPA – 20 e Oaxaca F10 apresentaram maiores valores médios entre os tratamentos. Valores considerados intermediários puderam ser observados nas variedades Rio Grande do Norte, Chilean 1313, México unknow, Italiana e CPATSA 26. Nas demais variedades observaram-se as menores médias. Quanto ao volume de cladódios quaternários, apenas as variedades do gênero *Opuntia*, México unknow, Redonda, Rio Grande do Norte e Villanueva F22, apresentaram valores médios para essa característica, sendo que para o gênero *Nopalea*, apenas as variedades Blanco Valtierra V18 e Alagoas não apresentaram valores para a referida característica. No grupo de variedades em que observaram-se os maiores valores médios, destaca-se o tratamento México Unknow ($284,65 \text{ cm}^3$) e Negro Michoacan V7 ($255,86 \text{ cm}^3$), e entre o grupo com as menores médias, destaca-se o tratamento Miúda ($66,68 \text{ cm}^3$).

Tabela 7. Volume de cladódios primários (VCP), volume de cladódios secundários (VCS), volume de cladódios terciários (VCT), volume de cladódios quaternários (VCQ) e coeficientes e variação de variedades de palma forrageira

| Variedade | VCP* | VCS | VCT | VCQ |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Blanco San Pedro F24 | 413,45 b | 259,20 c | 254,38 c | 213,42 a |
| Blanco Michoacan F8 | 329,66 b | 333,78 c | 274,70 c | 167,25 a |
| Blanco San Pedro V19 | 354,28 b | 313,48 c | 245,81 c | 178,50 a |
| Blanco Valtierra V18 | 452,59 b | 288,38 c | 324,76 c | 0,00 b |
| Miúda | 384,82 b | 288,92 c | 176,62 c | 66,68 b |
| Negro Michoacan F7 | 444,73 b | 377,48 c | 293,85 c | 202,58 a |
| Negro Michoacan V7 | 440,16 b | 331,92 c | 228,62 c | 255,86 a |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 750,45 a | 292,25 c | 201,19 c | 77,38 b |
| Tamazunchale V12 | 719,09 a | 379,75 c | 170,72 c | 132,24 a |
| Texas Nopalera V13 | 365,86 b | 292,21 c | 265,63 c | 148,83 a |
| Alagoas | 721,18 a | 482,58 b | 78,61 c | 0,00 b |
| Chilean 1313 | 788,59 a | 711,28 a | 535,63 b | 0,00 b |
| Chilean Fruit 1317 | 696,47 a | 506,99 b | 269,73 c | 0,00 b |
| Clone IPA 20 | 855,72 a | 784,52 a | 814,38 a | 0,00 b |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 888,22 a | 784,52 a | 660,84 b | 0,00 b |
| Gigante | 979,99 a | 670,03 a | 694,43 a | 0,00 b |
| Italiana | 695,09 a | 633,55 a | 608,85 b | 0,00 b |
| Marmillon Fooder | 694,83 a | 537,83 a | 211,91 c | 0,00 b |
| México unknow | 759,36 a | 659,43 a | 602,35 b | 284,65 a |
| Oaxaca F10 | 1009,72 a | 735,99 a | 841,86 a | 0,00 b |
| Orelha de Elefante Africana | 604,27 b | 419,21 b | 0,00 c | 0,00 b |
| Redonda | 591,87 b | 470,12 b | 358,69 c | 71,47 b |
| Rio Grande do Norte | 875,08 a | 554,67 a | 492,60 b | 83,59 b |
| Villanueva F22 | 791,66 a | 681,07 a | 749,36 a | 115,64 a |
| CV (%) | 23,77 | 21,96 | 34,60 | 87,09 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em cm^3

Para o índice de área de cladódio, houve diferenças ($P < 0,01$) entre as variedades (Tabela 8). Nas variedades Negro Michoacan F7 e Tamazunchale V12 apresentaram índice de área de cladódio de 1,33 e 1,36 respectivamente, sendo este grupo aquele com maior média entre os tratamentos. Valores intermediários foram observados nas variedades Blanco San Pedro V19 (0,89), Blanco Michoacan F8 (0,95), Nopalea Aleman (1,08), Negro Michoacan V7 (1,10), Texas Nopalera V13 (1,11) e Blanco San Pedro F24 (1,16). O grupo formado pelas variedades Alagoas, Chilean 1313, Chilean Fruit 1317, CPATSA 26, Marmillon Fooder, Oaxaca F10, Orelha de Elefante Africana, Rio Grande do Norte e Villanueva F22, apresentou os menores valores médios entre os tratamentos. Dubeux Júnior et al., (2006), avaliando a interação dos fatores espaçamento, local, adubação fosfatada e nitrogenada com o Clone – IPA 20, observou valores de IAC, variando de 0,02 a 0,77.

O IAF influencia diretamente no uso da radiação fotossinteticamente ativa como consequência, a fotossíntese e a produção de massa seca (SANTOS, 2009). A Palma forrageira quando comparada com poaceas e leguminosas forrageiras, apresenta um baixo índice de área de cladódio, o que acarreta principalmente em menores produções de biomassa por unidade de área, já que essas características possuem alta correlação (OLIVEIRA et al., 2007). Por possuir um baixo índice de área de cladódio, a Palma forrageira é uma cultura sensível a competição por recursos abióticos (luz, nutrientes e água) com plantas daninhas, uma vez que a cultura não recobre de maneira eficiente o solo, necessitando assim que sejam realizadas capinas periódicas. Nobel (2001) menciona valores de IAC de até cinco, vale ressaltar também, que o referido autor preconiza que a área dos cladódios seja calculada como o dobro, haja vista que o cladódio possui duas faces, elevando dessa forma os valores de IAC obtidos.

Tabela 8. Índice de área de cladódio (IAC), volume total de cladódios (VT) e coeficientes de variação em variedades de palma forrageira

| Variedade | IAC | VT* |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| Blanco San Pedro F24 | 1,16 b | 8088,01 a |
| Blanco Michoacan F8 | 0,95 b | 8145,14 a |
| Blanco San Pedro V19 | 0,89 b | 6803,67 a |
| Blanco Valtierrilla V18 | 0,80 c | 6367,59 b |
| Miúda | 0,57 d | 5239,45 b |
| Negro Michoacan F7 | 1,33 a | 11189,49 a |
| Negro Michoacan V7 | 1,10 b | 9485,66 a |
| Nopalea Aleman | 1,08 b | 7759,11 a |
| Tamazunchale V12 | 1,36 a | 8963,04 a |
| Texas Nopalera V13 | 1,11 b | 8679,49 a |
| Alagoas | 0,46 d | 5027,23 b |
| Chilean 1313 | 0,48 d | 5287,83 b |
| Chilean Fruit 1317 | 0,32 d | 3662,21 b |
| Clone IPA 20 | 0,68 c | 8101,32 a |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 0,56 d | 6230,06 b |
| Gigante | 0,75 c | 7686,79 a |
| Italiana | 0,82 c | 8161,86 a |
| Marmillon Fooder | 0,41 d | 4852,62 b |
| México unknow | 0,65 c | 7411,55 a |
| Oaxaca F10 | 0,50 d | 4842,82 b |
| Orelha de Elefante Africana | 0,33 d | 2954,07 b |
| Redonda | 0,60 c | 5736,14 b |
| Rio Grande do Norte | 0,48 d | 4886,98 b |
| Villanueva F22 | 0,49 d | 5169,19 b |
| CV (%) | 23,30 | 22,62 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em cm^3

Comparando-se os gêneros, apenas as variedades Clone IPA – 20, Italiana, México Unknow e Gigante (*Opuntia*), foram inseridas no grupo de variedades que possuíram os valores médios mais elevados ($P < 0,01$), sendo as demais variedades do referido grupo pertencente ao gênero *Nopalea*, com exceção das variedades Blanco Valtierra V18, Miúda e Alagoas.

As características referentes ao volume dos cladódios têm sido apontadas como variáveis preditoras para estimativas não-destrutivas de peso de cladódios ou até mesmo de produção total de massa fresca (BATISTA et al., 2011; SILVA et al. 2011; LOBÃO et al. 2011). Silva et al. (2011), observaram maiores coeficientes de correlação com o peso de cladódios, quando os mesmos foram correlacionados com o volume dos cladódios.

Diferentemente das poaceas e leguminosas forrageiras, os órgãos responsáveis pela fotossíntese da palma (cladódios), possuem espessura considerável, por possuir o tecido parenquimatoso e medula formados por tecidos suculentos (HILLS, 2001). O volume de cladódios é uma característica que sofre influência direta da espessura média dos cladódios, sendo essa característica uma possível representação tanto do estado de turgidez dos cladódios, assim como do acúmulo de compostos orgânicos no parênquima do cladódio. Cladódios primários possuem individualmente maior volume, quando comparados com outras ordens de cladódio da planta. Portanto, por ocasião da colheita a preservação dos cladódios primários poderia beneficiar de certa forma a planta, de modo que o maior volume individual dessa ordem de cladódio pode ser um indicativo de maiores quantidades de compostos orgânicos, imprescindíveis para dar celeridade no processo de rebrotação. Em adição, a preservação dessa ordem de cladódio, acarretaria em um maior índice de área de cladódio remanescente, auxiliando concomitantemente a utilização de reservas orgânicas, no tocante do processo de brotação de novos artículos, conforme relatado por Farias et al., (2000).

A superioridade média das variedades do gênero *Opuntia* sobre as do gênero *Nopalea*, tratando-se de características individuais de cladódios, pôde ser reduzida, devido principalmente ao número superior de cladódios que o gênero *Nopalea* possui. Desse modo, pode-se inferir que haja um mecanismo de compensação entre tamanho e densidade de cladódios, a ponto de manter um equilíbrio ou até mesmo fazer com

que as variedades do gênero *Nopalea* superem em termos médios as do gênero *Opuntia*.

Para a característica produção de massa fresca total (Tabela 8), houve diferenças ($P < 0,01$) entre os tratamentos. As variedades do gênero *Nopalea*, *Nopalea* Aleman, Blanco San Pedro F24, Blanco Michoacan F8, Tamazunchale V12, Texas Nopalera V13, Negro Michoacan V7, Negro Michoacan, e as do gênero *Opuntia*, Clone IPA – 20, Gigante, Italiana e Redonda, foram superiores as demais variedades.

As variedades Negro Michoacan V7, Negro Michoacan F7 e Tamazunchale V12, diferiram ($P < 0,01$), dos demais grupos, para a característica produção de massa seca total (Tabela 8). As variedades Blanco San Pedro V19 (8,86), *Nopalea* Aleman (10,58), Blanco San Pedro F24 (10,58), Texas Nopalera V13 (11,14) e Blanco Michoacan F8 (11,78), apresentaram valores médios intermediários entre os tratamentos. No grupo em que foram observados os menores valores médios, destacam-se as variedades Chilean 1313 e Rio Grande do Norte, com 4,45 e 5,04 t/ha, respectivamente.

O número total, bem como o peso e a área dos cladódios possuem correlação positiva com a produção de massa seca (Dubeux et al., 2006). Apesar do gênero *Opuntia*, em nível de cladódio superar o gênero *Nopalea*, de maneira geral os maiores valores para número de cladódios totais, IAC e volume total do gênero *Nopalea* possibilitaram a elevação das produções de massa fresca e seca de grande parte das variedades desse gênero.

A produção de massa fresca da Palma forrageira (Tabela 9) por vezes tem sua importância desconsiderada. Tal característica é de grande relevância no que tange os aspectos técnicos e econômicos de uma propriedade rural. Por ser uma característica de fácil visualização e aferição, a produção de massa fresca no semi-árido brasileiro é utilizada principalmente como base de cálculo para dimensionamento do número e do fluxo de animais na propriedade rural.

Notadamente, são relatados na literatura que variedades do gênero *Opuntia* são superiores para a característica produção de massa fresca que as do gênero *Nopalea* (Miúda) (ARAÚJO, 1974; LIMA, 1974; LEITE, 2009). No entanto, quando comparadas em termos de produção de massa seca, os resultados se equivalem (SANTOS et al. 2002).

De maneira geral as cultivares de *Opuntia ficus-indica*, toleram secas mais intensas, quando comparadas com a cultivar Miúda (SANTOS et al., 2010). Sendo assim, diante da afirmativa, variedades do gênero *Nopalea* demonstram possuir exigências climáticas superiores aos do gênero *Opuntia*, sendo as condições climáticas da Zona da Mata do estado de Alagoas, suficientes para supri-las, o que acarretou em maiores valores médios para a característica produção de massa fresca e seca de grande parte das variedades do gênero.

As adaptações morfofisiológicas a estresses climáticos mais eficientes do gênero *Opuntia* quando comparadas com as do gênero *Nopalea*, podem ter sido parcialmente inativadas, diante das condições climáticas prevalentes, fazendo com que as plantas dependessem apenas da sua capacidade de captação de energia luminosa (IAC), de CO₂, e nutrientes.

Tabela 9. Produção de massa fresca total, produção de massa seca total e coeficientes de variação de características em variedades de palma forrageira

| Variedade | PMV* | PMS* |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| Blanco San Pedro F24 | 141,25 a | 10,58 b |
| Blanco Michoacan F8 | 144,17 a | 11,78 b |
| Blanco San Pedro V19 | 118,96 b | 8,86 c |
| Blanco Valtierra V18 | 106,90 b | 8,54 c |
| Miúda | 86,45 b | 7,35 c |
| Negro Michoacan F7 | 190,31 a | 14,17 a |
| Negro Michoacan V7 | 168,22 a | 13,33 a |
| Nopalea Aleman | 132,72 a | 10,58 b |
| Tamazunchale V12 | 157,87 a | 16,08 a |
| Texas Nopalera V13 | 163,63 a | 11,14 b |
| Alagoas | 86,78 b | 6,31 d |
| Chilean 1313 | 93,70 b | 5,25 d |
| Chilean Fruit 1317 | 69,16 b | 4,45 d |
| Clone IPA 20 | 135,47 a | 8,59 c |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 106,34 b | 6,67 d |
| Gigante | 133,46 a | 8,43 c |
| Italiana | 140,36 a | 8,20 c |
| Marmillon Fooder | 91,86 b | 5,59 d |
| México unknow | 119,98 b | 7,63 c |
| Oaxaca F10 | 91,40 b | 5,78 d |
| Orelha de Elefante Africana | 74,99 b | 6,07 d |
| Redonda | 144,06 a | 8,29 c |
| Rio Grande do Norte | 85,26 b | 5,04 d |
| Villanueva F22 | 92,35 b | 5,74 d |
| CV (%) | 20,89 | 23,25 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em t/ha

Observando-se as características referentes ao número de cladódios e as suas dimensões (área e volume), pode-se realizar inferências sobre a adaptabilidade de ambos os gêneros a estresses climáticos. As variedades do gênero *Opuntia*, como descritos anteriormente, possuem valores médios superiores para características individuais de peso (Tabela 5), área (Tabela 6) e volume (Tabela 7) de cladódios, sendo observado apenas de maneira geral um menor número de cladódios (Tabela 4), quando comparados com o gênero *Nopalea*. As variedades de *Opuntia ficus-indica* conforme afirmativa de Santos et al., (2010), toleram secas mais intensas, esse fato denota estar intimamente ligada não só adaptações morfofisiológicas comumente relatadas, mas também ao número e as dimensões dos seus cladódios.

Apesar de possuir área de cladódio individual, superior ao gênero *Nopalea*, o gênero *Opuntia* apresenta menor área total, o que reflete em um menor IAC. Assim, o gênero *Opuntia*, conseqüentemente possui menor quantidade total de estômatos, o que de certa forma poderá contribuir para a sobrevivência da planta, uma vez que, potencialmente uma menor quantidade de água poderá ser perdida para a atmosfera. Cladódios com maiores dimensões (área e volume), comumente observados no gênero *Opuntia*, ao serem submetidos principalmente a temperaturas elevadas (comuns em zonas áridas e semi-áridas), necessitariam de maiores quantidades de energia para superaquecer, do que os cladódios de variedades do gênero *Nopalea*, evitando assim, principalmente a desidratação e desnaturação de proteínas e outros compostos orgânicos.

Nota-se na Tabela 10 que houve diferenças entre as variedades para altura de planta ($P < 0,01$), diferentemente da característica largura de planta, onde não foram observadas diferenças ($P > 0,01$). Houve predominância das variedades do gênero *Opuntia* sobre as do gênero *Nopalea* para a característica altura de planta. As variedades Texas Nopalera (73,41 cm), Negro Michoacan F7 (78,66 cm), Tamazunchale V12 (83,29 cm) e *Nopalea Aleman* (84,70 cm), apresentaram valores semelhantes ($P > 0,01$) as variedades do gênero *Opuntia*, sendo estas as únicas representantes do gênero no referido grupo. Na variedade Clone IPA – 20, observou-se maior altura de plantas (90,83 cm), diferentemente da variedade Orelha de Elefante Africana, em que observou-se as menores médias (54,00 cm). As variedades Orelha de Elefante Africana e Redonda, foram as únicas representantes do gênero

Opuntia, no grupo de tratamentos em que observou-se as menores médias. SILVA et al. (2010), observou valores médios de 90,1 cm de altura, em 50 clones de palma forrageira, como valores máximos e mínimos, de 127,3 e 45,2 cm, respectivamente.

O hábito de crescimento das variedades tem influência sobre a altura das plantas. Plantas com hábito de crescimento ereto tendem a serem mais altas, do que aquelas com hábitos de crescimento que vão de semi-aberto a aberto.

Conforme descrito, as variedades do gênero *Nopalea*, são plantas de menor estatura, quando comparadas com as do gênero *Opuntia*. Plantas de baixa estatura tendem a sofrer uma maior competição por fatores de crescimento, principalmente por luz com plantas invasoras, necessitando assim que um número maior de capinas seja efetuada, podendo causar reflexos negativos sobre a rentabilidade do sistema.

Tabela 10. Altura de plantas (ALT), largura de plantas (LAR) e coeficientes de variação de características em variedades de palma forrageira

| Variedade | ALT* | LAR* |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| Blanco San Pedro F24 | 71,04 b | 89,50 a |
| Blanco Michoacan F8 | 68,37 b | 82,79 a |
| Blanco San Pedro V19 | 65,94 b | 83,05 a |
| Blanco Valtierra V18 | 58,00 b | 80,37 a |
| Miúda | 61,12 b | 76,25 a |
| Negro Michoacan F7 | 78,66 a | 93,87 a |
| Negro Michoacan V7 | 68,05 b | 90,44 a |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 84,70 a | 85,54 a |
| Tamazunchale V12 | 83,29 a | 94,54 a |
| Texas Nopalera V13 | 73,41 a | 95,50 a |
| Alagoas | 57,54 b | 76,70 a |
| Chilean 1313 | 75,93 a | 76,58 a |
| Chilean Fruit 1317 | 75,62 a | 73,62 a |
| Clone IPA 20 | 90,83 a | 93,08 a |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 86,83 a | 83,75 a |
| Gigante | 85,50 a | 92,91 a |
| Italiana | 82,75 a | 90,83 a |
| Marmillon Fooder | 84,29 a | 75,96 a |
| México unknow | 75,83 a | 96,16 a |
| Oaxaca F10 | 85,83 a | 84,00 a |
| Orelha de Elefante Africana | 54,00 b | 72,12 a |
| Redonda | 68,41 b | 89,12 a |
| Rio Grande do Norte | 85,00 a | 78,00 a |
| Villanueva F22 | 85,20 a | 77,25 a |
| CV (%) | 11,15 | 17,78 |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$). * - em cm.

As características comprimento, largura, espessura, área e volume de cladódio, apresentaram correlação positiva com o peso dos cladódios (Tabela 11).

A variedade Miúda apresentou os maiores coeficientes de correlação entre as variedades avaliadas (0,80) para a característica comprimento de cladódio, por outro lado, a variedade Gigante foi aquela que apresentou menores coeficientes (0,48). Para a correlação entre a largura e o peso do cladódio, as variedades Redonda e Villanueva F22, apresentaram os maiores coeficientes (0,81 e 0,83, respectivamente), sendo a variedade *Nopalea Aleman*, a que apresentou os menores coeficientes (0,30).

A espessura dos cladódios foi à característica que apresentou os menores coeficientes de correlação entre as características avaliadas, a ponto de não serem detectadas significâncias, como observado nas variedades Orelha de Elefante Africana, Marmillon Fooder e Villanueva F22. A variedade *Nopalea Aleman*, apresentou o maior coeficiente (0,75) e a variedade Italiana a que apresentou os menores coeficientes (0,18).

A conformação dos cladódios pode de certa forma, influenciar os valores dos coeficientes de correlação entre os caracteres morfológicos e o peso dos cladódios. Mondragón-Jacobo (2002), caracterizando morfológicamente cladódios de palma do gênero *Opuntia*, classificou os cladódios como podendo ser redondos, ovais ou oblongos. Normalmente observa-se que em cladódios oblongos (Miúda e Tamazunchale V12, por exemplo), a largura dos cladódios representa aproximadamente 50% do comprimento do cladódio, podendo essa proporção variar de acordo com a idade do cladódio, assim como sua ordem. Em cladódios que assumem forma oval ou redonda (Villanueva F22 e Redonda, respectivamente), a proporção tende a assumir valores acima de 50%. Corroborando com a afirmativa, observando-se as variedades que possuem as respectivas formas de cladódios, Redonda, Villanueva F22 e Miúda, os coeficientes de correlação foram mais altos para largura dos cladódios nas duas primeiras variedades (0,81 e 0,83, respectivamente) e para a palma Miúda os coeficientes de correlação foram mais altos para o comprimento (0,80). Portanto, em estudos que visam selecionar caracteres morfológicos como forma de predição de outras características (peso e ou

área, por exemplo), a classificação preliminar da forma do cladódio poderá ser um indicativo acerca de qual e ou quais características devem ser o foco da pesquisa.

Observando-se os coeficientes de correlação entre a espessura e o peso dos cladódios, entre os gêneros (*Opuntia* e *Nopalea*), nota-se que as variedades do gênero *Nopalea*, possuem maiores valores médios do coeficiente (0,53), quando comparados ao gênero *Opuntia* (0,30). Conforme descritos anteriormente, as variedades do gênero *Opuntia* individualmente possuem maiores valores de peso, área e volume dos cladódios, quando comparados ao gênero *Nopalea*.

Os maiores valores dos coeficientes de correlação entre o peso e a espessura dos cladódios, do gênero *Nopalea* sobre o *Opuntia*, são um indicativo das possíveis lacunas entre características morfológicas que ambos os gênero possuem.

A espessura é o valor utilizado para a base de cálculo do volume dos cladódios, e tem influência direta sobre essa característica. A elevação da espessura dos cladódios do gênero *Nopalea*, acarretaria em um conseqüente aumento do volume dos mesmos, como pode ser observado na Tabela 11, o volume foi à característica que apresentou os maiores coeficientes de correlação entre os demais caracteres. Sendo assim, com o aumento do volume dos cladódios de variedades do gênero *Nopalea*, pode-se obter uma maior produção de biomassa pela planta, uma vez que variedades desse gênero, normalmente apresentam menores produções de massa fresca, quando comparadas aos do gênero *Opuntia*.

Tabela 11. Coeficientes de correlação de Pearson, entre caracteres morfológicos e o peso de cladódios de variedades de palma forrageira

| Variedade | COMP | LARG | ESP | VOL | ÁREA |
|-----------------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|-------------|
| Blanco San Pedro F24 | 0,62*** | 0,53*** | 0,47*** | 0,85*** | 0,62*** |
| Blanco Michoacan F8 | 0,70*** | 0,55*** | 0,35*** | 0,82*** | 0,68*** |
| Blanco San Pedro V19 | 0,57*** | 0,51*** | 0,51*** | 0,90*** | 0,58*** |
| Blanco Valtierra V18 | 0,64*** | 0,51*** | 0,62*** | 0,91*** | 0,61*** |
| Miúda | 0,80*** | 0,41*** | 0,61*** | 0,89*** | 0,72*** |
| Negro Michoacan F7 | 0,56*** | 0,56*** | 0,58*** | 0,89*** | 0,60*** |
| Negro Michoacan V7 | 0,73*** | 0,72*** | 0,52*** | 0,90*** | 0,76*** |
| <i>Nopalea</i> Aleman | 0,72*** | 0,30*** | 0,75*** | 0,87*** | 0,63*** |
| Tamazunchale V12 | 0,68*** | 0,54*** | 0,66*** | 0,90*** | 0,71*** |
| Texas Nopalera V13 | 0,55*** | 0,61*** | 0,43*** | 0,77*** | 0,62*** |
| Alagoas | 0,73*** | 0,57*** | 0,36*** | 0,85*** | 0,76*** |
| Chilean 1313 | 0,70*** | 0,69*** | 0,30*** | 0,89*** | 0,76*** |
| Chilean Fruit 1317 | 0,63*** | 0,62*** | 0,22* | 0,88*** | 0,76*** |
| Clone IPA 20 | 0,52** | 0,41*** | 0,40*** | 0,67*** | 0,50*** |
| CPATSA 26 (IPA 26) | 0,55*** | 0,65*** | 0,52*** | 0,85*** | 0,64*** |
| Gigante | 0,48*** | 0,59*** | 0,22** | 0,76*** | 0,61*** |
| Italiana | 0,68*** | 0,76*** | 0,18* | 0,89*** | 0,78*** |
| Marmillon Fooder | 0,72*** | 0,68*** | 0,17 ^{ns} | 0,88*** | 0,79*** |
| México unknow | 0,55*** | 0,57** | 0,67*** | 0,93*** | 0,59*** |
| Oaxaca F10 | 0,78*** | 0,72*** | 0,37* | 0,89*** | 0,79*** |
| Orelha de Elefante Africana | 0,64*** | 0,52*** | 0,15 ^{ns} | 0,72*** | 0,57*** |
| Redonda | 0,74*** | 0,81*** | 0,30*** | 0,87*** | 0,81*** |
| Rio Grande do Norte | 0,66*** | 0,70** | 0,42*** | 0,85*** | 0,73*** |
| Villanueva F22 | 0,78*** | 0,83*** | 0,03 ^{ns} | 0,86*** | 0,85*** |

*** - P<0,001; ** - P<0,01; * - P<0,05; ns – não significativo pelo teste t.

A elevação do volume dos cladódios poderia acarretar também em consequente incremento da área dos cladódios, pois, a área, assim como a espessura dos cladódios é utilizada para cálculo do volume dos cladódios. A área dos cladódios de maneira geral apresentou juntamente com o volume, maiores coeficientes de correlação entre os caracteres morfológicos, onde valores máximos e mínimos puderam ser observados nas variedades Villanueva F22 (0,85) e Clone IPA – 20 (0,50), respectivamente. Os incrementos em produção de biomassa da planta, como a elevação do volume e por consequência da área, seria decorrente principalmente do aumento do aparato fotossintético, aumentando a captação de energia luminosa e captura de CO₂ da atmosfera.

O gênero *Nopalea* supera de maneira geral o *Opuntia* principalmente nas características IAC e volume total (Tabela 8), pelo fato de possuir em média um maior número de cladódios. Assim, pode-se inferir que programas de melhoramento genético do gênero *Opuntia*, poderiam focar seus esforços em selecionar ou gerar clones que possuíssem um maior número de cladódios (mantendo-se dimensões semelhantes), o que acarretaria em incrementos substanciais no que tange a produção de biomassa da planta. Entretanto, devido à baixa resistência das variedades locais do gênero *Opuntia* a cochonilha do carmim, os programas de melhoramento genético da planta, assim como entidades governamentais responsáveis pelo setor, devem ponderar quais são suas reais prioridades.

Fazendo-se uma analogia às teorias de resistência ao pastejo propostas por Briske (1996), observa-se que a palma poderia enquadrar-se no grupo de plantas que possuem um maior número de mecanismos de escape em detrimento aos de tolerância, que de certa forma lhe garante a sobrevivência em ambientes áridos e semi-áridos. Conferindo a palma características comuns de plantas tolerantes ao pastejo, como elevadas taxas de crescimento e produção de biomassa (elevação IAC com o aumento do número de cladódios), esse fato poderia afetar sensivelmente sua tolerância a estresses, principalmente hídricos. No entanto variedades desenvolvidas com estas características poderiam ser destinadas a regiões do semi-árido brasileiro que possuam condições climáticas mais favoráveis.

V. CONCLUSÕES

Recomenda-se o cultivo das variedades Negro Michoacan F7, Negro Michoacan V7 e Tamazunchale V12, no entanto não recomenda-se o cultivo de variedades do gênero *Opuntia* em regiões de com condições climáticas consideradas favoráveis.

Programas de melhoramento genético da palma forrageira que possuem como objetivo a geração de variedades com maior potencial de produção de biomassa devem priorizar o aumento do volume dos cladódios para variedades do gênero *Nopalea* e o aumento do número de cladódios no gênero *Opuntia*.

VI. REFERÊNCIAS

AKIN, D.E.; AMOS, H.E.; BARTON, F. E.; BURDICK, D. Rumen microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, n. 5, p. 825-828, 1973.

ANDRADE, J. C. **As palmas forrageiras em Alagoas**. Maceió: Ed. Grupo Tércio Wanderley, 1990.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1985.

ARAÚJO FILHO, J. T.; SILVA, F. G.; OLIVEIRA, J. C.; FRAGRA, A. B.; LEMOS, E. E. P. Production of dry matter in varieties of *Opuntia* in the semiarid zone of Alagoas, Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PALMA E COCHONILHA, 6., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: 2007. (CD-ROM).

ARAÚJO FILHO, J.A., Manejo de pastagens nativas no sertão cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PASTAGEM NATIVA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO, 1., 1980, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980, p. 45-58.

ARAÚJO, P. E. S.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. F. M.; SANTANA O. P.; REIS, O. V. Competição entre espécies de palma forrageira no Município de Arcoverde, PE. In.: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 11., 1974. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1974.

BARBERA, G. História e importância econômica e agroecológica. In: BARBERA, G., INGLESE, P., PIMIENTA-BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, 2001, p.1-11.

BARBERA, G., INGLESE, P., PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, 2001.

BARBERA, G.; CARIMI F.; INGLESE, P. Past and present role of the Indian-fig prickly-pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. **Economic Botany**, New York. v. 46, n. 1, p 10-22, 1992.

BATISTA, A. C. S.; CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; OLIVEIRA, L. P.; SILVA, G. M.; MACEDO, L. F. M.; MARTUSCELLO, J. A. Cultivo de Palma forrageira cultivar Miúda em sistema adensado e super adensado de plantio. In.; Congresso Brasileiro de Zootecnia, 21., 2011. **Anais...** Maceió: ABZ, 2011. (CD-ROM).

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, Pretoria, v. 51, n. 1, p. 65–73, 2004.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VERAS, 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, Viçosa, p.1902-1909, 2007.

BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (eds). **The ecology and management of grazing systems**. CAB international, 1996.

CARRANZA-SABÁS, J. A; PEÑA-VALDIVIA, C. B; REYES-AGÜERO, J. A; LUNA CAVAZOS, M; FLORES-HERNÁNDEZ, A. Caracterización morfológica *In situ* de cladodios de *Opuntia* spp. En bermejillo, durango. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v.10, n. 1, p. 75-77, 2004.

CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, F. M.; LIMA, L. E. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, Viçosa, n.4, p.689-693, 2008.

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. Recife: IPA, 1998.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste**. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisa Sociais, 1963.

DUBEUX Jr, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C. 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, n.3, p.357–372, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos** (2ª edição). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FARIAS, I.; LIRA, M. A., SANTOS, D.C.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F.; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.2, p. 341-347, 2000.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; BERTAN, I.; SILVA, G. O.; VALÉRIO, I. P.; SCHMIDT, D. A. M. Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos de Interesse em cruzamentos dialélicos de aveia branca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 273-278, 2006.

HILLS, F. S. Anatomia e morfologia. In: INGLESE, P.; BARBERA, G.; PIMIENTA BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, 2001.

LEITE, M. L. M. V. **Avaliação de clones de palma forrageira Submetidos a adubações e Sistematização de informações em propriedades do semiárido**

paraibano. Areia, PB: UFPB, 2009. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba, 2009.

LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-da-palma-forrageira, nos estudos de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.3, p. 479-481, 2001.

LOBÃO, E. S. P.; ANDRADE, A. P.; PINTO, T. F.; LIMA JÚNIOR, I. O.; TEIXEIRA FILHO, L. S.; CAMPOS, F. S.; BEZERRA, H. F. C. Modelo para a estimativa de massa verde de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). In.: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 21., 2011. **Anais...** Maceió: ABZ, 2011. (CD-ROM).

MATTOS, C. W. **Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e feno de erva sal (*Atriplex nummularia* L.) em dietas para cordeiros em confinamento.** Recife, PE: UFRPE, 2009. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

MONDRAGON-JACOBO, C. Caracterización genética de una colección de Nopal (*Opuntia* spp.) de la región centro de México. **Agricultura Técnica en México**, Texoco, v.28, n.1, p. 3-14, 2002.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; BORDELON, B. B. Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) breeding for fruit production. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**. v. 1, n.1, p. 19-35, 1996.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALEZ, H. Recursos genéticos e mejoramiento de *Opuntia* para producción de forraje. In.: MONDRAGON-JACOBO, C; PÉREZ-GONZALEZ, S; JIMÉNEZ, A. E; REYNOLDS, S. G; SÁNCHEZ, M. D. **El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje.** Rome: FAO, 2003.

NASCIMENTO, J. P. **Caracterização morfológica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica*, mill. Sob diferentes arranjos populacionais e doses de**

fósforo no semi-árido da Paraíba, Brasil. Campina Grande, PB: UFCG, 2008.
Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental In: INGLESE, P.; BARBERA, G.; PIMIENTA BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** Paraíba: SEBRAE, 2001.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, DARANA K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua Correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; MODESTO, E. C.; LIMA, L. E.; SILVA, F. M. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1419-1425, 2007.

PIMIENTA-BARRIOS, E. **El nopal tunero.** México: Editora Jalisco, 1990.

PIMIENTA-BARRIOS, E.; MUÑOZ-URIAS, A. Domesticação da *Opuntias* e variedades cultivadas. In: BARBERA, G., INGLESE, P., PIMIENTA-BARRIOS, E (Org.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** SEBRAE: FAO, P.58-61. 2001.

SANTOS, D. C, LIRA, M. A., FARIAS, I. et al. Selection of forage cactus pear genotypes resistant to the carmine cochineal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PALMA E COCHONILHA, 6., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: 2007. (CD-ROM).

SANTOS, D. C., FARIAS, I., LIRA, M A et al. A. Produção e composição química da palma forrageira cv. gigante (*Opuntia ficus – indica* Mill) sob adubação e calagem, no Agreste Semi-Árido de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.9, n.especial, p. 69-78, 1996.

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

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, V. F. Produtividade de cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. v.2, p.121-123.

SANTOS, D.C., LIRA, M. A., FARIAS, I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck.. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 12, p. 1947-1957, 1994.

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

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR. J. C; FERREIRA, M. A; CUNHA, M. V; Palma forrageira. In: MARTUSCELLO, J. A; FONSECA, D. M. (Org.). **Plantas forrageiras.** Palmas: Editora UFV, 2010.

SANTOS, N. L. **Avaliação do capim-tanzânia manejado com Diferentes IAF residuais sob lotação Rotacionada por cabras bôer x saanen.** **Dissertação de mestrado em Zootecnia.** Jaboticabal, SP: UNESP, 2009. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

SILVA, G. M.; GOMES, E. S.; GÓIS, R. L. T.; MOTA, L. F. M.; SOUZA, N. O. B.; MARTUSCELLO, J. A.; CUNHA, D. N. F. V.; Correlações do peso com medidas de comprimento, largura, espessura, área e volume de cladódios de Palma forrageira cultivar Miúda. In.: Congresso Brasileiro de Zootecnia. **Maceió – Alagoas, 2011.**

SILVA, N. G. M. **Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira. Dissertação de mestrado em Zootecnia.** Recife, PE: UFRPE, 2009. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.11, p.2389-2397, 2010.

SIMÕES, D. A., SANTOS, D.C., DIAS, F. M. Introdução da palma forrageira no Brasil. 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.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005, p 13-26.

SOSA, M. Y.; BRASIL, L. H. A.; FERREIRA, M. A. Diferentes formas de fornecimento de dietas à base de palma forrageira e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesas em lactação. **Acta Scientiarum, Animal Science**, Maringá, v.27, n.2, p.261-268, 2005.

TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; VILELA, M. S.; GUIMARÃES, A. V.; SILVA, E. C. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2264-2269, 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

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