



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA**



**DEPARTAMENTO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS**

MARIANA SANTOS DE JESUS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E
CROMOSSÔMICA EM CLONES DE DUAS ESPÉCIES DE PALMA
FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm
– Dyck)**

FEIRA DE SANTANA- BA

2013

MARIANA SANTOS DE JESUS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E
CROMOSSÔMICA EM CLONES DE DUAS ESPÉCIES DE
PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea
cochenillifera* Salm – Dyck)**

FEIRA DE SANTANA

2013

MARIANA SANTOS DE JESUS

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E
CROMOSSÔMICA EM CLONES DE DUAS ESPÉCIES DE
PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea
cochenillifera* Salm – Dyck)**

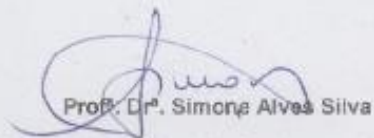
Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para a obtenção do título de mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Juan Tomás Ayala Osuna
Co-orientadora: Dra. Sandra Regina de O. D. Queiroz.

FEIRA DE SANTANA

2013

BANCA EXAMINADORA



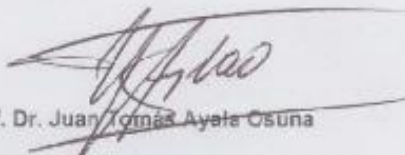
Prof. Dr. Simone Alves Silva

(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)



Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz

(Universidade do Estado da Bahia)



Prof. Dr. Juan Tomás Ayala Osuna

(Universidade Estadual de Feira de Santana)

Orientador e Presidente da Banca

Feira de Santana – BA
2013

DEDICATÓRIA

Ao meu avô (pai) (in memória) Antonio Oliveira Santos, vulgo Pombo, por me ensinar que o amor não se submete a condição alguma, que o amor existe para ser doado, sem esperar nada em troca. Pai, não há um só dia em que eu não sinta saudades suas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por todas as bênçãos concedidas.

Aos meus pais Arnaldo e Vilma (painho e mainha) que são meu porto seguro e fortaleza. Eles são as mãos que me erguem quando eu tomo e me aplaudem nos meus êxitos. A vocês dois devo tudo, obrigada pelo amor e dedicação.

Aos meus irmãos: Gabriela, Lucas, Deise e Nadja pela parceria e cumplicidade de uma vida inteira. Somos fruto da mesma semente, cultivadas no mesmo solo fértil, tão iguais e tão diferentes que muitas vezes me reconheço e me estranho nos gestos de cada um de vocês. O amor sabiamente nos juntou, e devo reconhecer que sem vocês sou apenas metade.

Aos meus familiares (A minha avó, tios (as), primos (as)) que sempre estiveram ao meu lado, em todos os momentos desta minha caminhada.

Aos irmãos de alma Anderson Carvalho e Diego Generozo pelo apoio amizade e sobre tudo paciência em todos os momentos dessa jornada. Vocês sempre estiveram comigo quando precisei e hoje são bem mais que amigos, vocês são uma parte muito importante de mim.

Aos amigos Fernando Carneiro, Melina Leite, Mara Albuquerque, Bianca Oliveira, Mateus Nogueira, Gabriela Almeida, Flaviane Araújo, Ariana Macedo, Fabio Garcia, Janilza Paixão, e todos os amigos e amigas pelo apoio incondicional e pelo companheirismo que simplificaram as dificuldades ao longo desses dois anos de caminhada.

Ao meu Orientador, Prof^o Juan Tomás Ayala Osuna, que sempre me incentivou e acreditou no meu potencial.

A minha coorientadora Sandra Regina Oliveira Domingues Queiroz, que me acolheu na unidade experimental horto florestal e despertou a minha paixão pelo melhoramento e pela palma forrageira.

Aos professores Carlos Ledo pela ajuda com as análises estatísticas e a professora Adriana Rodrigues Passos pelo apoio que me foi dado durante a fase de experimentação e discussão deste trabalho de mestrado.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram desse processo.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela formação e suporte durante a participação em congressos e eventos científicos.

Deve-se pedir em oração que a mente seja sã num corpo são. Peça uma alma corajosa que careça do temor da morte, que ponha a longevidade em último lugar entre as bênçãos da natureza, que suporte qualquer tipo de labores. Desconheça a ira, nada cobice e creia mais; certamente, o único caminho de uma vida tranquila passa pela virtude. (10.356-64).

SUMÁRIO

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Caracterização botânica, morfologia e fisiologia da palma forrageira.....	3
2.2. Centro de origem e diversificação	6
2.3. Valor nutricional	7
2.4. Cultivo e Tratos culturais	8
2.4.1. Condições climáticas	9
2.4.2. Solo e adubação	9
2.4.3. Plantio e espaçamento	11
2.5. Seleção clonal de genótipos superiores.....	12
2.6. Citogenética	15
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

CAPITULO I: AVALIAÇÃO DOS CARACTÉRES AGONÔMICOS DA PALMA FORAGEIRA	25
Resumo	26
Abstract	27
Introdução	28
Material e Método	29
Resultados e Discussão	33
Parâmetros genéticos	39
Estimativa de correlações fenotípicas	42
Conclusões	44
Referências bibliográficas	45

**CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICO
BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA 50**

Resumo 51

Abstract 52

Introdução 53

Material e Método 54

Resultados e Discussão 56

Parâmetros genéticos 62

Estimativa de correlações fenotípicas 65

Conclusões 67

Referências bibliográficas 67

**CAPÍTULO III: ANÁLISE CROMOSSÔMICA DAS ESPÉCIES DE PALMA
FORRAGEIRA *Opuntia fícus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm &**

Dyck 73

Resumo 74

Abstract 75

Introdução 76

Material e método 77

Resultados e Discussão 78

Conclusões 85

Referências bibliográficas 86

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Preparo do solo para o plantio na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS – Feira de Santana – BA, Junho de 2012	31
Figura 2. Plantio com um cladódio por cova no espaçamento 1,0 x 0,5m (ruas x plantas), Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	32
Figura 3. A – medida da altura do cladódio; B - medida do diâmetro do cladódio, C – medida da altura da planta e D - medida da largura da planta, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	32

CAPITULO III

Figura 1. A. Palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> - Salm Dyck) B. Metáfase mitótica de. C. Cariótipo mitótico ($2n = 22$ cromossomos). Clones Valente- BA	82
Figura 2. A. Palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i>) B. Metáfase mitótica. C. Cariótipo mitótico ($2n = 88$ cromossomos). Clones de Irecê- BA.....	83
Figura 3. A. Palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i>) B. Metáfase mitótica. C. Cariótipo mitótico ($2n = 88$ cromossomos). Clones de Valente-BA.....	84

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Padrões de fertilidade adotados pelo laboratório de solos da Embrapa Cruz das Almas, BA.....	30
Tabela 2. Análise de solo da Estação Experimental Horto Florestal da UEFS – Feira de Santana - BA.....	30
Tabela 3. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação experimental para: Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC), Área do cladódio em cm ² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm ² (AFT) avaliadas em clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dick) aos seis meses de plantio, cultivados em solo com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	34
Tabela 4. Valores médios, média geral, valor mínimo e máximo obtidos para Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio (CC), Largura média do cladódio (LC), Diâmetro médio do cladódio (DC) Área do cladódio em cm ² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm ² (AFT) para clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dick) aos seis meses de plantio cultivados em solo com adubação, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	35
Tabela 5. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação experimental para as características Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC) Área do cladódio em cm ² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm ² (AFT) em clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) aos seis meses de plantio cultivados em com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	36
Tabela 6. Valores médios, média geral, valos mínimo e máximo obtidos para Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT),	

Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC), Área do cladódio em cm ² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm ² (AFT) para clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) aos seis meses de plantio cultivados em solo com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.....	37
Tabela 7. Parâmetros genéticos para oito características agronômicas avaliadas em clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenilífera</i> Salm-Dyck).....	40
Tabela 8. Parâmetros genéticos para oito características agronômicas avaliadas em clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill).....	40
Tabela 9. Matriz de correlação fenotípica (r_F) entre seis características agronômicas avaliadas em clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenilifera</i> Salm-Dyck).....	43
Tabela 10. Matriz de correlação fenotípica (r_F) entre seis características agronômicas avaliadas em clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill).....	44

CAPÍTULO II

Tabela 1. Quadrados médios e coeficientes de variação experimental de três características bromatológica, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, avaliadas em clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm – Dyck) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, Novembro de 2012.....	56
Tabela 2. Médias, valor médio, mínimo e máximo de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, analisadas em cinco clones de palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm – Dyck) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, Novembro de 2012.....	57
Tabela 3. Quadrados médios e coeficientes de variação experimental de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, PB - proteína bruta, avaliadas em clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill), aos seis meses de cultivo em adubação orgânica Feira de Santana,	

Novembro de 2012.....	58
Tabela 4. Médias, valor médio, mínimo e máximo de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, avaliadas em 15 clones de palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, Novembro de 2012.....	59
Tabela 5. Parâmetros genéticos de clones de palma miúda aos seis meses de plantio cultivados em adubação orgânica - Feira de Santana, Novembro de 2012.....	62
Tabela 6. Parâmetros genéticos de clones de palma gigante aos seis meses de cultivo em adubação orgânica - Feira de Santana, Novembro de 2012.....	63
Tabela 7. Estimativa de correlações fenotípica e genotípica avaliadas em três características bromatológicas da palma miúda cultivadas em adubação orgânica - Feira de Santana, Novembro de 2012.....	65
Tabela 8. Estimativa de correlações fenotípica e genotípica avaliadas em três características bromatológicas da palma gigante cultivadas em adubação orgânica - Feira de Santana, Novembro de 2012.....	66

CAPÍTULO III

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie <i>Nopalea cochenillifera</i> coletados no município de Valente – BA.....	79
Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie <i>Opuntia ficus – indica</i> coletados no município de Irecê – BA.....	80
Tabela 3. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie <i>Opuntia ficus – indica</i> coletados no município de Valente – BA.....	81

RESUMO

O semiárido brasileiro apresenta sazonalidade na distribuição de chuvas que são concentradas em períodos curtos do ano, aliados a solos pouco profundos e pedregosos com baixo teor de matéria orgânica e capacidade de reter umidade. Diante destas limitações, tem-se intensificado nessa região o uso da palma forrageira como fonte de alimento do rebanho devido a sua alta capacidade de adaptação ao clima dessa região. Este trabalho objetivou avaliar quanto às características agronômicas, bromatológicas e cromossômicas 20 clones pré selecionados por Oliveira (2010), que fazem parte do programa de melhoramento genético da palma forrageira da universidade Estadual de Feira de Santana, existente desde Dezembro de 2008. Foram estabelecidos dois experimentos. No primeiro contendo palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck) e o segundo com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com cinco parcelas, o espaçamento foi 0,5 x 1,0 m (plantas x fileiras) e a adubação administrada de 30 t/ha⁻¹ de esterco bovino. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Para as características agronômicas, os clones de palma miúda foram inferiores em relação às testemunhas IPA-sertânia e IPA-miúda para os caracteres CC, DC e AC. Para a palma gigante, o clone 04 destacou-se em relação aos demais diferindo estatisticamente quanto ao número de cladódios por planta. Na avaliação bromatológica observou-se em média 69,91% de FDN, 13,09% de FDA e 8,49% de PB para a palma miúda. Para palma gigante os valores médios foram 45,63% FDN, 18,20% FDA e 9,18% PB. As análises cromossômicas revelaram que os números variaram de $2n=22$ na palma miúda a $2n=88$ na palma gigante, sem ocorrência de dispoloidias ou aneuploidias nas plantas analisadas. Verificou-se que os clones são bastante promissores para programas de melhoramento, e são recomendáveis para cultivo na região de Feira de Santana-BA.

Palavras-Chave: cactácea, forragem, semiárido, genótipos superiores, cariótipo.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region undergoes seasonal distribution of rainfall that is concentrated in short periods of the year, combined with shallow and stony soils with low organic matter content and ability to retain moisture. Given these limitations, has intensified in this region the use of cactus as a food source herd due to its high capacity to adapt to the climate of this region. This study evaluated for agronomic characteristics, chemical characteristics and chromosome 20 clones preselected by Oliveira 2010, forming part of the breeding program of cactus pear State University of Feira de Santana, in existence since December 2008. Two experiments were conducted. In the first containing palm girl (*Nopalea cochenillifera* & Salm Dyck) and the second with giant cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill). The experimental design was randomized blocks with five replicates, the spacing was 0.5 x 1.0 m (x plant rows) and fertilization administered 30 t/ha-1 of manure. Data were submitted to ANOVA and Tukey test ($p < 0.01$ and $p < 0.05$). For agronomic characteristics, the tiny palm clones showed no significant differences between the observed means. For the giant cactus, clone 4:06 stood out compared to the other featuring the best averages for the number of cladodes per plant. In assessing chemical was observed on average 69.91% NDF, 13.09% ADF and 8.49% CP for Palm kid. For giant cactus values were 45.63% NDF, 18.20% ADF and 9.18% PB. Chromosome analysis revealed that the numbers ranged from $2n = 22$ in the palm girl to $2n = 88$ in the giant cactus, without occurrence of dispoloidias or aneupoidias plants analyzed. It was found that clones are very promising for breeding programs, and are recommended for cultivation in the region of Feira de Santana-BA.

Key-words: cetacean, fodder, semiarid, genotypes, karyotypes.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As regiões semiáridas são fortemente marcadas pelos frequentes períodos de estiagem que são caracterizados pela ausência, escassez, alta variabilidade espacial e temporal das chuvas (Ramos et al., 2008). No Brasil, o clima semiárido está presente em todos os estados da região Nordeste e no Norte de Minas Gerais, correspondendo a 982.563,3 km². No estado da Bahia o clima semiárido abrange 360 mil km², área que corresponde a 64% do território baiano, sendo composta por 258 municípios (Blamont et al., 2002).

As principais fontes de renda nas áreas não industrializadas, estão ligadas basicamente, à agricultura e a pecuária sendo estas viabilizadas através do melhor aproveitamento das condições climáticas da região (Ramos et al., 2008). Neste contexto, as atividades agropecuárias exercidas, são os cultivos de sequeiros (milho e feijão) e a criações de bovinos, caprinos e ovinos (Chiacchio et al., 2006). Nas áreas onde se pratica a irrigação, as atividades agrícolas são muito diversificadas a exemplo do que acontece no Vale do São Francisco.

Nos períodos chuvosos, cerca de três a quatro meses durante o ano, encontra-se forragem em quantidade e qualidade satisfatória, todavia nos períodos de seca, ocorre uma drástica redução na disponibilidade de forragem, bem como no valor nutricional da mesma. Os longos períodos de seca dificultam o cultivo de espécies forrageiras perenes de alto potencial produtivo, comprometendo a produção de leite e carne (Lima et al., 2004).

O rebanho de bovinos, ovinos e caprinos existentes na Região Nordeste do Brasil baseia-se na utilização de pastagens nativas ou cultivadas. Entretanto, as condições climáticas e manejo inadequado da vegetação terminam por limitar a produção de forragem, restando aos produtores à utilização de alimentos alternativos, adaptados à região (Torres, 2008). As cactáceas têm sido largamente utilizadas, sobretudo a palma forrageira, que consiste em uma fonte energética de grande potencialidade para a nutrição dos animais (Tosto et al., 2007).

A palma é a cactácea de maior importância no mundo, e sua utilização não se limita apenas a forragem, sendo também cultivada como frutífera, verdura, hospedeira da cochonilha do carmim, ornamental, fitoterápica etc. (Lira et al., 2006). Em muitas regiões

semiáridas do planeta, tem crescido a importância da palma forrageira na alimentação dos rebanhos, principalmente por sua alta resistência à estiagem, alta produção de matéria seca por unidade de área, eficiência no uso da água (Veras et al., 2002), aliada à alta palatabilidade, produção de biomassa e tolerância à salinidade (Sampaio et al., 2005).

A área de cultivo da palma no Nordeste brasileiro é de mais de 400 mil hectares, sendo a maior parte em Pernambuco e Alagoas. Na Bahia, a palma forrageira faz parte do rol de atividades agrícolas de sequeiro do semiárido, para suprir a falta de forragem para os animais nos períodos longos de seca (Chiacchio et al., 2006).

Duas espécies de palma são basicamente cultivadas para fins forrageiros: *Opuntia ficus-indica* Mill. com as cultivares gigante e redonda e *Nopalea cochenillifera* Salm - Dyck, cuja cultivar é a palma miúda ou doce. Essas cultivares são consideradas como um excelente alimento energético, já que possui 70 a 75% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Santos et al., 2006). Quanto à composição bromatológica, a palma apresenta, em média, teores de fibra bruta de 8,0 % a 13,0 %, (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1999) e baixo teor de proteína bruta de 5,61% (Santos et al., 2012).

Para suprir o período de déficit hídrico, a produção de ensilagem do material tem sido uma alternativa cada vez mais adotada pelos produtores de carne e, principalmente, de leite, para terem disponibilidade de forragem de alta qualidade durante o ano todo (Medeiros et al., 2004). Os sistemas de produção da palma sofrem influências de diversos fatores, tais como: clima, atributos do solo, tamanho da propriedade, disponibilidade de mão-de-obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, custos de aquisição de insumos, pragas e doenças, cultivo consorciado ou solteiro, espaçamento utilizado, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, entre outros (Cortazar & Nobel, 1991; Dubeux Jr. & Santos, 2005).

Além dos tratamentos culturais, a avaliação dos parâmetros genéticos dos clones de palma forrageira, torna possível traçar estratégias para aumentar a produtividade desta planta por meio do melhoramento (Santos, 1992). O Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) realiza trabalhos de melhoramento com esta forrageira desde 1985, tendo liberado uma cultivar em 1998.

Atualmente existem algumas linhas de melhoramento da palma forrageira que visam, quase sempre, obter clones com alta produtividade e resistência a pragas. Contudo,

trabalhos de melhoramento visando elevar o valor nutricional da planta ainda são escassos (Araújo & Menezes, 2005).

Os resultados obtidos com a coleta, avaliação e seleção de germoplasma forrageiro, demonstram que o uso racional dos recursos forrageiros adaptados e selecionados é viável. Combinados com a pastagem nativa, esses recursos permitem aumentar a eficiência e a sustentabilidade, e, ainda, fortalecer o processo produtivo dos rebanhos da região Nordeste (Sousa, 2005).

A realização de pesquisas contribui para agregar valor a essas espécies, que poderão ser exploradas como alternativa alimentar e/ou fonte de renda complementar para os agricultores familiares que vivem nas regiões semiáridas do mundo (Assunção et al., 2008). A exploração das Opuntiales para forragem pode perfeitamente responder às necessidades econômicas e ambientais de regiões com baixa precipitação chuvosa contribuindo para o desenvolvimento social nestas regiões (Chiacchio et al., 2006).

Diante do exposto, objetiva-se neste trabalho avaliar 20 clones de palma forrageira, pré-selecionados por Oliveira 2010, pertencentes às espécies *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck, quanto as suas características agronômicas, bromatológicas e cromossômicas, visando testar a superioridade dos clones.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização botânica, morfologia e fisiologia da palma forrageira

As espécies conhecidas como palma forrageira pertencem à Divisão: Embryophyta, Sub-divisão: Angiospermea, Classe: Dicotyledoneae, Sub-classe: Archiclamideae, Ordem: Opuntiales e família Cactácea. Para esta família, são relatados 178 gêneros com aproximadamente 2.000 espécies conhecidas. No entanto, nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, encontram-se as espécies de palma mais utilizadas com fins forrageiros (Scheinvar, 2012).

A morfologia das espécies de *Opuntia* é muito peculiar, sendo resultante das adaptações evolutivas ocorridas dentro deste grupo. Entre as características mais marcantes, destaca-se a presença de aréolas com pelos e espinhos, um caule suculento com uma epiderme verde, a falta de folhas copadas e frutos constituídos por uma baga simples e

carnácea, formada por um ovário inferior fundido em tecido de caule do receptáculo (Scheinvar, 2012). O fruto apresenta-se com diferentes formas, cores e sabor delicado (Cantwell, 2001).

No Nordeste brasileiro, existem basicamente duas espécies de palma com importância forrageira: a palma gigante e a palma miúda. A palma gigante, popularmente conhecida como graúda ou azeda, pertence à espécie *Opuntia ficus-indica* Mill. Estas plantas apresentam porte bem desenvolvido e caule menos ramificado denominado cladódio. Os cladódios apresentam forma oval-elíptica ou sub-ovalada, com coloração verde-fosco (Silva & Santos, 2006). A Palma miúda ou doce, pertence a espécie *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck, expressam porte reduzido com um caule bastante ramificado. Seus cladódios apresentam forma obovada (ápice mais largo que a base) e possui uma coloração verde brilhante muito intensa. Quanto comparada a palma gigante, esta é mais nutritiva e apreciada pelo gado (palatável), no entanto apresenta menor resistência ao estresse hídrico (Silva & Santos, 2006).

A Palma apresenta grande resistência às condições de baixa disponibilidade hídrica. Essa capacidade adaptativa deve-se principalmente ao mecanismo fotossintético da palnata e as adaptações na sua epiderme (Scheinvar, 2012). As espécies de *Opuntia*, bem como outras cactáceas, não apresentam folhas. Deste modo, todo aparato fotossintético localiza-se em seu caule modificado denominado cladódio, também conhecido como raquete ou palmatória. Estas estruturas apresentam grande quantidade de líquido, sobretudo nas regiões mais internas, que são constituídas por tecidos esbranquiçados e compactos que compõem o parênquima. Na superfície dos cladódios encontram-se os tecidos do clorênquima, que apresenta cor esverdeada, devido a presença dos cloroplastos (Loik & Nobel, 1993).

A fisiologia fotossintética ocorrida na palma segue o processo conhecido como CAM, da sigla em inglês de “Crassulaceae Acid Metabolism”, que tem sido adaptada para o português como MAC (Metabolismo Ácido das Crassulaceae) (Nobel, 1991a). Durante as mudanças evolutivas das MAC as condições ambientais conduziram essas plantas a uma condição de fotossíntese totalmente inovadora. Desse modo, a abertura dos estômatos e captação de CO₂ atmosférico ocorre durante a noite, diferentemente das plantas C3 e C4, nas quais a abertura dos estômatos e a fixação do CO₂ ocorrem durante o dia, de forma

simultânea a todo o processo de utilização da luz solar para redução do CO₂ a carboidratos (Nobel, 1988).

Durante a noite, as plantas captam o CO₂ atmosférico que reage com o fosfoenol piruvato, promovendo a formação de ácidos com cadeia de quatro carbonos, principalmente o ácido málico. A enzima fosfoenol piruvato carboxilase (conhecida como PEP carboxilase) promove estas reações e os ácidos recém-formados são estocados, nos vacúolos das células do clorênquima, ao longo da noite (Nobel, 1988). Durante o dia os ácidos são decarboxilados e o fosfoenol piruvato volta a ser regenerado e o CO₂ fixado é liberado na célula para que o processo fotossintético básico dos demais grupos de plantas continue a ocorrer nas plantas MAC durante o dia (Pimenta et al., 1993).

Essa inovação promove grande eficiência no sistema de aproveitamento de água. Isso corre porque, geralmente, durante a noite a temperatura apresenta-se mais amena quando comparado ao dia. Assim, temperaturas mais baixas promovem aumento da umidade relativa do ar e a redução da perda de água por transpiração. O controle hídrico da planta obedece ao gradiente de umidade existente entre o interior dos estômatos e o meio, onde em geral a umidade relativa está próxima de 100%. Desse modo, a planta tende a perder a menor quantidade de água possível quando a umidade relativa do ar estiver próxima do ponto de saturação (Nobel, 1988, 1991b).

A transpiração da planta também ocorre em função da temperatura: deste modo para condições de mesma umidade relativa, o aumento da temperatura promove maior perda de água. Se a temperatura cair ao ponto de condensação de orvalho, a planta pode até absorver água ao invés de perdê-la com a transpiração. Abrindo os estômatos à noite, os cladódios evitam, ainda, o aumento da temperatura interna pela insolação direta que, também, promove a perda de água (Scheinvar, 2012).

As células epidérmicas são recobertas pela camada de ceras da cutícula que confere impermeabilidade a superfície dos cladódios, exceto nos pontos de abertura, como os dos estômatos. Esta cutícula aparentemente delgada, sendo 10 a 50 vezes maior que a das folhas da maioria das plantas, com espessura entre 1 e 5 centésimos de mm. O número de estômatos presentes nos cladódios é bastante reduzido (10 a 30 por mm²), cerca de 10 vezes menor que os da maioria das plantas não MAC, assim com número de estômatos reduzidos, a planta reduz a perda de água por transpiração (Smith & Madhavem, 1982).

Em números aproximados, as MAC usam 50 a 100 kg de água para cada quilo de matéria seca; as plantas C4, de 300 a 500 kg; e as plantas C3, de 700 a 1000 kg. Deste modo, não é difícil compreender a capacidade que as Cactáceas possuem de sobreviver em locais com baixa precipitação chuvosa (Nobel, 1988).

2.2. Centro de origem e diversificação.

A palma pertence à família cactácea e compreende diversas espécies do gênero *Opuntia* e *Nopalea*. Destaca-se o México como seu centro de origem e diversidade onde se pode encontrar uma grande diversidade de espécies presente em todo o seu território (Flores, 1994). No México, desde o período pré-hispânico, a palma forrageira é utilizada na alimentação, assumindo um papel importante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e o sisal, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas neste país (Reinolds & Arias, 2004).

As razões pelas quais a planta foi introduzida no Brasil tem sido assunto de algumas controvérsias (Araujo Filho, 2000). Segundo Pessoa (1967) a cultura foi trazida pelos portugueses durante o período colonial, provavelmente vinda das Ilhas Canárias, com o objetivo de hospedar a cochonilha (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), um inseto que produz um corante vermelho (carmim) muito utilizado para tingir os tecidos.

O mais remoto registro bibliográfico brasileiro, sobre a palma forrageira, data do ano de 1893 e intitula-se Hortus Fluminensis ou Breves Notícias sobre as Plantas Cultivadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, de J. Barbosa Rodrigues, no qual o autor recomenda a utilização da palma como forragem. Porém, só no ano de 1915 a palma passou a ser utilizada com a finalidade de servir de alimento para os rebanhos de ruminantes (Pessoa, 1967). A provável data de chegada da palma no Nordeste ocorreu depois do ano de 1900, tendo o seu cultivo intensificado após o prolongado período de seca que ocorreu no ano de 1932. Neste período, o Ministério da Viação ordenou que fossem plantados diversos campos de demonstração, desde o estado do Piauí até o estado da Bahia, sendo este o primeiro grande trabalho de difusão da palma no Nordeste (Duque, 1980).

Hoje a palma forrageira faz parte do rol de atividades agrícolas de sequeiro do semiárido, para suprir a falta de forragem para os animais nos períodos longos de estiagem (Chiacchio et al., 2006).

2.3. Valor nutricional

Conhecer o valor nutricional dos alimentos empregados como forragem é imprescindível para o processo de otimização do rendimento produtivo dos rebanhos. Sendo necessário, por exemplo, no ajuste de nutrientes como proteína e energia e nas quantidades desta forragem fornecidas diariamente com base nas necessidades específicas dos animais (Gacia-Hernandez et al., 2008).

De modo geral, a palma apresenta baixos teores de matéria seca (MS) ($11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta (PB) ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro (FDN) ($26,79 \pm 5,07\%$), fibra em detergente ácido (FDA) ($18,85 \pm 3,17\%$) e teores consideráveis de matéria mineral (MM) ($12,04 \pm 4,7\%$) (Ferreira et al., 2003). Os teores de fibra bruta são considerados elevados, assim como os teores de cinza na MS, destacando-se o cálcio, 2,25 - 2,88%; potássio, 1,5 - 2,45% e fósforo, 0,10 - 0,14% (Santos et al., 2005). De acordo com Silva & Santos (2006), a palma apresenta teores razoáveis de carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, carboidratos não-estruturais e matéria mineral. Segundo Santos et al. (2012) a composição química da palma forrageira varia bastante de acordo com o gênero cultivado com idade dos artículos de cada cladódio, a época do ano, tratos culturais, etc.

O conteúdo protéico da palma ($4,81 \pm 1,16\%$) é considerado baixo, uma vez que o desempenho da atividade ruminal está associado ao crescimento da sua microflora responsável pela degradação dos nutrientes oriundos da fração fibrosa da forragem. Para que ocorra o bom desempenho das atividades microbianas no rumem, a dieta animal deve conter níveis protéicos em torno de 6% a 7% (Reis et al., 2004).

A Palma apresenta baixo teor de matéria seca, variando de 7,01 a 11,94 (Santos et al., 2000), fato este que ocorre devido as características fisiológicas da planta que apresenta eficiente sistema dérmico que evita a perda de água por transpiração. Se por um lado o baixo teor de matéria seca é um ponto negativo para está forrageira, por outro lado,

o elevado teor de umidade reduz a necessidade de suprimento hídrico para os rebanhos, tornando-se fator importante em regiões onde a disponibilidade de água é muito baixa (Lima et al., 2004). Outro ponto positivo da palma é que diferentemente de outras forragens, a matéria seca, mesmo em pouca concentração, apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo degradada extensa e rapidamente; favorecendo maior taxa de passagem e consequentemente consumo semelhante ao dos concentrados (Melo, 2012).

A palma é uma cultura de sumária importância, para os pecuaristas do semiárido, pela sua adaptabilidade ao nosso clima, pela composição química e digestibilidade que apresenta. Isto demonstra sua importância como um alimento energético e de boa qualidade, necessitando, contudo, ser complementado com alimentos proteicos e fibrosos (Santos et al., 2012).

Por estas razões, trabalhos de melhoramento genético que visam aumentar os valores nutricionais desta cactácea tornam-se extremamente importantes para reduzir os custos de produção. Destacando a compra de concentrados, que são adicionados a alimentação dos animais no intuito de suprir a carência de nutrientes observados quando os animais são alimentados exclusivamente com palma forrageira.

2.4. Cultivo e Tratos culturais

A palma forrageira é uma importante alternativa para alimentação animal na região semiárida do Brasil, notadamente no período de estiagem. O manejo influencia na produção obtida e a longevidade do palmal (Santos et al., 2012). Um ponto que deve ser considerado é o da palma ser uma cultura perene, desde que sejam praticadas adubações, controle das ervas daninhas e colheitas reservando-se, pelo menos, os artigos primários respeitando-se a capacidade fotossintética da cultura. (Farias et al., 2000).

A palma deve ser tratada como cultura, pois a mesma responde muito bem a capinas e roços. Em plantios adensados devem ser efetuadas, em média, três capinas por ano. Estudos desenvolvidos pelo IPA, 1998, demonstraram que quando a realização dos tratos culturais foi realizada, foram obtidos aumentos acima de 100% na produção de forragem, quando comparada com a palma sem trato cultural (Santos et al., 2012).

2.4.1. Condições climáticas

As *Opuntias* são encontradas nos mais diversos ambientes, habitando regiões abaixo ao nível do mar ou em altitude de 4.700 m nas montanhas do Peru, regiões tropicais do México com temperaturas acima de 5 °Celsius. Elas são encontradas em regiões do Canadá onde as temperaturas no inverno atingem -40 °Celsius, bem como nos desertos da Califórnia. Essa diversidade ecológica sugere a ocorrências de grande variabilidade genética dentro do gênero, que tem mais de 170 espécies sendo o segundo maior dentro da família Cactácea (Nobel, 2001). Entre as espécies selvagens e cultivadas mais utilizadas, 12 espécies pertencem ao gênero *Opuntia* e uma a *Nopalea* (Scheinvar, 2001; Reynolds & Arias, 2004).

Mesmo em condições adversas, a região semiárida do Brasil apresenta amplo potencial para elevar a produção da palma forrageira (Sousa, 2012). Segundo Viana (1969), a palma forrageira esta amplamente adaptada ao clima semiárido. A planta apresenta bom desempenho quando cultivada em áreas que apresentam traços climáticos com níveis pluviométricos entre 400 e 800 mm anuais de chuva, umidade relativa do ar acima de 40% e temperatura entre 18 e 38° Celsius. No Nordeste, as precipitações médias anuais, além de serem baixas, são concentradas em período de 2 a 4 meses, o que submete a planta a um estresse hídrico de 6 a 9 meses por ano (Sampaio et al., 2005). Neste contexto, a água é um elemento limitante do semiárido o que vem justificar o cultivo de Cactáceas para fins alimentares do rebanho, a exemplo da palma forrageira (Melo, 2012).

2.4.2. Solo e adubação

A palma forrageira é pouco exigente em relação às características físico-químicas do solo quando comparada a outras culturas. Desde que os solos sejam férteis, estes podem ser áreas de textura arenosa à argilosa, sendo, porém mais frequentemente recomendados os solos argilo-arenosos. Além da fertilidade, é fundamental, também, que os mesmos sejam de boa drenagem, uma vez que áreas sujeitas ao encharcamento não se prestam ao cultivo da palma (Santos et al., 2006).

A palma possui boa tolerância a solos ácidos, todavia, para melhorar a eficiência de uso dos fertilizantes, recomenda-se a correção do solo (Dubeux Jr. et al., 2010). Além deste fator, o nível de adubação é determinante na produção de matéria verde, principalmente, quando se trata de plantio adensado de palma. Segundo Santos et al. (2006), o emprego da adubação orgânica (20 a 30t/ ha de esterco de curral bem curtido) ou química (100kg/ha de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK)) combinado com um espaçamento adequado podem propiciar aumentos de mais de 100% na produção de forragem. O nível de adubação a ser utilizado deve ser escolhido observando alguns critérios como, por exemplo, disponibilidade de matéria orgânica, mão de obra, fatores climáticos, níveis de outros nutrientes no solo além de fatores sanitários (Dubeux Jr. et al., 2010).

Ferreira & Menezes (2005), utilizando técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) utilizaram dois tipos de adubação, orgânica e química, e verificaram que as características de maior discriminação foram: espessuras dos artículos primários, secundário e terciário, número de artículo primário e pesos médios de matéria verde por artículos secundário e terciário. Os resultados demonstram que a produtividade da palma é diretamente influenciada pela adubação.

De maneira geral, os solos do semiárido apresentam níveis razoáveis de N, P, K e Ca. Estudos realizados em solos cultivados com palma demonstraram que apenas o P não apresentou déficit no solo em relação às entradas e saídas (ciclagem dos compostos químicos) do sistema adubação/absorção. Tal fato é explicado pelo baixo teor de P na matéria seca da palma (Dubeux Jr. et al., 2011). Entretanto, com a ocorrência de várias colheitas, é possível que a deficiência desses nutrientes venha a tornar-se cada vez mais frequente nas áreas de cultivo desta planta. Induzindo deficiências de nutrientes na palma forrageira cultivada em solução nutritiva, Baca-Castillo (1988) concluiu que os nutrientes P, N, K, B, Fe e Mn, em ordem decrescente de importância, foram os elementos que provocaram maior redução na velocidade de crescimento da palma, quando se encontravam em níveis baixos.

Recomenda-se que a adubação seja realizada no momento do plantio e após cada colheita. A adubação mais utilizada é a adubação orgânica (esterco) por apresentar baixo custo de aquisição e ser facilmente encontrada (Dubeux Jr. et al., 2000). Contudo Santos et

al., (2006) observou que a associação da adubação orgânica com a química propicia maior desenvolvimento das plantas. Ainda há poucas informações sobre adubação no plantio da palma forrageira, contudo, sabe-se que a elevação da eficiência da adubação propicia um aumento de produção, possibilitando elevação dos níveis produtivos em condições de pequena extensão de terras por meio do plantio adensado (Dubeux Jr. et al., 2010).

2.4.3. Plantio e espaçamento

O plantio dos cladódios deve ser realizado no terço final do período seco, pois com o início das chuvas, a cultura já estará implantada, evitando, assim, o apodrecimento dos cladódios. Se plantados no período das chuvas, a ocorrência da alta umidade e temperatura favorece a formação de ambiente propício para o desenvolvimento de fungos e bactérias (Inglese, 1999). O plantio deve ser feito corretamente na época indicada, com raquetes saudáveis sem vestígio de cochonilha e de procedência conhecida para evitar a presença da praga no início da plantação (Dubeux Jr. et al., 2011).

Segundo Dubeux Jr. et al. (2010) o plantio deve ser realizado com um cladódio por cova sendo que a posição do cladódio não exerce efeito sobre a produção, seja ela plantada de forma inclinada ou vertical. Os mesmos afirmam que a escolha da posição do cladódio para plantio dependerá das facilidades no manejo da cultura e dos custos envolvidos. Já Bezerra et al. (2007) comentam que a produtividade da planta, depende da posição dos cladódios. O sentido do de plantio deve ser determinado pelo sentido do sol, sendo o cladódio disposto de modo a receber maior incidência luminosa durante o dia.

O espaçamento está diretamente associado à interceptação da luz, com maior eficiência em densidades de plantio mais alta. Por apresentar baixo índice de área de cladódio a palma favorece o crescimento e a incidência do mato ao redor do palmar. O baixo índice pode ser atenuado plantando-se a palma com espaçamentos menos adensados ou por colheitas menos frequentes, conservando assim maior número de cladódios (Farias et al., 2000).

Espaçamentos mais adensados podem ser mais produtivos considerando que em espaçamento 2,0 m x 1,0 m tem-se 5.000 plantas ha⁻¹, enquanto no espaçamento 1,0 m x

0,25 m a quantidade de plantas é oito vezes maior, ou seja, 40.000 plantas ha⁻¹ (Santos et al., 2012).

O espaçamento menor que (0,5 x 0,5m) promove maior índice de brotamento por hectare que os adensamentos de (1,0 x 1,0 e 1,0 x 0,5 m) (Medeiros et al., 2004), porém o peso e o tamanho dos cladódios tendem a diminuir conforme maior for o adensamento do plantio (Dubeux Jr. et al., 2012).

Os espaçamentos mais adensados tem sido os mais utilizados, porém dificulta os tratos com o palmar bem como eleva os custos para estabelecimento do mesmo e impede o consorcio com outras culturas (Teles et al., 2002).

2.5. Seleção clonal de genótipos superiores

Durante o processo de melhoramento convencional de espécies vegetais, a manipulação dos genes de uma espécie, busca acumular o maior número de genes favoráveis em uma mesma planta e, eliminar o maior número de genes deletérios ou que expressem características desfavoráveis. Para tanto, os programas de melhoramento utilizam-se basicamente de métodos de seleção e hibridação (Lira et al., 2006).

A palma forrageira é uma cultura de reprodução alógama, ou seja, realiza fertilização cruzada podendo ser propagada por via sexuada. Contudo o método assexuado de propagação clonal é o mecanismo mais difundido entre os produtores rurais sendo os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* os mais cultivados (Santos et al., 2005). Dentre os principais métodos de melhoramento das plantas propagadas vegetativamente está à seleção clonal individual. Neste método, cada planta é mantida individualmente, indo constituir um novo clone (grupo de organismos que descendem por mitose de um antecessor comum) (Lira et al., 2005).

A matéria-prima para a seleção é a variação genética, que é a porção da variabilidade fenotípica herdável e, portanto, que se transmite de uma geração para outra. A heterogeneidade de muitas plantas que são multiplicadas vegetativamente é advinda da fecundação cruzada (alógamia) que produzem sementes que podem germinar e segregar, promovendo variabilidade genética. A variação também pode ser originada por mutação somática ou recombinação por reprodução sexuada (Santos et al., 2012). Muitas pesquisas

têm demonstrado que mesmo sendo propagada por via assexuada, a palma forrageira apresenta variabilidade genética (Oliveira, 2010), que permite aos melhoristas obterem genótipos superiores através de mecanismos de seleção artificial.

A seleção artificial é a “evolução ao desejo do homem”, representando a mais útil ferramenta de que se utiliza o melhorista. Para obter-se sucesso em programas de seleção, é de sumária importância a identificação de indivíduos que apresentem genótipos desejáveis com alta concentração de alelos favoráveis. A seleção de genótipos é realizada com base nos valores fenotípicos observados em cada clone e são estabelecidos com emprego de cálculos estatísticos (Cruz et al., 2004).

A seleção individual apresenta muitas vantagens e é de grande interesse para os programas de melhoramento de espécies vegetais. Isso ocorre porque nesse tipo de reprodução, à obtenção de um número elevado de indivíduos geneticamente idênticos, independentemente do grau de heterozigose do genótipo. O melhorista pode, portanto, aproveitar imediatamente os indivíduos excepcionais que ocorrem em qualquer estágio do programa de melhoramento. Por essa razão, o melhoramento de plantas com propagação vegetativa em certos aspectos, é mais facilitado do que o de outras espécies com reprodução assexuada (Lira et al., 2006).

No método de seleção clonal, a herdabilidade no sentido amplo é usualmente superior à herdabilidade no sentido restrito, pois todos os tipos de ações e interações gênicas são integralmente explorados resultando em maiores ganhos durante o processo de seleção. A herdabilidade é a proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total, ou seja, a proporção herdável da variabilidade total (Vencovysk & Barriga, 1992).

Por outro lado, a propagação por via assexuada leva ao estreitamento da base genética das plantas, assim o cultivo de grandes áreas com poucos clones levam a uma grande susceptibilidade genética às doenças e pragas e variações climáticas. Reconhecendo o problema, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), inicialmente, e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), posteriormente, iniciaram um programa de melhoramento da palma forrageira visando a criar novos clones com uma conseqüente ampliação da base genética da cultura (Santos et al., 2012).

Os trabalhos de seleção da palma forrageira visam especificamente à busca do seguinte ideotipo: 1. Planta com baixa presença de pelos e de espinhos; 2. Planta resistente

a cochonilha (do Carmim e de Escamas); 3. Planta com pouco ou nenhum sintoma das principais doenças; 4. Elevada produção de forragem; 5. Baixa perda no stand e 6. Qualidade da forragem similar as atualmente cultivadas (Lira, et al., 2006).

A seleção genética de uma população está baseada em genótipos, ambiente e na interação destes dois itens, o fenótipo. Ou seja, características físicas, herança genética, condições ambientais e manejo, conduzem com uma perfeita combinação desses itens a resultados positivos (Vencovysk & Barriga, 1992). Dentro do contexto relativo ao processo de seleção, o conhecimento dos componentes de variância é de fundamental importância. Através destes, é possível estimar a herdabilidade, prever o ganho genético e avaliar as potencialidades de uma população, bem como a eficiência relativa dos diferentes métodos de melhoramento, auxiliando, desta forma, a identificar a estratégia de seleção mais adequada (Santos et al., 2012).

Outro conjunto de informações extremamente útil é aquele obtido através dos cálculos de correlações. Segundo Ferreira et al. (2003), a correlação fenotípica fornece uma estimativa da influência conjunta de causas genéticas e ambientais na expressão de uma dada característica.

Os estudos de correlações entre características de diversas espécies vêm sendo desenvolvidos há algumas décadas visando o melhoramento, principalmente porque através da determinação do grau de associação, previsões podem ser feitas tendo em conta a seleção (Borem & Miranda, 2009). A correlação permite ao melhorista conhecer a possibilidade de ocorrência de variações em um caráter, provocado por seleção praticada em outro caráter. Assim, as correlações quantificam a relação entre os caracteres analisados na população submetida à seleção.

A seleção objetivando maior disponibilidade de forragem assegura possibilidade real para o melhoramento de forrageiras tropicais (Ferreira et al., 2003). Através de implicações técnicas e econômicas, o melhoramento genético constitui uma boa opção para aumento da produtividade de plantas forrageiras, uma vez que esta não despender grandes custos no seu processo de execução, frente aos benefícios que oferece, sendo possível atender um grande número de produtores rurais e agricultores (Melo, 2012).

2.6. Citogenética

A citogenética é uma ferramenta de análise de biodiversidade que tem contribuído com informações complementares. A mesma pode ser aplicada de forma decisiva na reformulação de hipóteses filogenéticas baseando-se na estrutura e no número de cromossomos, pois trata-se de um caractere bem conservado nas espécies (Guerra, 1988).

A análise cromossômica sempre foi um dos campos estimulantes da Citologia e da Genética, ampliando as perspectivas da conservação da biodiversidade tendo relação entre estudos taxonômicos e evolutivos, bem como no melhoramento genético e caracterização de germoplasma (Guerra & Souza, 2002).

A caracterização cromossômica detalhada facilita a seleção de parentais passíveis de serem hibridizados, bem como possibilita a descrição clara da homologia cariotípica de uma determinada cultivar ou variedade. Este conhecimento permite a inclusão destes dados nos esquemas de cruzamentos e retrocruzamentos, contribuindo para minimizar possíveis erros de seleção de progênies (Singh, 1993).

O estudo cromossômico em grupos vegetais de importância econômica pode proporcionar benefícios aplicáveis a curto, médio e longo prazo, solucionando questionamentos, tanto antes, quanto depois do melhoramento genético propriamente dito (Pozzobon, 2005). Segundo Pozzobon et al. (2011) a caracterização citogenética visando à contagem do número de cromossomos e da determinação do grau de ploidia constituem um fator importante no processo de caracterização de uma coleção de germoplasma.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. F.; SILVA, R.G; MENEZES, R. S. C. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, n. 03, p. 379-384, 2005.

ARAÚJO FILHO, J. T. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.)** - Clone IPA -20. 2000. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

ASSUNÇÃO, M.A.; SOUZA, A. C. M.; GAMARRA-ROJAS, G.; GUERRA, N. B. Fruto de palma [*Opuntia ficus-indica* (L) Miller, Cactaceae]: morfologia, composição química, fisiologia, índices de colheita e fisiologia pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 9, n. 1, p. 16-25, 2008.

BACA-CASTILLO, G. A. Deficiências nutrimentales inducidas en nopal proveniente de cultivo in vitro. In: III REUNIÓN NACIONAL Y I INTERNACIONAL SOBRE CONOCIMIENTO DEL NOPAL, Saltillo, **Mermorias...** Saltillo: 1988, p.155-163.

BLAMONT, E. et al. O semi-árido da Bahia: problemas, desafios e Possibilidades. **Bahia Agrícola**, Salvador: SEAGRI, v.5, n.2, p.45-49, 2002.

BEZERRA, L. T; SILVA, R.G. da; CÂNDIDO, M.J.D.; OLIVEIRA, A.P. de; SILVA, G.J.G.M. Avaliação do fototropismo de cladódios de palma forrageira cv. Gigante com diferentes tipos de espaçamento, solo e sentido de plantio em relação ao sol. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOSE OVINOS DE CORTE. **Anais...**, João Pessoa, Paraíba, Brasil, CD ROM, 2007.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 5. ed. Revisado e ampliado. Viçosa. Editora UFV, 2009. 529p.

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.20-27.

CORTAZAR, V.; NOBEL, P.S. **Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus-indica***. Agricultural and Forest Meteorology, v. 56, p. 261-272., 1991.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma Forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**. V.7, n.3, nov., 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético**. 3°. ed. Viçosa: ed universitária da UFV. v. 1, 2004, p.180-192.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, D.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. **Efeito da adubação e do espaçamento sobre o desenvolvimento de duas espécies de palma forrageira**. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira.n: MENEZES, S.C.R.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005, 258 p.

DUBEUX JR, J. C. B.; ARAUJO, J.T.F.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

DUBEUX JR, J.C.B.; SARAIVA, F.M; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; Santos, M.V.F.; Silva, N.G.M. **Exigencias Nutricionais e Adubacao da Palma Forrageira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, 2, Garanhuns, 2011. **Anais...** Garanhuns, 2011.

DUQUE, S. G. **O Nordeste e as culturas xerófilas**. Mossoró: 3. Ed. Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Fundação Guimarães Duque. ESAM (Coleção Mossoroense,143). 1980, 316p.

EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Palma adensada**. Recife, 1999. 3p. (IPA Responde, 6).

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V. F. dos; FERNANDES, A. de P.M.; SANTOS, V.F. de. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 35, n. 02, p. 341-347, 2000.

FERREIRA, C. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MOLICA, S. C. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1560-1568. 2003.

GARCIA-HERNANDEZ, L.; PARGAS-LARA, R.; DUARTE OSUNA J. de D.; BELTRÁNE-MORALES, F. A.; FENECK-LARIOS, L. Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (*Opuntia fícus-indica* (L.) Mill.) bajo diferentes densidades de plantación. 2008. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Acesso em 12 de janeiro de 2012.

GUERRA, M. S. Introdução a citogenética geral. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 1998. 456p.

GUERRA, M.; SOUZA, M. J. Como analisar os cromossomos mitóticos. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. São Paulo: FUNPEC, 2002. p.23-38.

INGLESE, P. L. C. P. Contenuto in elementi minerali e fertilita del cladodi di *O. fícus-indica* Mill. Atti Convegno Frutifers Tropicali e Subtropicali in Itália. Ragusa, Italy. 1999.

LIMA, C. D. S.; GOMES, H. S.; DETONI, C. E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntiafícus indica* L.) cv. Miúda. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 01-08, jan./jun., 2004.

LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, M.V.F; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. Considerações sobre a produção leiteira no semi-árido pernambucano. *Anais da Academia de Ciência Agronômica*, v.1, p. 112-126, 2005.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. **A Palma Forrageira na Pecuária do Semi-árido**. In: GOMIDE, C.A.M. et al. *Alternativas Alimentares para Ruminantes*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. cap.1, p. 17-33.

LOIK, M.E.; NOBEL, P.S. Freezing tolerance and water relations of *Opuntia fragilis* from Canada and the United States. **Ecology**. v. 74, p. 1722-1732, 1993.

MEDEIROS, F. S.; NORBERG, J. L.; CHIELLE, Z. G.; SILVA, S. P. **Comparação da produção e do valor nutritivo de híbridos de sorgo com híbridos de milho para silagem**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23. 2000, Uberlândia. *Anais. Sete Lagoas: ABMS*, 2004.

MELO, A. A. S. **Palma forrageira na alimentação de vacas em lactação**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012. Feira de Santana. *Anais... Feira de Santana, 2012*. 75-83p.

MELLO, M. L. V.; *Palma Forrageira, (Opuntia fícus indica e Nopalea cochenilifera)*. **Lavoura Xerófila**, 2006. Disponível em: <http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/pdf/palma.pdf> , acesso em 13/10/2010.

NOBEL, P.S., 1988. **Environmental biology of agaves and cacti**. Cambridge Univ. Press, New York. Eds 44 : p. 57-74. Disponível em: http://books.google.com.br/books/about/Environmental_Biology_of_Agaves_and_Cact.ht ml?id=jdO2U84I6JwC&redir_esc=y. acesso em 26/01/2013.

NOBEL, P.S.1991a. Environmental productivity indices and productivity for *O. ficus-indica* under current and elevated atmospheric CO₂ levels. Plant and Cell Environment. 14: 637-646 pp.

NOBEL, P.S.,1991b. Physicochemical and environmental plant physiology. Academic Press, San Diego. 4th edition", San Diego, CA Academic Press/Elsevier. 1991b, p. 1-582.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMENTA-BARRIOS, E. (Ed.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: SEBRAE, p. 36-48. 2001.

OLIVEIRA, J. **Melhoramento genético da palma forrageira para aumentar a qualidade e produção para consumo animal e humano**. 2010. 120 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 2010.

PESSOA, A. S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE / Divisão de documentação (Agricultura, 5). 1967. 98 p.

PIMENTA, B.E.; BARBARA, G. ; INGLESE, P.1993. Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) International Network: An effort for productivity and environmental conservation for arid and semiarid lands. **Cactus and Succulent Journal**. 65: 225-229 pp.

POZZOBON, M.T. **Caracterização citogenética de acessos de germoplasma de espécies silvestres e semidomesticadas do gênero *Capsicum* (Solanaceae)**. 152f. Tese de

(doutorado) – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

POZZOBON, M. T.; SOUZA K. R.; CARVALHO, S. I.C; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Meiose e viabilidade polínica em linhagens avançadas de pimenta**. Horticultura Bras. v.29, n.2, p. 212-216, 2011.

RAMOS, J. P.F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIEVIRA Jr., S.; BRITO, E.A.; FRAITAS, F.F.; NASCIMENTO, J. G. Influencia do espaçamento na área de cladódio de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*) no semi-árido paraibano. **Associação brasileira de zootecnistas**, Paraiba, 2008. Disponível em:<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/forragicultura-pastagens/index.1.html>. Acesso em 22/08/2010.

REINOLDS, S. G; ARIAS, E. 2004. General background on *Opuntia*. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/005/2808Ely2808e04.htm>. Acesso em 16 de maio de 2012.

REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FREITAS, D.; SILVA, M. C. Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In.: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ. v1, p. 171- 226. 2004.

SAMPAIO, E. V. S.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no ordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. UFPE: Recife, 2005. p.129-141.

SANTOS, D.C.; MARTINS, E.S.; FARIAS, I.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. & DIAS, F.M. Desempenho de vacas 5/8 Holando-Zebu alimentadas com três cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). In: Simpósio Nordeste de alimentação de ruminantes, 4,

1992, Recife. **Anais do IV Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes**, Recife, 1992. 226p.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.; COELHO, S.B.; DIAS, F.M.; MELLO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife. IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V., FREITAS, E. F.; SANTOS, V. F. **Genética e melhoramento da palma forrageira**. 1, 2012. Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 67-68p.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. et al. **Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*)**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 368.

SANTOS, M. V. F. dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C. et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 143-162.

SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, O. F. **Sistemas de manejo e produção da palma forrageira**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 138-145p.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das opuntias (*sic*) utilizadas. In: SEBRAE. **Agroecologia: cultivo e usos da palma forrageira**. Estudo da FAO em produção e proteção vegetal. SEBRAE/PB p.20-27, 2001.

SCHEINVAR, L. **Usos e importância das Cactáceas**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 151p.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. **Palma Forrageira (*Opuntia Fícus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes (Forage Palm (*Opuntia Fícus- Indica* Mill) as alternative in ruminant feeding)**. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. ISSN 1695-7504. V. 7, n. 10., 2006 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html> Acesso em 07 de Março de 2012.

SMITH, B.N & MADHAVEN, S. Carbon isotope ratios in obligate and facultative CAM plants. In: I.P. Ting and M. Gibbs (eds). Crassulacean acid metabolism. American Society of Plant Physiologists, Rockville, Maryland. 1982. 231-243 p.

SINGH, R. J. **Plant cytogenetics**. CRC Press, Boca Raton, USA, 1993. 391p.

SOUZA, A. E. F. **Controle de pragas e doenças da palma forrageira**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012. Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 37-38p.

SOUZA, F. B. **As Forrageiras na Alimentação de Caprinos e Ovinos**. 2005. Disponível em:

<http://www.cabanhainvernada.com.br/index.php?option=content&task=view&id=161&Itemid=0> Acesso em: 12 de janeiro de 2013.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. de A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

TORRES, L. C. L. **Substituição da palma gigante por palma miúda em dietas de bovinos em crescimento.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2008.

TOSTO, M. S. L. **Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas** v. 8, n. 3, p. 239-249. 2007.

VENCOVSKY. R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1992. 496p.

VERAS, R. M. L., FERREIRA, M. A., CARVALHO, F. F. R., VÉRAS, A. S. C. **Farelo de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em Substituição ao Milho.** R. Bras. Zootec., v.31, n.3, p.1302-1306, 2002.

VIANA, O. J. Pastagens de cactáceas nas condições do Nordeste. **Zootecnia**, v. 7, n. 2, p. 55-65, 1969.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DOS CARACTERES AGRONÔMICOS DA PALMA FORRAGEIRA

AVALIAÇÃO DOS CARACTERES AGRONÔMICOS DA PALMA FORRAGEIRA

Mariana Santos de Jesus¹, Juan Tomás Ayala Osuna², Sandra Regina de Oliveira Domingos Queiroz³, Jaqueline de Oliveira⁴.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar 20 clones de palma forrageira, previamente selecionados para suas características agronômicas. Foram estabelecidos dois experimentos na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS em junho de 2012. No primeiro utilizou-se cinco clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck) e duas testemunhas. No segundo foram cultivados 15 clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e uma testemunha. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com cinco parcelas, o espaçamento foi 0,5 x 1,0 m (plantas x fileiras) e a adubação administrada de 30 t/ha⁻¹ de esterco bovino. Seis meses após o plantio as plantas foram avaliadas com auxílio do paquímetro e fita métrica. As variáveis mensuradas foram: altura da planta (AP), largura da planta (LP), número total de cladódios (NTC), comprimento dos cladódios (CC) largura dos cladódios (LC) e diâmetro dos cladódios (DC). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os clones de palma miúda foram agronomicamente inferiores às testemunhas IPA-sertânia e IPA-miúda. Para a palma gigante, o clone 04 destacou-se em relação aos demais apresentando as melhores médias para o número de cladódio por planta. Todos os clones apresentam excelente características agronômicas e são recomendados para cultivo na região de Feira de Santana.

Palavras-chave: *Opuntia*, *Nopalea*, genética, seleção, cactácea, forragem.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate 20 clones of forage, previously selected for their agronomic characteristics. Two experiments were conducted in the Experimental Forest Horto UEFS in June 2012. In the first we used five clones palm girl (*Nopalea cochenillifera* & Salm Dyck) and two witnesses. In the second 15 clones were grown giant cactus (*Opuntia ficus - indica* Mill) and a witness. The experimental design was randomized blocks with five plots, the spacing was 0.5 x 1.0 m (plants x rows) and fertilization administered 30 t/ha-1 cattle manure. Six months after planting, the plants were evaluated with the aid of calipers and tape measure. The variables measured were: plant height (PH), plant width (LP), total number of cladodes (NTC), length of cladodes (CC) width of cladodes (LC) and diameter of cladodes (DC). Data were subjected to analysis of variance and Scott - Knott test ($p < 0,05$). Clones palm girl were agronomically inferior witnesses Sertânia IPA and IPA - girl. For the giant cactus, clone 04 stood out compared to the other presenting the best averages for the number of cladodes per plant. All clones have excellent agronomic characteristics and are recommended for cultivation in the region of Feira de Santana.

Keywords: *Opuntia*, *Nopalea*, genetics, selection, cactus, fodder.

INTRODUÇÃO

As plantas que compõem a família das Cactáceas são comercialmente muito importantes, pois são utilizadas como ornamentais, alimentícias, medicinais e forrageiras, apresentando diversas possibilidades de usos nas regiões onde habitam, sobretudo nas zonas semiáridas do planeta (Scheinvar et al., 2009). Devido às suas características morfofisiológicas, as cactáceas representam importante fonte de água e alternativa alimentar para as regiões de baixa precipitação chuvosa (Warumby et al., 2005). Neste contexto destacam-se as espécies de palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck, que consistem em um recurso alimentar de extrema importância, pois são adaptadas às condições edafoclimáticas de baixa pluviosidade; por isso esta forrageira tem sido frequentemente utilizada na alimentação dos rebanhos (Santos et al., 2005).

Durante os períodos de estiagem, ocorre uma considerável redução na disponibilidade e na qualidade dos alimentos, assim, a disponibilidade de plantas adaptadas ao ambiente pode garantir nos sistemas de produção pecuária menor risco de escassez de alimento, pois apresentam maior resistência às irregularidades climáticas (Sampaio & Menezes, 2002). Por essa razão, há constante busca por alimentos forrageiros que, pela qualidade, adaptação e pelo baixo custo de produção, possibilitem a alimentação dos rebanhos nos períodos críticos de estiagem (Silva & Santos, 2006).

No Nordeste do Brasil, em condições de sequeiro, a produtividade da palma forrageira, apesar da baixa precipitação, é alta. Vale ressaltar que a obtenção de altas produtividades está associada ao uso de adubação, plantio adensado e genótipos superiores (Santos et al., 2012).

Pesquisas realizadas pelo acordo IPA/UFRPE demonstraram que em meados da década de 90, a palma apresentava produção média de 10 t de MS/ ha/ ano (Santos et al., 2006). No entanto, o desenvolvimento de pesquisas com adubação, adensamento e seleção de genótipos superiores, promoveu ao final da década de noventa um incremento na produtividade da palma forrageira de 100%, apresentando uma produção de 20 t de MS/ha/ano (Santos et al., 2000).

O melhoramento genético da palma forrageira associado a técnicas adequadas de manejo da cultura vem promovendo um incremento considerável na produtividade dessa forrageira no Nordeste Brasileiro (Blamont et al., 2002). Os fatos supracitados demonstram a importância da realização de trabalhos de pesquisa que busquem a obtenção de genótipos superiores.

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar as características agronômicas de 20 clones de palma forrageira pré-selecionados por Oliveira (2010) que fazem parte do programa de melhoramento genético da Universidade Estadual de Feira de Santana, BA.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Unidade Experimental Horto Florestal que localizada-se na cidade de Feira de Santana, na região do semiárido baiano e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 12° 15' 25'' (latitude sul), 38° 57' 53'' (longitude oeste) e altitude de 257m. A temperatura média anual é de 23,5°C, com máxima de 28,2°C e mínima de 19,6°C.

Segundo a classificação de Koppen (1948), o clima apresenta-se seco a sub-úmido e semiárido, sendo o período de chuva compreendido de abril a junho, com pluviosidade anual média de 867 mm (máxima 1595 mm; mínima 444 mm).

Antes do plantio, procedeu-se a coleta e análise do solo, a fim de averiguar as características químicas do mesmo. Os padrões de fertilidade adotados constam na Tabela 1 e os resultados obtidos na Tabela 2.

Tabela 1. Padrões de fertilidade adotados pelo laboratório de solos da Embrapa Cruz das Almas – BA.

pH em H ₂ O	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca	Neutro	Alcalinidade fraca
	Abaixo de 5,0	De 5,1 a 6,0	De 6,1 a 6,9	Igual a 7,0	De 7,1 a 7,4
		Baixo	Médio	Médio-alto	Alto
Fósforo (mg/ dm³)		0 – 6	7 – 13	14 – 20	+20
Potássio (cmol_c/ dm³)		0,00 – 0,07	0,08 – 0,15	0,15 – 0,23	+0,31
Cálcio+magnésio (cmol_c/ dm³)		0 – 2,0	2,0 – 4,0	-	+4,0
Magnésio (cmol_c/ dm³)		0,0 – 0,4	0,5 – 1,0	-	+1,0
Alumínio (cmol_c/ dm³)		0,0 – 0,3	0,4 – 1,0	-	+1,0

mg = miligramas, dm³ = decímetro cúbico, cmol_c = concentração de cátions trocáveis

Tabela 2. Análise de solo da Estação Experimental Horto Florestal da UEFS – Feira de Santana - BA.

Referência de amostragem	Resultados analíticos – Fertilidade Completa												
	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V	M_O
	em água	mg/dm ³					cmol _c /dm ³					%	g/kg
HORTO	4,9	2	0,10	0,80	0,40	1,20	0,1	0,01	2,53	1,31	3,84	34	4,55

mg = miligramas, dm³ = decímetro cúbico, cmol_c = concentração de cátions trocáveis, g/kg = grama por quilo.

As análises de solo demonstraram que o solo da Unidade Experimental Horto Florestal apresenta elevada acidez. A calagem pode ser uma alternativa para corrigir o pH do solo. Segundo Dubeux Jr et al. (2010), a acidez dos solos do semiárido varia entre 4,7 e 6,0 sendo a acidez considerada de média a elevada. Mesmo constatando a acidez do solo, não foi realizado nenhum tipo de processo para corrigi-la, pois neste programa buscou-se a avaliação do desempenho dos clones de palma forrageira em condições naturais do solo.

Para realização do plantio em cada experimento procedeu-se, o preparo do solo, sendo o mesmo roçado, arado e gradeado (Figura 1).



Figura 1. Preparo do solo para o plantio na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS, Feira de Santana – BA, Junho de 2012.

Foram utilizados 20 clones previamente selecionados por Oliveira (2010) para estabelecer os dois experimentos. No primeiro experimento, utilizou-se sete clones de palma miúda (*Nopalea cochinillifera* Salm & Dyck), sendo cinco pré-selecionados e duas testemunhas: O clone IPA-Sertânia e o clone IPA-miúda (variedades avaliadas pelo IPA e indicadas como produtivas e resistentes a colchonilha do carmim). No segundo experimento foram utilizados 16 clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), sendo 15 pré-selecionados por Oliveira (2010) e uma testemunha: o clone IPA-20 (variedade lançada pelo IPA em 1999 por apresentar alta produtividade).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro blocos, contendo cinco repetições de cada planta. No plantio, utilizou-se um cladódio por cova, na posição vertical, com a parte cortada voltada para o solo, a uma profundidade suficiente para que a metade do cladódio ficasse enterrada. O espaçamento utilizado foi de 1,0 x 0,5m (fileira x plantas) (Figura 2). Nos dois experimentos, cada bloco foi formado por cinco parcelas. No primeiro experimento, foram cultivados 16 clones, totalizando 80 plantas por bloco (16 clones x 5 repetições). No segundo, foram cultivados sete clones, totalizando 35 plantas por bloco (7 clones x 5 repetições). Em todos os blocos procedeu-se a adubação orgânica (esterco bovino), equivalente a 30 t ha. A adubação foi realizada no momento do plantio.



Figura 2. Plantio com um cladódio por cova no espaçamento 1,0 x 0,5m (ruas x plantas), Feira de Santana, BA – Junho de 2012.

A determinação do crescimento vegetativo da planta foi realizada com o auxílio de fita métrica e paquímetro (Figura 3). Para medição de largura, comprimento e diâmetro, retirou-se a medida de três cladódios e em seguida foi estabelecida à média desses valores. Para variável largura do cladódio, considerou-se a região que apresentou a maior largura. Para avaliar o diâmetro mediu-se a região mais espessa do cladódio utilizando um paquímetro. Foram avaliadas as seguintes características: Altura total da planta (AP cm), largura da planta (LP cm), número total de cladódios (NTC), comprimento dos cladódios (CC cm) largura dos cladódios (LC cm) e diâmetro dos cladódios (DC mm).

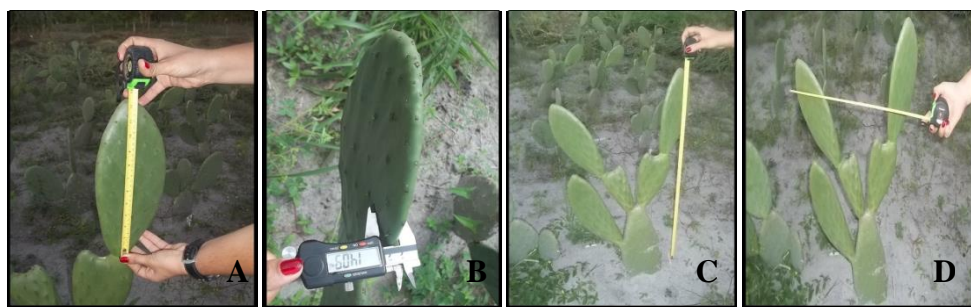


Figura 3. A – medida da altura do cladódio; B - medida do diâmetro do cladódio, C – medida da altura da planta e D - medida da largura da planta, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.

A área de cada cladódio foi determinada conforme descrito por Cortázar & Nobel (1991), através da seguinte expressão: $AC = \text{Comprimento} \times \text{Largura} \times 0,632$. A área fotossintética total da planta (AFT) foi obtida pela multiplicação da área do cladódio pelo número de cladódios (Oliveira Jr. et al., 2009).

Para realização das análises estatísticas, os dados foram submetidos à análise de variância e testes de médias (Skott-Knott) realizadas com o programa Genes (Cruz et al., 2004)

A partir das análises de variância, foram estimados os seus componentes e os parâmetros genéticos conforme Vencovsky e Barriga (1992). Os parâmetros estimados foram os seguintes: variância fenotípica, variância genotípica, variância ambiental média e herdabilidade no sentido amplo, baseada na média das parcelas.

As estimativas das correlações fenotípicas (r_F) foram obtidas para todas as combinações de caracteres (Cruz et al., 2004).

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica foi avaliada pelo teste t, em 5 % e 1 % de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

Durante a avaliação considerou-se como caracteres agronômicos mais relevantes as seguintes medidas (no grau de importância em que foram citadas): NTC, CC, LC e DC.

Resultados e discussão

Avaliação dos caracteres agronômicos

Foram observados efeitos significativos para comprimento dos cladódios (CC), largura do cladódio (LC), diâmetro do cladódio (NTC) e área do cladódio (AC) (Tabela 3). Para a interação clone x bloco não houve significância para nenhuma característica avaliada (Tabela 3).

Os clones de palma miúda apresentaram uma média geral de 42,24 cm para altura da planta (AP), 61,65 cm para largura da planta (LP) e 19,37 para número total de cladódios (NTC). Para as características comprimento do cladódio (CC), largura do cladódio (LC), diâmetro do cladódio (DC), área do cladódio (AC) e área fotossintética do cladódio (AFT), encontrou-se valores médios de 19,10 cm, 8,79 cm, 12,40 mm, 108,85 cm² e 2168,51 cm² respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação experimental para: Altura da planta em centímetro (cm) (AP), Largura da planta em centímetro (cm) (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC), Área do cladódio em cm² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm² (AFT) avaliadas em clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dick) aos seis meses de plantio, cultivados em solo com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.

FV	QUADRADOS MÉDIOS								
	GL	AP	LP	NTC	CC	LC	DC	AC	AFT
CLONE	6	31,89 ^{ns}	73,55 ^{ns}	31,26 ^{ns}	11,50**	0,87**	8,05**	8917,43**	1972370,68 ^{ns}
BLOCO	3	268,77 ^{ns}	610,06 ^{ns}	257,176 ^{ns}	10,06**	2,93**	14,35**	4854,40**	29463189,82 ^{ns}

C X B	18	65,96 ^{ns}	223,38 ^{ns}	0,55 ^{ns}	5,88 ^{ns}	0,88 ^{ns}	6,65 ^{ns}	451,45	734018,91 ^{ns}
Resíduo	126	13,46	36,41	8,12	0,77	0,19	1,16	969,45	2421423,80
CV(%)		8,68	9,72	14,71	4,60	5,07	8,70	28,60	71,75

^{ns} = Não significativo, * = Significativo no nível de 5 % de probabilidade pelo teste F, ** = Significativo no nível de 1 % de probabilidade pelo teste F.

Os testes de médias demonstraram haver significância para as características comprimento do cladódio (CC), largura do cladódio (LC), diâmetro do cladódio (DC) e área do cladódio (AC), com formação de dois grupamentos. As demais características não diferiram significativamente (Tabela 4).

Durante a avaliação ocorreu a formação de um único grupo para as variáveis AP, LP, NTC e AFT, demonstrando que as plantas não diferiram estatisticamente para estas características (Tabela 4). Para as variáveis CC, LC, DC e AC obteve-se a formação de dois grupos nos quais as testemunhas IPA-Sertânia e IPA-Miuda apresentaram maiores médias, diferindo estatisticamente em relação aos clones pré-selecionados avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios, média geral, valor mínimo e máximo obtidos para Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio (CC), Largura média do cladódio (LC), Diâmetro médio do cladódio (DC) Área do cladódio em cm² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm² (AFT) para clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dick) aos seis meses de plantio cultivados em solo com adubação, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.

CLONES	VARIÁVEIS							
	AP(cm)	LP (cm)	NTC	CC (cm)	LC (cm)	DC (mm)	AC (cm ²)	AFT (cm ²)
18	41,61 A	60,10 A	18,60 A	17,91 B	8,25 B	11,59 B	94,74 B	1987,7 A
19	43,20 A	60,60 A	20,50 A	18,57 B	8,38 B	11,26 B	99,55 B	2099,4 A
24	37,30 A	51,32 A	17,50 A	16,90 B	7,88 B	11,13 B	85,24 B	1704,1 A
25	40,67 A	62,80 A	21,70 A	18,71 B	8,51 B	12,05 B	102,47 B	2415,0 A
26	42,20 A	65,02 A	23,15 A	18,89 B	8,62 B	11,90 B	103,81 B	2583,1 A

I-SE	45,65 A	64,86 A	14,70 A	21,71 A	10,30 A	14,40 A	144,44 A	1984,7 A
I-MI	45,07 A	66,90 A	19,45 A	21,03 A	9,64 A	14,44 A	131,39 A	2418,0 A
MÉDIA GERAL	42,24	61,65	19,37	19,10	8,79	12,40	108,85	2168,51
VALOR MÍN.	37,30	51,32	15,70	16,90	7,88	11,13	85,24	1704,1

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de significância.

O número médio de cladódios observados aos seis meses de plantio (19,37) para os clones do experimento 1, demonstrou superioridade agrônômica dos mesmos quando comparados a trabalhos de outros autores com a mesma espécie, como os observados por Oliveira Jr. et al. (2009) que reportaram aos 11 meses após o plantio, 10,1 artículos por planta e Santos et al. (1992) que observaram 7,3 artículos por planta aos nove meses de cultivo e Silva et al. (1998) que apresentaram média de 6,0 artículos por planta aos oito meses após o cultivo.

De modo geral, as testemunhas (I-MI e I-SE) demonstraram excelente desempenho agrônômico, apresentando médias com valores acima dos observados para os clones pré-selecionados. Mesmo apresentando valores inferiores aos observados nas testemunhas, os clones deste programa de melhoramento, também, demonstraram bom desempenho agrônômico corroborando os dados reportados por Oliveira (2010).

No experimento com palma gigante, observou-se por meio da análise de variância que houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas. Os valores médios obtidos para altura da planta (AP), largura da planta (LP) e número total de cladódios (NTC) foram de 65,65 cm, 59,06 cm, 8,38, respectivamente. Para as características CC, LC, DC, AC e AFT, foram verificadas médias gerais equivalentes a 25,30 cm, 14, 35 cm, 18, 83 mm, 233,38 cm² e 2117,01 cm², respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação experimental para as características Altura da planta em centímetro (cm) (AP), Largura da planta em centímetro (cm) (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC) Área do cladódio em cm² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm² (AFT) em clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*

Mill) aos seis meses de plantio cultivados em com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		AP	LP	NTC	CC	LC	DC	AC	AFT
Clone (C)	16	2931,63*	564,03**	63,22	12,89*	35,28*		15359,02*	40857873,3*
Bloco (B)	3	144,00**	1889,68*	63,22	48,37*		10,25**	357,25*	50855,82*
C x B	48	291,65 ^{ns}			16,86 ^{ns}	7,05 ^{ns}	11,28 ^{ns}	4437,59 ^{ns}	4893795,7 ^{ns}
Resíduo	31	54,605	475,48 ^{ns}	0,59 ^{ns}	3,08	1,11	3,39	3033,30	458815,2
CV %	6	11,25	16,49	39,01	6,94	7,33	9,78	23,59	101,2

^{ns} = Não significativo, * = Significativo no nível de 5 % de probabilidade pelo teste F, ** = Significativo no nível de 1 % de probabilidade pelo teste F..

Os experimentos com palma gigante apresentaram resultados, com valores médios elevados. A análise da variável NTC apresentou a formação de dois grupos, tendo o clone 04 diferido estatisticamente dos demais apresentando 13,70 cladódios (Tabela 6). Para a variável DC os clones não diferiram estatisticamente tendo ocorrido a formação de apenas um grupo (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios, média geral, valos mínimo e máximo obtidos para Altura da planta (AP), Largura da planta (LP), Número de cladódios totais (NCT), Comprimento médio do cladódio em centímetro (cm) (CC), Largura média do cladódio em centímetro (cm) (LC), Diâmetro médio do cladódio em milímetro (mm) (DC), Área do cladódio em cm² (AC), Área fotossintética do cladódio em cm² (AFT) para clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) aos seis meses de plantio cultivados em solo com adubação orgânica, Feira de Santana, BA – Novembro de 2012.

CLONES	VARIÁVEIS								
	AP(cm)	LP(cm)	NTC	CC(cm)	LC(cm)	DC(mm)	AC(cm ²)	AFT (cm)	
01	71,30 A	68,80 A	8,10 B	27,08 A	14,63 A	20,94 A	251,00 A	2083,0 A	
04	65,15 A	64,95 A	13,70 A	25,92 A	14,28 A	18,36 A	237,49 A	3749,5 A	
06	69,57 A	75,05 A	10,00 B	26,59 A	15,34 A	19,43 A	261,13 A	2617,0 A	
34	55,90 B	34,12 C	4,45 B	21,84 D	12,30 B	19,38 A	172,44 B	899,5 C	

40	60,75 B	42,50 C	5,80 B	24,50 B	13,77 B	18,08 A	217,70 A	1358,9 B
42	58,09 B	50,74 B	5,60 B	22,68 B	12,96 B	19,21 A	190,46 B	1131,6 B
45	59,92 B	51,77 B	8,10 B	24,07 B	13,74 B	19,49 A	213,18 A	1796,0 A
46	67,90 A	58,87 B	8,50 B	25,79 A	14,84 A	19,40 A	249,59 A	2266,8 A
50	64,47 A	53,10 B	7,70 B	24,85 B	13,80 B	19,60 A	219,80 A	1755,0 A
51	77,45 A	78,92 A	8,95 B	27,57 A	13,73 B	19,19 A	242,91 A	2331,4 A
63	67,47 A	59,12 B	6,80 B	27,43 A	14,88 A	18,21 A	260,20 A	1829,7 A
64	69,15 A	57,70 B	8,40 B	26,09 A	14,41 A	17,65 A	240,76 A	2171,2 A
67	67,84 A	51,14 B	6,55 B	26,16 A	13,86 B	20,23 A	231,95 A	1600,8 A
68	61,30 B	52,35 B	7,40 B	23,31 B	13,33 B	18,50 A	201,63 A	1505,9 A
94	72,95 A	62,90 B	7,95 B	25,98 A	14,37 A	19,75 A	239,40 A	1942,1 A
IPA-20	69,40 A	68,67 A	8,20 B	27,27 A	15,36 A	19,23 A	267,29A	2341,7 A
Média geral	65,65	59,06	8,38	25,30	14,35	18,83	233,38	2117,1
Valor mín.	55,90	34,12	4,45	21,84	12,30	17,65	190,46	899,5
Valor Max.	77,45	78,92	13,70	27,57	15,34	20,94	261,13	3749,5

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na mesma coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de significância.

Jesus et al. (2011), avaliando clones de palma forrageira sob diferentes adubações aos seis meses após o plantio, observou valores médios para a palma gigante de 54,04 cm (AP), 50,95 (LP), 6,68 (NTC), 22,57 (CC), 12,26 (LC) e 15, 23 (DC). Esses dados corroboram com trabalhos desenvolvidos por Gomes (2000), com Palma forrageira, com diferentes adubações, aos seis meses de plantio, onde foram obtidos valor médio de 60,5 cm para AP. Em relação às medidas dos cladódios, Silva et al. (2010) reportaram médias próximas as observadas neste trabalho, sendo de 21,97 cm para CC e 12,37 cm em LC, aos nove meses após o plantio.

A capacidade fotossintética das plantas e, conseqüentemente, sua capacidade de produtividade estão diretamente relacionadas com a área do cladódio e a área fotossintética da planta. Santos et al. (2012) afirmam que a seleção de genótipos com estrutura da planta que favoreça a interceptação luminosa e maior eficiência fotossintética, associada com o adensamento de plantio, pode otimizar a produção da palma forrageira. Nobel (1991) comenta que a produtividade da palma aumenta à medida que o AC e, conseqüentemente, a área fotossintética da planta também aumenta.

A superioridade dos clones observada por Oliveira (2010) foi corroborada neste trabalho. Valores encontrados foram superiores aos reportados por Teles et al. (2002), que obteve na palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), aos nove meses de idade (± 270 dias), números de 1,00 a 4,00 cladódios por planta. Dubeux Jr. et al. (2000) também obtiveram valores inferiores ao estudar o efeito da adubação sob o desempenho da palma forrageira aos 20 meses após o plantio, em que observaram média de 7,18 artículos para palma gigante (clone IPA-20). Silva et al. (2010), estimando a relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira, observaram 12,5 cladódios por planta aos dois anos após o cultivo.

Os coeficientes de variação experimental, observado nos dois experimentos, foram considerados baixos para as características CC, LC e DC, demonstrando a ocorrência de precisão experimental. Para o experimento 1 o CV% também foi baixo para AP e LP.

Oliveira (2010) encontrou na palma miúda, para as características comprimento do cladódio e largura do cladódio, CV% equivalente a 10,79% e 20,63%, respectivamente. Para palma gigante em análise dos mesmos caracteres a autora encontrou CV% igual a 9,02% para comprimento do cladódio e 12,62% para largura do cladódio. Os valores encontrados neste trabalho foram inferiores ao reportado por Oliveira (2010) para a maioria das características, exceto área do cladódio (AC) e área fotossintética do cladódio (AFT) onde a autora encontrou para palma miúda CV% igual a 22,63 e 42,25, e para palma gigante valor igual a 17,58% para AC e 37,54% para AFT.

Silva et al. (2010) encontraram valores de 17,8% para altura da planta e 30,6% para largura da planta. Almeida (2011), também, observou valores para CV% considerado elevado para a característica NTC na palma gigante e miúda equivalentes a 23,83% e 21,41%, respectivamente.

Estimativa dos parâmetros genéticos

As Tabelas 7 e 8 apresentam as estimativas dos parâmetros genéticos para clones de palma miúda e gigante, respectivamente. Os valores dos coeficientes de variação genética (CV_g) para os caracteres estudados variaram de 0,68% (LC) a 16331,93 % (AFT) para palma miúda (Tabela 7) e de 1,71% (DC) a 117,26% (LP) para palma gigante (Tabela 8). Oliveira (2010) observou estimativas de CV_g de 7,54% para DC e 55,39% para NTC. Santos et al. (1994) encontraram coeficiente de variação fenotípica e genotípica para o índice AC equivalentes a 0,2508 e 0,1514, respectivamente. Observa-se nos dois experimentos que as características agronômicas apresentadas pelas plantas, tiveram maior contribuição de causas genotípicas.

As estimativas do coeficiente de variação genética (CV_g) constituem fatores importantes, pois indicam a amplitude de variação genética de uma característica, sendo indispensável para um programa de melhoramento.

Tabela 7. Parâmetros genéticos para oito características agrônomicas avaliadas em clones de palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck).

PARÂMETROS	AP	LP	NTC	CC	LC	DC	AC	AFT
CV_f	7,97	18,38	7,81	2,87	0,73	2,01	969,45	24214,24
$CV_g\%$	4,60	9,28	5,78	2,68	0,68	1,72	692,31	16331,93
$CV_e\%$	3,36	9,10	2,03	0,19	0,04	0,29	340,14	7882,31
CV_g/CV_e	0,58	0,50	0,84	1,86	1,84	1,21	3,27	1,46
$h^2\%$	57,77	50,49	74,01	93,26	93,18	85,53	94,93	62,78

CV_f = coeficiente de variação fenotípica, CV_g = Coeficiente de variação genética; CV_g/CV_e = Índice de variação genética; $h^2\%$ = Herdabilidade no sentido amplo. AP - Altura da planta (cm), LP - Largura da planta (cm), NTC - Número de cladódios totais, CC - Comprimento médio do cladódio (cm), LC - Largura média do cladódio (cm), DC - Diâmetro médio do cladódio (mm), AC - Área do cladódio (cm²), AFT - Área fotossintética do cladódio (cm²).

Tabela 8. Parâmetros genéticos para oito características agrônomicas avaliadas em clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill).

PARÂMETROS	AP	LP	NTC	CC	LC	DC	AC	AFT
$CV_f\%$	36,00	141,00	8,31	3,22	1,75	2,55	897,14	657844,33
$CV_g\%$	22,35	117,26	5,63	2,45	1,48	1,71	546,07	581433,4
$CV_e\%$	13,65	23,74	2,67	0,77	0,27	0,84	351,07	76410,93
CV_g/CV_e	0,63	1,11	0,72	0,89	1,15	0,71	1,55	7,60
$h^2\%$	62,08	83,16	67,80	76,08	84,26	66,89	71,10	70,38

CV_f = Coeficiente de variação fenotípica, CV_g = Coeficiente de variação genética, CV_g/CV_e = Índice de variação genética. $h^2\%$ = Herdabilidade no sentido amplo. AP - Altura da planta (cm), LP - Largura da planta (cm), NTC - Número de cladódios totais, CC - Comprimento médio do cladódio (cm), LC - Largura média do cladódio (cm), DC - Diâmetro médio do cladódio (mm), AC - Área do cladódio (cm²), AFT - Área fotossintética do cladódio (cm²).

Quanto à relação CV_g/CV_e foram encontrados para palma miúda valores menores que a unidade para os seguintes caracteres estudados AP (0,58), LP (0,50), NTC (0,84). Para os caracteres CC (1,86), DC (1,84), DC (1,21), AC (3,27) e AFT (1,46) os valores apresentados foram superiores a uma unidade (Tabela 7). Para palma gigante verificou-se valores acima de uma unidade para a maioria das características, exceto AP (0,63), NTC (0,72) e DC (0,71). Os valores acima de uma unidade variaram entre 1,11 (LP) a 7,60 (AFT). Oliveira (2010) obteve para quase todas as características avaliadas, valores inferiores a uma unidade durante o primeiro ciclo de avaliação dos clones, exceto para os índices da razão CV_g/CV_e NTC, CC e AC. Segundo Vencovsky (1987) quando a relação CV_g/CV_e é tanto maior que uma unidade, indica que a variação genética é superior a ambiental, sendo este um elemento muito favorável para um programa de seleção.

Quando a razão CV_g/CV_e for inferior a uma unidade, implica em maiores dificuldades no processo de seleção, evidenciando que a adoção exclusiva de métodos de seleção, não resultará em ganhos importantes, sendo recomendável a adoção de outras técnicas de melhoramento. Assim, para palma miúda, apenas a seleção para os caracteres CC, DC e AC poderão implicar em ganho de seleção. Para a palma gigante a seleção para a maioria dos caracteres implicará em ganhos genéticos imediatos, exceto para as variáveis AP e NTC. Estas informações reforça a baixa variabilidade genética presente nestes clones para estes caracteres (Tabela 4 e 6).

De modo geral, as duas espécies apresentaram valores altos, quanto à herdabilidade dos caracteres estudados, com exceção de AP, LP e AFT para a palma miúda e AP, NTC e DC para a palma gigante. Os valores para palma miúda variaram de 50,49% para LP e 94,93% para AC (Tabela 7). Para os dados referentes aos clones de palma gigante, observou-se o menor valor para característica AP (62,08%) e o maior para LC (84,26%) (Tabela 8). Durante o primeiro estágio de avaliação, Oliveira (2010) também relatou alta herdabilidade para as características morfológicas, reportando menor valor para DC (53,45%) e maior valor para NTC (95,09%).

Segundo Cardellino & Osório (1999) valores para herdabilidade se expressam com extremos entre 0 a 100%. Deste modo segundo os autores, valores de herdabilidade de 0 a 20% são considerados baixos, de 20 a 40% moderados e acima de 40% altos. Todos os valores de herdabilidade observados nesse trabalho são considerados altos, pois

apresentam-se superiores a 50%. Deste modo, quanto mais elevada a herdabilidade de uma característica, mais acuradamente o desempenho individual prediz o valor genético, e mais rápida deve ser a resposta à seleção para essa característica.

O aumento da herdabilidade em uma população pode ser estabelecido com o incremento da variabilidade genética por meio da introdução de novos genótipos na população ou pela redução da influência do ambiente sobre a expressão do genótipo (Vencovsky, 1987).

Segundo Cruz (2005), a herdabilidade é o índice que indica o valor genético de determinada característica, sendo inferida por meio da relação entre fenótipo e genótipo. Portanto, valores elevados para a herdabilidade garantem que as características observadas são produtos dos caracteres genéticos de um indivíduo, reduzindo as influências do ambiente sobre a expressão do fenótipo. Assim, os valores encontrados para herdabilidade são favoráveis para o processo de seleção, pois indicam que os valores observados são de origem genética.

Estimativas de correlações fenotípicas

De modo geral, as estimativas das correlações fenotípicas para a palma miúda *Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck e para palma gigante *Opuntia ficus-indica* Mill apresentou valores positivos e alta magnitude significativos (Tabela 9 e 10).

A correlação fenotípica com maior magnitude observada nas duas espécies ocorreu entre os pares AP x CC, que apresentou valor de 0,908, sendo esta positiva e altamente significativa, demonstrando que plantas altas também apresentaram cladódios com maior comprimento. Na palma miúda, também, se observou correlações altamente significativas e positivas entre os caracteres AP x LP, AP x LC, AP x DC. Correlações positivas de alta magnitude e altamente significativas indicam uma relação favorável ao melhoramento genético, pois ao realizar a seleção para plantas altas, também ocorrerá seleção de plantas com maior largura, cladódios mais largos e com maior diâmetro dos cladódios (Tabela 9). Foram observadas correlações negativas de baixa magnitude e não significativa entre os pares AP x NTC, NTC x CC e NTC x LC, indicando condições desfavoráveis ao melhoramento genético de forma conjunta dessas características (Tabela 9).

Para palma gigante observou-se correlações negativas entre os pares LP x DC e NTC x DC (Tabela 10). Para os pares AP x CC, NTC x LC, AP x LP, LP x NTC, LP x CC,

LP x LC e LC x DC encontrou-se correlações positivas com alta magnitude e altamente significativas (Tabela 10). As características que apresentaram correlações positivas indicam que o incremento no valor de um caráter irá provocar o aumento no valor do outro.

Quando as correlações que apresentam valores negativos com significância, implica que o efeito positivo em uma característica provocará nos seus pares um efeito oposto (Singh et al., 2002).

Oliveira (2010) observou correlações com valores moderados para a maioria das características associadas em relação à magnitude. A mesma, também, observou elevadas correlações entre altura da planta e comprimento do cladódio (0,756) e altura da planta e largura do cladódio (0,661), evidenciando que as plantas mais altas possuem cladódios com maior comprimento e largura, pois mostraram correlações positivas de alta magnitude e altamente significativas. Silva et al. (2010) observaram correlações positivas entre AP x LP concluindo que as plantas mais altas possuem maior largura de planta.

Tabela 9. Matriz de correlação fenotípica (r_F) e genotípica (r_G) entre seis características agronômicas avaliadas em clones de palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck.).

Variáveis		AP	LP	NTC	CC	LC	DC
AP	r_F	1	0,834**	-0,183 ^{ns}	0,908**	0,859**	0,784**
LP	r_F		1	0,209 ^{ns}	0,833**	0,075 ^{ns}	0,742**
NTC			r_F	1	-0,327 ^{ns}	-0,459*	-0,426*
CC				r_F	1	0,986**	0,951**
LC					r_F	1	0,676**
DC						r_F	1

*- significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade, ns – não significativo. AP - Altura da planta (cm), LP - Largura da planta (cm), NTC - Número de cladódios totais, CC - Comprimento médio do cladódio (cm), LC - Largura média do cladódio (cm), DC- Diâmetro médio do cladódio (mm).

Tabela 10. Matriz de correlação fenotípica (r_F) entre seis características agronômicas avaliadas em clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill).

Variáveis		AP	LP	NTC	CC	LC	DC
AP	r_F	1	0,647**	0,041 ^{ns}	0,908**	0,091 ^{ns}	0,403 ^{ns}
LP	r_F		1	0,672**	0,623**	0,654**	-0,185 ^{ns}

NTC	r_F	1	0,087 ^{ns}	0,792 ^{**}	-0,657 ^{**}
CC		r_F	1	0,205 ^{ns}	0,337 ^{ns}
LC			r_F	1	0,676 ^{**}
DC				r_F	1

*- significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade, ns – não significativo. AP - Altura da planta (cm), LP - Largura da planta (cm), NTC - Número de cladódios totais, CC - Comprimento médio do cladódio (cm), LC - Largura média do cladódio (cm), DC- Diâmetro médio do cladódio (mm).

Neste trabalho observou-se que a produção de cladódios dos clones de palma forrageira avaliados, em ambas as espécies, apesar da baixa precipitação chuvosa ocorrida durante todo ano de 2012, foi relativamente alta.

Vale, também, ressaltar que a produtividade elevada dos mesmos está associada ao uso de adubação orgânica, espaçamento utilizado no plantio e genótipos superiores que fizeram parte do experimento. Segundo Dubeux Jr. et al. (2012) a produtividade da palma forrageira pode ser incrementada por meio de adubação, tratos culturais, controle de pragas e doenças, disponibilidade de água, tipo de solo, entre outros fatores. Assim Santos et al. (2012) afirmam que a palma forrageira pode alcançar alta produtividade em condições de semiárido, quando utilizados genótipos produtivos e sob manejo adequado de sistema de plantio, tratos culturais, entre outros.

CONCLUSÕES

Os clones apresentam boas características agronômicas.

As testemunhas pertencentes à espécie *Nopalea cochenillifera* (IPA-sertânia e IPA-miúda) apresentaram desempenho agronômico superior em relação aos clones de palma miúda pré-selecionados.

Entre os clones de palma gigante, o clone 04 merece destaque por apresentar o maior número de cladódios por planta demonstrando ser agronomicamente superior que aos demais, inclusive o clone IPA-20, variedade já melhorada.

Em função da variação ambiental, novas avaliações devem ser realizadas, submetendo os clones a avaliações em diferentes ambientes (locais e anos), para constatar o bom desempenho dos clones em outros ambientes.

Referências BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. **Palma forrageira na região semiárida da Bahia: Diagnóstico, crescimento e Produtividade.** Cruz das Almas, 2011. 60 p. Tese de doutorado (doutorado em ciências agrárias). Universidade Federal do Recôncavo Baiano. Cruz das Almas, 2011.

BLAMONT, E. MENDONÇA, J. O.; VARGENS FILHO, J. R. C. DA.; TORRES FILHO, P. O semi-árido da Bahia: problemas, desafios e possibilidades. **Bahia Agrícola**, Salvador: SEAGRI, v.5, n.2, p.45-49, 2002.

CAMPOS, H. de. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar.** Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CARDELINO, R.; OSÓRIO, J. C. S. Melhoria Animal para Agronomia, Veterinária e Zootecnia. Pelotas: Editora UFPel., 1999. 153p

CORTAZAR, V. G. de; NOBEL, P. S. **Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus-indica*.** Agricultural and Forest Meteorology, v. 56, p. 261-272.1991.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético.** 3°. ed. Viçosa: ed universitária da UFV. v. 1, 2004, p.180-192.

CRUZ, C. D. Princípios da genética quantitativa. Viçosa, MG: UFV, 2005. 394 p.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. de. **Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro.** Revista Brasileira de Zootecnia. vol.39 no.4 Viçosa, MG: Abril. 2010

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, D.C.; et al. **Efeito da adubação e do espaçamento sobre o desenvolvimento de duas espécies de palma forrageira.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000.

DUBEUX JR. J. C. B.; ARAUJO, J.T.F.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, jan.-mar. 2010.

DUBEUX JR, J. C. B.; SARÁIVA, F. M.; SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; MIRANDA, N. G. Efeito da adubação sobre a produtividade de cultivares de palma forrageira. IN: **I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO**, 1, Feira de Santana, 2012. Anais... Feira de Santana, 2012. p.38.

JESUS, M. S. de.; QUEIROZ, S. R. D.; OSUNA, J. T. A.; OLIVEIRA, J.; ARAÚJO, F. L. **Avaliação do crescimento vegetativo de clones de palma forrageira aos seis meses de idade em função da adubação.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, Búzios. **Anais...** 2011, Búzios, RJ.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

GOMES, F. P. (2000) **Curso de estatística experimental.** 14^a ed. Piracicaba, Degaspari. 477p.

NOBEL, P.S.,1991. **Physicochemical and environmental plant physiology.** Academic Press, San Diego.

OLIVEIRA, J. **Melhoramento genético da palma forrageira para aumentar a qualidade e produção para consumo animal e humano.** 2010. 40 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 2010.

OLIVEIRA JR. S.; BARREIRI NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia*

ficus-índica) em função do espaçamento no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 7-12, fev. 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Perspectivas de uso do solo no semi-árido nordestino. In: ARAUJO, Q. R. **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus: BA, 2002. p. 339-363.

SANTOS, D.C.; MARTINS, E.S.; FARIAS, I.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. & DIAS, F.M. Desempenho de vacas 5/8 Holando-Zebu alimentadas com três cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). In: Simpósio Nordeste de alimentação de ruminantes, 4, 1992, Recife. **Anais**, Recife, 1992. 226p.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; NASCIMENTO, M. M. M. do.; LIRA, M. A. de.; TABOSA, J. N. Estimativa de parâmetros genéticos em palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochinilífera* Salm & Dyck. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 12, p. 1947–1957, Dezembro, 1994.

SANTOS, M. V. F. dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In; MENEZES, R. S. C. et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 143-162.

SANTOS, G. R. A; BATISTA, A. M .V.; CARVALHO, F. F. R.; DUBEUX JÚNIOR, J. C.; MARQUES, C. A. T.; LIRA, M. A. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, p.368, 2000.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.; COELHO, S.B.; DIAS, F.M.; MELLO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco**. Recife. IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V., FREITAS, E. F.; SANTOS, V. F. **Genética e melhoramento da palma forrageira**. 1, 2012. Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 67-68p.

CRUZ, C.D. Programa Genes - Diversidade Genética. 1.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. v.1. 278p.

SCHEINVAR, L.; FILARDO K.S.; OLALDE P.G.; ZAVALETA B.P. **Diez especies mexicanas productoras de xoconostles: Opuntia SSP. Y Cyllindropuntiaimbricata (Cactáceae)**. Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Hidalgo y Universidad Autónoma Metropolitana. 179 p. 2009. México. DF.

SILVA, C. C. F. SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Fícus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes (Forage Palm (*Opuntia Fícus- Indica* Mill) as alternative in ruminant feeding). **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**. ISSN 1695-7504. v. 7, n. 10. 2006 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html> Acesso em: 07 de Março de 2012.

SILVA, M. C.; SANTOS, S. F.; SANTOS, M. V. F. *et al.* Características de crescimento de cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998. p.251.

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

SINGH B; KUMAR D; KUMAR A; GEETA SINGH G; SINGH G. Correlation studies in carrot (*Daucus carota* L.). *Progressive Agriculture* v.2., p. 84-85. 2002.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J.H. **Analysis of covariance**. In: Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach, McGraw-Hill, New York, 1980, p. 401-437.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. de A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

VENCOVSKY R. 1987. **Herança Quantitativa**. In: PATERNIANI E; VIEGAS GP. Melhoramento e Produção de Milho no Brasil. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**: Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 1992. 496p.

WARUMBY, J. F.; ARRUDA FILHO, G. P.; CAVALCANTI, V. A. L. B. et al. Pragas da palma. In: MENEZES, R. S. C; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E V. S. B. (Eds.) **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Universitária:UFPE, 2005, p. 65-80.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA

Mariana Santos de Jesus¹, Dr. Juan Tomás Ayala Osuna², Sandra Regina de Oliveira Domingos Queiroz³, Jaqueline de Oliveira⁴.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os 20 clones de palma forrageira pré selecionados por Oliveira (2010) quanto a sua composição bromatológica. Os experimentos foram conduzidos na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana- BA. Foram avaliados 15 clones de *Opuntia ficus-indica* Mill (cv. gigante) e cinco de *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck (cv. miúda) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica. Os cladódios foram coletados, secados em estufa de ventilação forçada

a 65°C, moídos, em seguida foram colocados em vasilhas hermeticamente fechadas e encaminhados ao laboratório de ruminantes da UNESP/Jaboticabal onde procedeu-se as análises. Observou-se em média 69,91% de FDN, 13,09% de FDA e 8,49% de PB para a palma miúda. Para palma gigante os valores médios foram 45,63% FDN, 18,20% FDA e 9,18% PB. Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar a superioridade dos clones que fizeram parte dos experimentos, tendo destaque o clone de palma gigante 50 e o clone de palma miúda 26. Deste modo pode-se verificar que os clones são bastante promissores para programas de melhoramento, pois apresentam-se como uma excelente opção alimentar para os rebanhos em regiões de baixa precipitação chuvosa.

Palavras-chave: *Opuntia ficus-indica*, *Nopalea cochenillifera*, nutrição, seleção, cactácea.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the chemical composition of the 20 clones of forage preselected by Oliveira (2010) to establish the superiority of the same. The experiments were conducted in the Experimental Garden Forestry, State University of Feira de Santana-BA. We evaluated 15 clones of *Opuntia ficus-indica* Mill (cv. Giant) and five *Nopalea cochenillifera* Salm - Dyck (cv. girl) at six months of cultivation on organic fertilization. The cladodes were collected, dried in a forced ventilation oven at 65 ° C, ground in a row were placed in airtight containers and sent to the laboratory ruminant UNESP / Jaboticabal where we proceeded to the chemical analyzes. We observed an average of 69.91% NDF, 13.09% ADF and 8.49% CP for Palm kid. For giant cactus values were 45.63% NDF, 18.20% ADF and 9.18% PB. Based on these results, we could confirm the superiority of the clones that were part of the experiment, and highlight the giant palm clone 50 and clone 26 tiny palm. Thus it can be seen that the clones are very promising for breeding programs

because they present themselves as an excellent option for livestock feed in areas of low rainfall rainy.

Keywords: *Opuntia ficus-indica*, *Nopalea cochenillifera*, nutrition, selection, cactus.

INTRODUÇÃO

A palma (*Opuntia* e *Nopalea*) apresenta-se como a cactácea de maior importância econômica do planeta. Na Região Nordeste do Brasil encontra-se a maior área de cultivo de palma do mundo, que tem como finalidade a produção de forragem para a alimentação de ruminantes (Albuquerque, 2002).

Segundo Santos et al. (2005), a palma forrageira representa uma importante fonte de alimento para os rebanhos em regiões onde a precipitação pluviométrica é muito baixa, principalmente por sua alta resistência à seca, aliada à palatabilidade e produção de biomassa. A palma caracteriza-se por ser alimento rico em água, carboidratos não fibrosos, alta digestibilidade da matéria seca. Contudo, apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) quando comparada com outros alimentos volumosos (Araújo Filho & Silva, 2012).

Por ser uma cactácea, a palma apresenta uma grande capacidade de armazenamento de água em seus cladódios, sendo um fator favorável para as regiões semiáridas, onde a disponibilidade de água para os rebanhos é bastante reduzida. Assim, esse suprimento de água pode tornar-se quase que suficiente para atender a necessidade dos animais.

Araujo Filho & Silva (2012) classificou a palma como um alimento energético, pois apresenta baixos níveis de proteína bruta e carboidratos fibrosos (FDN e FDA), e altos teores de carboidratos não fibrosos (CNF), sem deixar de ser considerado um volumoso. Santos et al. (2011) relatam que o fornecimento da palma como forragem sem a associação com uma fonte de fibra efetiva provoca vários problemas, como diarreia, queda no teor de gordura do leite, baixo consumo de massa seca e perda de peso, para vacas em lactação.

A composição bromatológica da palma forrageira sofre influência de diversos fatores como a espécie, idade dos artigos, época do ano e tratos culturais, tendo o teor de matéria seca como o mais variável. Para Ferreira (2005) conhecer a composição bromatológica de um alimento é importante, pois estes poderão interferir no trato digestível e, conseqüentemente, no desempenho do animal.

Para que o animal mantenha o bom desempenho produtivo, a ração deve fornecer valores de proteína bruta acima de 7%, 45% para FDN e entre 18-20% de FDA (Reis et al., 2004). Em média, a palma gigante apresenta 4,5 % de proteína bruta e 27,6% de FDN e 17,9% de FDA. Já a palma miúda apresenta 3,3% de proteína bruta, 16,6% de FDN e 13,6% de FDA. Melo (2002) encontrou na palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) uma média de 5% para PB, 27,6% para FDN e 17,9% para FDA. Santos et al. (1997) revisando trabalhos desenvolvidos com palma forrageira, recomendaram complementação da forragem com outros alimentos protéicos e fibrosos, afim de suprir o déficit nutritivo que a palma provoca.

Deste modo, trabalhos de melhoramento com plantas forrageiras adaptadas ao clima semiárido vêm sendo desenvolvidos, no intuito de obter alimentos com alto valor nutritivo para os animais criados nesses locais, assim como a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*), uma fonte energética de baixo custo e disponível na região (Melo, 2003).

Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) com base na sua composição bromatológica, para identificar genótipos promissores.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, entre os meses de junho a novembro de 2012. Foram avaliadas as características bromatológicas de 20 clones de palma forrageira, pré-selecionados por Oliveira (2010), sendo 15 pertencentes às espécies *Opuntia ficus-indica* Mill. e 5 a *Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck.

No primeiro experimento, utilizou-se sete clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck), sendo cinco pré-selecionados e duas testemunhas: O clone IPA-Sertânia e o clone IPA-miúda (variedades melhoradas pelo IPA, indicadas como produtivas e resistente a colchonilha do carmim). No segundo experimento foram utilizados 16 clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), sendo 15 pré-selecionados e uma testemunha: o clone IPA-20 (variedade lançada pelo IPA em 1999 por apresentar alta produtividade).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo cinco plantas por parcela. No momento do plantio, procedeu-se a adubação orgânica (esterco bovino), equivalente a 30 t ha⁻¹. Foram plantados um cladódio por cova, na posição vertical, com a parte cortada voltada para o solo, a uma profundidade suficiente para que a metade do cladódio ficasse enterrada, no espaçamento de 1,0 x 0,5m (fileira x plantas).

Aos seis meses de cultivo, foi coletado um cladódio por planta. Após coleta dos cladódios procedeu-se à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 15 dias. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey colocadas individualmente em frascos, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP – Campus de Jaboticabal-SP onde se procedeu às análises. Para determinação da composição bromatológica foram analisados: teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimados segundo metodologia de Van Soest (1994) e proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1984). Para retirar a variação do conteúdo de umidade das amostras, todos os resultados analíticos foram ajustados para 100% de matéria seca.

Para realização das análises estatísticas, os dados foram submetidos à análise de variância e testes de médias (Scott-Knott) realizadas com o programa Genes (Cruz et al., 2004)

A partir das análises de variância, foram estimados os seus componentes e os parâmetros genéticos conforme Vencovsky e Barriga (1992). Os parâmetros estimados foram os seguintes: variância fenotípica, variância genotípica, variância ambiental média e herdabilidade no sentido amplo, baseada na média das parcelas.

As estimativas das correlações fenotípicas (r_F) foram obtidas para todas as combinações de caracteres (Cruz et al., 2004).

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica foi avaliada pelo teste t, em 5 % e 1 % de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

Com base nos resultados das análises bromatológicas (alto teor de proteína e fibra em detergente neutro) foi estimada superioridade dos genótipos com as melhores características.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da composição bromatológica dos clones de palma miúda e gigante aos seis meses de cultivo permitiu verificar por meio de análise de variância, que os quadrados médios foram significantes ($p < 0,05$), indicando a presença de variabilidade nas duas populações (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios e coeficientes de variação experimental de três características bromatológica, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, avaliadas em clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

FV	GL	Quadrados médios		
		FDN	FDA	PB
Clones	6	1320,53**	5,39**	3,77**
Resíduo	14	0,65	0,64	0,64
CV%		1,15	6,14	9,46

** = Significativo no nível de 1 % de probabilidade.

Na análise do conteúdo protéico, a média percentual geral apresentada pelos clones de palma miúda foi de 8,49% (Tabela 2). Quanto ao teor de proteína, os clones 18, 19 e 24 foram superiores a todos os outros, apresentando as maiores médias percentuais (Tabela 2) Para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) a média apresentada para a população variaram de 69,91% e 13,09%, respectivamente (Tabela 2).

Para ambas características, o clone 26 se destacou em relação aos demais não diferindo estatisticamente das testemunhas (I-SE e I-MI) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias, valor médio, mínimo e máximo de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, analisadas em cinco clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

CLONES	FDN	FDA	PB
18	43,63 D	12,38 B	9,57 A
19	40,08 E	11,80 B	9,75 A
24	64,03 C	11,69 B	9,67 A
25	78,35 B	12,26 B	7,45 B
26	87,75 A	14,50 A	7,45 B
I-MI	87,75 A	14,50 A	7,45 B
I-SE	87,75 A	14,50 A	7,45 B
Media geral	69,91	13,09	8,49
Valor min.	40,08	11,69	7,45
Valor max.	87,75	19,64	9,75

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Para a palma gigante, a análise de variância demonstrou diferenças significativas para as três variáveis analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Quadrados médios e coeficientes de variação experimental de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, PB - proteína bruta, avaliadas em clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		FDN	FDA	PB
Clones	15	58,54**	2,84**	3,14**
Resíduo	35	1,94	0,75	0,78
CV%		3,06	4,78	9,65

** = Significativo no nível de 1 % de probabilidade.

Foi possível observar, no geral, a formação de seis grupamentos. Os clones apresentaram uma média percentual de 45,63% de FDN (Tabela 4). Para esta característica, o valor máximo foi observado no clone 01 (55,74) que diferiu estatisticamente dos demais em relação a este caráter (Tabela 4). Para o teor de FDA a palma gigante apresentou média de 18,20% (Tabela 4), onde o clone 46 apresentou média superior em relação aos demais clones (Tabela 4). Para o teor de proteína bruta observou-se média de 9,19% (Tabela 4), onde os clones 04, 06, 42, 45 e 50 foram superiores aos demais e em relação a testemunha, apresentando elevado teor de proteína (Tabela 4).

Tabela 4. Médias, valor médio, mínimo e máximo de três características bromatológicas, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido PB - proteína bruta, avaliadas em 15 clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

CLONES	FDN	FDA	PB
01	55,74 A	18,63 C	8,32 C
04	44,72 E	18,39 D	9,56 A
06	43,96 E	17,62 D	10,39 A
34	45,75 E	18,83 C	8,80 B
40	43,69 F	17,01 C	8,75 B
42	41,72 F	18,88 C	10,69 A
45	43,96 F	19,71 B	10,46 A
46	43,96 E	20,70 A	10,19 A
50	49,78 C	17,80 C	10,62 A
51	42,62 E	17,49 D	8,87 B
63	44,89 E	17,77 D	7,84 C
64	52,98 B	18,64 D	9,05 B
67	44,89 F	17,44 D	8,86 B
68	43,69 E	17,44 D	9,27 B
94	47,50 D	17,80 D	8,01 C
IPA-20	47,50 D	17,80 D	8,01 C
Media geral	45,63	18,20	9,18
Valor min.	38,41	17,01	7,84
Valor max.	55,74	20,70	10,69

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Outras pesquisas avaliando o teor de proteína bruta em genótipos de palma miúda foram encontrados valores inferiores aos observados nesse trabalho, com média geral variando entre 2,55% e 3,5% (Albuquerque & Santos, 2005; Santos et al., 2006).

Além disso, os valores médios de proteína bruta alcançados neste trabalho para os clones de palma avaliados equivalem aos obtidos por Helbig (2007) em avaliação do arroz parboilizado de alta amilase, com valor médio de 9,18%, aos obtidos por Cabral et al., (2006) que avaliaram resíduo de acerola e encontraram teor 9,80%, e ainda os obtidos por Lallo et al. (2002) quando avaliaram a silagem de milho e encontraram 8,83% de proteína bruta, ou seja, valores próximos aos observados para palma miúda e gigante.

Avaliações de proteína bruta realizadas com outras cultivares de *Opuntia ficus-indica* Mill (variedades gigante e redonda), também, demonstram a superioridade dos genótipos avaliados neste trabalho (Albuquerque e Santos, 2005; Dubeux Jr. et al., 2006; Albuquerque & Santos 2005). Os teores de proteína bruta observados neste trabalho, também foram superiores aos obtidos por Santos et al. (2006) em cultivares de palma redonda (5,0%), gigante (clone IPA-20) (5,5%) e em relação a outras forrageiras, como a silagens de sorgo (5,5%) e o milho (6,5%).

Oliveira (2010) durante o primeiro estágio de avaliação do teor de proteína bruta, obteve 11,65% na palma miúda, cultivada sob diferentes adubações, e, na palma gigante, cultivada sob as mesmas condições experimentais, atingiu valor semelhante, não diferindo estatisticamente (11,51%). De modo geral, observou-se uma redução no teor de proteína bruta quando comparado aos resultados obtidos por Oliveira (2010). A redução no teor de PB% de 27,12% para palma miúda e de 11,47% para palma gigante, ocorrida entre os dois ciclos de avaliação, pode ser atribuída ao longo período de estiagem, que vem atingindo a região de Feira de Santana, influenciando negativamente no teor protéico dos clones. Diversos autores afirmam que a composição bromatológica da palma é variável e depende da espécie, idade, época do ano e tratos culturais (Teles et al., 2002; Ferreira, 2005; Oliveira Jr. et al., 2009).

A média de FDN para palma gigante e miúda foram 45,63% e 69,91%, respectivamente (Tabela 1 e 3). Estes valores foram superiores aos reportado por Albuquerque (2002) onde encontrou na palma forrageira Cv. Gigante 25,65% de FDN.

Silva et al. (2011) encontraram no farelo de palma redonda 28,56% de FDN. Magalhães et al. (2004), também, reportaram valor 35,09% para FDN. Diante dos resultados, observa-se superioridade dos clones pré-selecionados, corroborando os dados obtidos por Oliveira (2010).

Quanto a média de FDA, foram encontrados na palma gigante e miúda média percentual de 18,20% e 13,09%, respectivamente (Tabela 1 e 3). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Ribeiro (2010) que encontrou na palma forrageira teor de FDA equivalente a 12,1% e Albuquerque (2002) que encontrou 17,27% de FDA na palma forrageira ao ser utilizada com diferentes fontes de nitrogênio na alimentação de vacas leiteiras.

Melo (2002), ao avaliar a palma forrageira, em dietas para vacas leiteiras, observou que a palma apresentava percentuais de 5,0% PB; 20,3% FDN; 16,7% FDA, enquanto Araújo (2002) reportou para palma gigante valores de 4,5% de PB; 27,6% de FDN e 12,9% FDA na sua composição bromatológica.

Reis et al. (2004) afirmam que a dieta animal deve conter níveis em torno de 6% a 7% de proteína bruta para que estes apresentem boa atividade ruminal. Genro & Orqis (2008), também, corroboraram com essa afirmação, pois relatam que percentual de PB deve ser superior a 7%, sendo que valores inferiores a este prejudicam o funcionamento do rumem do animal e provoca déficit de produção de carne e leite. Estes mesmos autores afirmam que o teor de proteína fornece uma idéia da qualidade nutricional dos alimentos, portanto a produção animal depende da concentração protéica da ração oferecida. Tanto os clones de palma gigante quanto os clones de palma miúda atenderam aos valores mínimos de proteína bruta exigido na alimentação animal.

Para o teor de carboidratos fibrosos, Lu et al. (2005), relatam que para o bom desempenho das atividades ruminais recomenda-se valores superiores a 41% e entre 18-20% de FDN e FDA, respectivamente. Os clones de palma gigante atendem a esses requisitos, apresentando médias para FDN e FDA dentro dos valores desejais, sendo 45,63% e 18,20%, respectivamente. Os clones de palma miúda atendem ao requisito apenas para FDN com um valor médio percentual de 69,91%. No entanto, para o teor de FDA o valor médio encontrado (13,09%) está abaixo do desejável, não sendo um fator limitante para produção animal (Fonseca, 2000). Melo (2011) afirma que o percentual de FDA

elevado é uma característica indesejável, pois indica a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelo animal.

Quanto à porcentagem de FDN, Fonseca (2000) relata que valores elevados são extremamente desejáveis, pois esta constitui uma importante característica para forragem, uma vez que correspondem as frações de lignina, celulose e hemicelulose na planta.

Em relação ao valor percentual de FDN e FDA, não foi possível estabelecer ralações comparativas com os valores obtidos por Oliveira (2010) pois a mesma não realizou análises para estabelecer a porcentagem de carboidratos não fibrosos.

A superioridade dos clones de palma forrageira pré-selecionados por Oliveira (2010) foi registrada para todas as características, exceto para o teor de FDA apresentado pelos clones de palma miúda, que se encontram abaixo do valor desejável na ração animal.

Estimativa de parâmetros genéticos

Abaixo encontram-se os valores obtidos para os parâmetros genéticos da palma forrageira, *Nopelea cochenillifera* Salm & Dick (Tabela 5) e *Opuntia ficus indica* Mill (Tabela 6).

Tabela 5. Parâmetros genéticos de clones de palma miúda aos seis meses de plantio cultivados em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

PARÂMETROS	FDN	FDA	PB
CV_f	440,17	1,79	1,25
CV_e	0,21	0,21	0,21
CV_g	439,96	1,58	1,04
CV_g / CV_e	26,10	1,56	1,27
$ha^2 \%$	99,95	88,02	82,90

FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, PB= proteína bruta.

Tabela 6. Parâmetros genéticos de clones de palma gigante aos seis meses de cultivo em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

PARÂMETROS	FDN	FDA	PB
CV_f	19,16	0,89	1,00
CV_e	0,25	0,25	0,25
CV_g	18,91	0,63	0,75
CV_g / CV_e	4,93	0,90	0,98
$ha^2 \%$	98,65	71,02	74,30

FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, PB= proteína bruta.

Observou-se para características bromatológicas que o maior e o menor valor para o coeficiente de variação fenotípica (CV_f) da palma miúda foi observado para FDN sendo 440,17 e PB 1,25, respectivamente (Tabela 5). Para palma gigante os valores de CV_g variaram entre 18,90 (FDN) a 0,63 (FDA) (Tabela 6).

A avaliação do coeficiente de variação genético (CV_g) possibilita comparar a variabilidade genética entre os diferentes caracteres em estudo. Pode-se observar nesse estudo, que ocorreu ampla variação no índice de CV_g , tendo este variado de 439,96 para FDN a 1,04 para PB na palma miúda (Tabela 5).

Para palma gigante o maior valor de CV_f , também, foi registrado para FND (19,15) e o menor valor foi observado em FDA 0,25 (Tabela 6). Para todas as características nas duas espécies, observa-se que quase 100% da variação fenotípica foi gerada por causas genéticas, sendo uma parcela mínima atribuída as causas de ambiente. Oliveira (2010) durante o primeiro ciclo de avaliação, deste programa de melhoramento, observou CV_g para PB de 7,54. Santos et al. (1994) estimando parâmetros genéticos para palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillífera* Salm & Dyck, encontraram coeficiente de variação genética e fenotípica considerados altos para proteína bruta, sendo 46,5 e 12807,2 respectivamente. Figueredo (2011) estimando parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de *Brachiaria humidícola* observou coeficiente de variação genotípica menor que uma unidade para PB (0,10), FDN (0,45) e FDA (0,07).

Neste trabalho, os valores do coeficiente de variação ambiental, para ambos os experimentos, foram baixos para todas as características (Tabelas 5 e 6), indicando pouca influência do ambiente na expressão das características fenotípicas das plantas. Valores baixos para CV_e indicam bom controle experimental e baixa variação na população em estudo, fato já esperado devido ao tamanho reduzido da população e ao processo de seleção ao qual os mesmos já foram submetidos.

Para o índice CV_g/CV_e foram observados valores maiores que uma unidade para todas as características na palma miúda tendo estes variado de 26,10 para FDN a 1,27 para PB (Tabela 5). Na palma gigante apenas a característica FDN apresentou valor maior que uma unidade sendo 4,93 (Tabela 6). Para FDA e PB a palma gigante apresentou razão CV_g/CV_e equivalentes a 0,90 e 0,98 respectivamente (Tabela 6). O índice CV_g/CV_e indica a relação entre a contribuição do genótipo e do ambiente sobre a manifestação do caráter em estudo. Portanto, quanto maior que uma unidade for os valores observados, estes indicarão a contribuição do genótipo em relação ao ambiente na manifestação do fenótipo sendo maiores as chances de sucesso no processo de seleção (Vencovsky, 1987). Assim, a relação CV_g/CV_e torna-se uma ferramenta importante durante um processo de melhoramento, pois indica se a seleção para determinado caráter poderá ser revertido em ganho genético para espécie em estudo. Deste modo, para características estudadas, a seleção para FDA na palma gigante, não expressa confiabilidade, pois os valores observados podem ter sido gerados pelas condições ambientais e não genéticas.

Quanto à herdabilidade no sentido amplo, obteve-se para as duas espécies, valores considerados elevados e altamente desejáveis em um programa de seleção, sendo encontrado na palma miúda 99,95% para FDN, 88,02% para FDA e 82,90% para PB (Tabela 5). Para palma gigante os valores foram 98,65% para FDN, 71,02% para FDA e 74,30% para PB. Oliveira (2010) observou maior herdabilidade para o caráter proteína bruta sendo este 94,94%. Santos et al. (1994), também, observaram valor elevado para PB (89,6%). Figueiredo (2011) observou nas características bromatológicas do capim *Brachiaria humidicola* herdabilidade para FDN, FDA e PB iguais a 54,96%, 59,88% e 19,59% respectivamente. Esses valores ficaram muito abaixo dos valores observados neste trabalho para as duas espécies.

Segundo Bessalho Filho et al. (2009) os valores para herdabilidade são desejáveis tanto maior que 50%, pois estes conferem credibilidade ao processo de seleção, uma vez que predizem as chances das características desejáveis nos genitores serem transmitidas para a prole sendo a porção herdável da variabilidade da população.

Estimativa de correlações fenotípicas

A análise das correlações fenotípicas para palma miúda demonstrou que ocorreu correlação positiva e alta magnitude e altamente significativa apenas entre os pares FDN x FDA (Tabela 7). Para os pares FDN x PB e FDA x PB observou-se correlação negativa e altamente significativa (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativa de correlações fenotípicas avaliadas em três características bromatológicas da palma miúda cultivadas em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

Variáveis		FDN	FDA	PB
FDN	r_F	1	0,793**	- 0,899**
FDA		r_F	1	- 0,934**
PB			r_F	1

FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, PB= proteína bruta.

Para a palma gigante as correlações encontradas apresentaram magnitude baixa e não significativa entre os pares FDN x FDA e FDA x PB (Tabela 8). Para o par FDN x PB encontrou-se correlação com valor moderado, positivo e significativo (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativa de correlações fenotípica avaliadas em três características bromatológicas da palma gigante cultivadas em adubação orgânica, Feira de Santana, novembro de 2012.

Variáveis		FDN	FDA	PB
FDN	r_F	1	0,0352 ^{ns}	0,487*
FDA		r_F	1	- 0,333 ^{ns}
PB			r_F	1

FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, PB= proteína bruta.

As correlações fenotípicas negativas e baixas, embora significativas, entre os pares FDN x PB e FDA x PB para palma sugerem fraca associação linear entre essas características. Por outro lado as correlações positivas entre os pares favorecem o processo de melhoramento, pois ao selecionar um caráter de alto valor, também tenderá a selecionar valores elevados para outra característica (SINGH et al.; 2002).

Assim, na palma miúda, ao selecionar plantas com valores de FDN e FDA elevados, tenderá a ocorrer na população uma redução no teor de PB. Na palma gigante a seleção de plantas com alto valor para FDN tenderá a elevar na população o valor da proteína bruta. Oliveira (2010) observou correlação positiva entre as características proteína bruta e fibra bruta (0,175). Ribeiro (2010) na avaliação da composição bromatológica da folha de *Brachiaria humidicola* encontrou correlações fenotípicas positivas entre as características PB x FDA (0,17) e PB x FDN (0,18). No mesmo estudo, a correlação FDN x FDA apresentou valores negativos (-0,21). Silva et al. (2003) avaliando híbridos interpopulacionais de milho quanto a características químicas e agrônomicas para silagem, encontraram correlações negativas entre as características FDN, FDA e proteína bruta.

CONCLUSÕES

Existe superioridade dos clones pré-selecionados por Oliveira (2010) para os caracteres PB, FDN e FDA.

Todos os clones demonstram potencial para programas de melhoramento genético que visam elevar a qualidade nutricional da palma forrageira para atender a demanda nutricional dos rebanhos.

Para obter maior precisão, é indicado realizar a avaliação dos clones em diferentes ambiente (locais e ano) a fim de reduzir a influencia do ambiente e obter maiores informações sobre o comportamento dos clones.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. Palma forrageira. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**: Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap.3, p. 91- 127.

ALBUQUERQUE, S. G. **Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco**. Comunicado Técnico da EMBRAPA Semi-Árido. Petrolina – PE. N. 91, dez. 2002.

A.O. A. C. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Washington, DC, 1984. 1141p.

ARAÚJO, P. R. B. **Substituição do milho por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck em dietas completas para vacas em lactação**. Recife, PE: UFRPE, 2002. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.T.; SILVA, T.G. **Composição químico bromatológica da palma forrageira**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E

PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO, Feira de Santana. 1, 2012. **Anais...** Feira de Santana, 2012.

BESPALHOK FILHO, J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R.A. **Melhoramento de populações por meio de seleção.** 2009. Disponível em: [www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo %2012.pdf](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2012.pdf). Acesso em: 11/02/ 2013.

CABRAL, A. M. D.; MENDES, A. M. P.; ANDRADE, D. K. B.; JATOBÁ, R. B.; SILVA, C. **Análise químico-bromatológica do resíduo agroindustrial de acerola (*Malpighia glabra*).** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético.** 3°. ed. Viçosa: ed universitária da UFV. v. 1, p.180-192, 2004.

DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in North-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, p. 357- 372. 2006.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros.** Recife: Gráfica Universitária, 2005. 68p.

FIGUEIREDO, U. J. de. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênes de *Brachiaria humidicula*.** Dissertação 40-42 p. (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2011.

FONSECA, A.B. **Características químicas e agrônômicas associadas à digestibilidade da silagem de milho.** 2000. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

GENRO, T. C. M.; ORQIS, M. G. **Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico-bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390. 81.

HELBIG, E. **Efeitos do teor de amilose e da parboilização do arroz na formação de amido resistente e nos níveis glicêmico e lipêmico de ratos Wistar**. 2007. 89p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

LALLO, F. H.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; MOREIRA, F. B.; NASCIMENTO, W. G. **Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduo Industrial de Abacaxi Sobre a Digestibilidade Aparente de Rações em Bovinos Confinados**. In: REUNIÃO ANUAL DA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

LU, C. D.; KAWAS, J. R.; MAHGOUB, O. G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45 - 52, 2005.

MAGALHÃES, M. C. dos S. De.; VERAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, F. F. R.; CECON, P. R.; MELO, J.; MELO, W. S.; PEREIRA, J. T. Cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. 1. Consumo e produção **Revista Brasileira de Zootecnia** v.33, n.6, p 1897-1908, 2004.

MELO, A.A.S. **Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill Cv. gigante) em dietas de vacas em lactação**. Recife, PE: UFRPE, 2002. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

MELO, A. A. S. et al. **Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill. Cv. Gigante) em dietas para vacas em lactação-Desempenho.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 92 n. 6, p. 2128-2134. 2003.

MELO, A. A. S. **Palma forrageira na Alimentação de vacas em lactação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2, 2011. Garanhuns-PE. **Anais...** Garanhuns, 2011.

OLIVEIRA, J. **Melhoramento genético da palma forrageira para aumentar a qualidade e produção para consumo animal e humano.** 2010. 40 p. Dissertação (Mestrado em recursos genéticos vegetais). Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA. 2010.

OLIVEIRA JR. S.; BARREIRI NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-índica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária.** João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 7-12, 2009.

RIBEIRO, L. S. O. **Torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante.** 2010. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, BA. 2010.

REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FREITAS, D. PAIVA, L. M.. Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In.: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos.** 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2004, v1, p. 171- 226.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; NASCIMENTO, M. M. M. do.; LIRA, M. A. de.; TABOSA, J. N. Estimativa de parâmetros genéticos em palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochinilífera* Salm & Dyck. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 29, n. 12, p. 1947–1957, 1994.

SANTOS, M. V. F. dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In; MENEZES, R. S. C. et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005, p. 143-162.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006.

SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SILVA, M.C. BATISTA, A. M. V. Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, Búzios, 2011. **Anais...** CBMP, Búzios, SBMP 2011, CD-ROM

SILVA, P. C. da.; AYALA-OSUNA, J. T.; MORO, J. R.; PAIVA, L. M.; QUEIROZ, S. R. D.; MARTINS, M. R. **Avaliação de híbridos interpopulacionais de milho quanto a características químicas e agronômicas para silagem.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.3, p.111-120, 2003.

SILVA, V.L. COSTA, L. S.; BASTOS, M. P. V.; MACEDO, L. M. A.; RÊGO JR. F. N. O.; SILVA, V. M. Caracterização físico-química e bioquímica do farelo de palma forrageira redonda (*Opuntia ficus*) utilizado na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 2, Ed. 149, Art. 1002, 2011.

SINGH B; KUMAR D; KUMAR A; GEETA SINGH G; SINGH G. Correlation studies in carrot (*Daucus carota* L.). **Progressive Agriculture.** v. 2, p. 84-85, 2002.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J.H. Analysis of covariance. In: *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*, McGraw-Hill, New York, 1980, p. 401-437.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. de A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p.476.

VENCOVSKY R. 1987. **Herança Quantitativa**. In: PATERNIANI E; VIEGAS GP. Melhoramento e Produção de Milho no Brasil. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**: Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 1992, 496p.

CAPITULO III

**ANÁLISE CROMOSSÔMICA DAS ESPÉCIES DE PALMA FORRAGEIRA
OPUNTIA FÍCUS-INDICA MILL. E *NOPALEA COCHENILLIFERA* SALM &
DYCK**

**ANÁLISE CROMOSSÔMICA DAS ESPÉCIES DE PALMA FORRAGEIRA
OPUNTIA FÍCUS-INDICA MILL. E *NOPALEA COCHENILLIFERA* SALM &
DYCK**

Mariana Santos de Jesus¹, Dr. Juan Tomás Ayala Osuna², Sandra Regina de Oliveira
Domingos Queiroz³, Jaqueline de Oliveira⁴

RESUMO

Estudos cromossômicos revelam que na família Cactácea o número base de cromossomos é $x = 11$ e que a ocorrência de níveis diferentes de ploidias dentro de gêneros e espécies é relativamente comum. Com o objetivo de verificar o número de cromossomos em genótipos das espécies de palma forrageira: *Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck, procedeu-se análises cariológicas. O número de cromossomos foi determinado usando-se células das pontas de raízes. A utilização de 8-hidroxiquinoleína 0,003 M à 36 °C por 3 horas possibilitou melhor separação cromossômica. Nas duas espécies avaliadas, todas as plantas, independente do nível de ploidia e do município de coleta, apresentaram cariótipos simétricos. Os cromossomos foram geralmente pequenos, medindo entre 0,674 μm a 3,192 μm em *Opuntia ficus indica* Mill. e entre 0,878 μm e 2,864 μm em *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck com média geral de 1,836 μm . Os números variaram de $2n=22$ na palma miúda a $2n=88$ na palma gigante, sem ocorrência de disploidias ou aneupoidias nas plantas analisadas.

Palavras-chave: Cactácea, cariótipo, número cromossômico.

CHROMOSOME ANALYSIS OF THE CACTUS PEAR
***OPUNTIA FÍCUS-INDICA* MILL. E *NOPALEA COCHENILLIFERA* SALM &
DYCK**

ABSTRACT

Chromosomal studies reveal that in the cactus family base chromosome number is $x = 11$ and that the occurrence of different levels of Ploidies within genera and species is relatively common. Aiming to verify the number of chromosomes in genotypes of the species of cactus pear: *Opuntia ficus-indica* Mill. and *Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck, we proceeded karyologic analyzes. The number of chromosomes was determined by using cells of the root tips. The use of 8-hydroxyquinoline 0.003 M at 36 ° C for 3 hours best possible separation chromosome. In both species assessed, all plants, regardless of ploidy level and the municipality of origin, showed symmetrical karyotypes. The chromosomes were usually small, measuring between 0.674 μ m to 3.192 μ m in ficcus indicates *Opuntia* Mill. and between 0.878 μ m and 2.864 μ m in *Nopalea Cochinchinifera* Salm - Dyck with overall average of 1.836 microns. The numbers ranged from $2n = 22$ in the palm girl to $2n = 88$ in the giant cactus, without occurrence of disloidias or aneupoidias plants analyzed.

Kay-words: cactus, karyotype, chromosome number.

INTRODUÇÃO

Entre os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, encontram-se plantas conhecidas como palmatória ou palma forrageira. Essas plantas são suculentas e ricas em carboidratos, possuindo uma boa digestibilidade entre os ruminantes, sendo muito utilizadas como forragem nas regiões semiáridas do Brasil (Scheinvar, 2012).

As características citogenéticas dos vegetais constituem importante instrumento taxonômico para estabelecer as relações de parentesco entre os grupos, bem como os mecanismos evolutivos ocorridos entre os mesmos (Guerra, 1988). Das espécies que pertencem à família das Cactáceas, Weedin e Powell (1978) e Ross (1981) relatam que o número básico haplóide, em cactos, é $n = 11$, podendo haver vários níveis de ploidia em alguns gêneros de cactáceas, sendo estas consideradas plantas ancestrais. Entre as cactáceas é comum a ocorrência de ploidias, apomixia, hibridação e retrocruzamentos entre espécies que florescem na mesma época do ano (Pinkava, 2002).

A variação do número de cromossomos é consequência de dois processos de evolução cariotípica atuantes nos vegetais: as alterações estruturais que modificam a morfologia e/ou ocasionam pequenas variações numéricas (1-2 pares) e a poliploidia, que duplica todo o conjunto cromossômico (Stebbins, 1971; Remski, 1954). Segundo Guerra (1988), a poliploidia é o tipo de variação cromossômica que predomina na evolução vegetal.

Nas espécies pertencentes ao gênero *Opuntia*, as poliploidias são elevadas e provocam variações numéricas intraespecíficas (Pinkava et al., 1985). Stockwell (1935) encontrou para o gênero *Opuntia* número cromossômico de $2n = 44$ e $2n = 66$. Para espécie *Opuntia ficcus indica* Mill., Rebman e Pinkava (2001) reportam número cromossômico $2n = 88$, sendo esta planta uma octaplóide. Em *Nopalea cochenillifera* Salm & Dyck foi encontrado número cromossômico $2n = 22$ (Vasconcelos et al., 2011; Barthlott e Hunt, 1993).

O estudo das variações cromossômicas são importantes na caracterização de germoplasma, uma vez que auxilia na compreensão das alterações genéticas ocorridas ao

longo da evolução, bem como nas delimitações existentes entre as espécies (Pozzobo, 2005).

Em programas de melhoramento essas informações podem ser muito úteis principalmente quando há o envolvimento de espécies distintas. Conhecer os níveis de ploidia de um organismo é fundamental nas etapas de planejamento e seleção de genótipos, pois permite a observação dos tipos de pareamentos dos cromossomos em bivalentes ou polivalentes, explicando o comportamento reprodutivo de plantas ou acessos (Pozzobon, 2005). Desse modo, a caracterização citogenética das plantas utilizadas com propósitos de alimentação animal amplia as perspectivas da conservação da biodiversidade, assim como abre possibilidades para o melhoramento genético da espécie (Vasconcelos et al., 2011).

O presente trabalho objetivou identificar a variação no número de cromossomos em duas espécies de palma forrageira, *Opuntia ficcus indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm - Dyck, visando identificar padrões de evolução cariotípica nessas espécies, bem como gerar futuras diretrizes para o programa de melhoramento dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Cladódios dos clones de palma forrageira das espécies *Opuntia ficus-indica* Mill. (palma gigante) e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (palma miúda) coletados nos municípios de Valente e Irecê na Bahia foram plantados na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS-BA, em vasos com substrato contendo terra vegetal, e deixados em casa de vegetação até o início de emissão das raízes. Quando as plantas apresentaram entre 2,0 cm a 2,5 cm de raiz, procedeu-se a coleta para a realização das análises citogenéticas.

As análises foram realizadas no Laboratório de Citologia FCAV-UNESP – Campus de Jaboticabal-SP. As células da raiz foram tratadas com 8-hidroxiquinoleína 0,003M mais DMSO (dimetilsulfóxico) à 36°C. Em seguida foram fixadas em solução Carnoy (3 metanol: 1 ácido acético glacial) e mantidas em geladeira por 24 horas. Posteriormente, foram hidrolizadas em HCL 1N à 60°C, por 13 minutos e os tecidos

meristemáticos foram macerados sobre lâminas com ácido acético 45% . Após secagem, as lâminas foram coradas com Giensa 2% por 4 minutos.

A observação do material foi realizada em microscópio Zeiss com aumento de 1000x. Para a contagem dos cromossomos foram realizadas 10 metáfases, fase propícia para a análise cromossômica e esse procedimento foi realizado pelo sistema IKAROS (Metasystems). A biometria foi realizada com o programa KS-300. Os comprimentos cromossômicos médios e seus respectivos desvios-padrão foram obtidos com a utilização do programa Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 1, os valores médios do comprimento total dos cromossomos da espécie *Nopalea cochenillifera*. Entre os três clones avaliados, os valores encontrados variaram de 2,864 a 0,878 μ m com média geral de 1,836 μ m (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie *Nopalea cochenillifera* coletados no município de Valente – BA.

Clones de Valente – <i>Nopalea</i>													
Cromossomo	Clone 18		Clone 19		Clone 24		Cromossomo	Clone 18		Clone 19		Clone 24	
	MT	δ	MT	δ	MT	Δ		MT	δ	MT	δ	MT	δ
1	2,676	0,871	2,864	1,012	1,984	0,728	12	1,904	0,581	2,072	0,679	1,392	0,508
2	2,454	0,752	2,740	0,882	1,822	0,683	13	1,882	0,572	2,048	0,678	1,384	0,496
3	2,374	0,763	2,586	0,845	1,764	0,680	14	1,874	0,560	2,006	0,637	1,374	0,482
4	2,300	0,711	2,556	0,868	1,736	0,654	15	1,850	0,578	1,982	0,636	1,352	0,495
5	2,232	0,689	2,496	0,873	1,694	0,651	16	1,820	0,561	1,922	0,618	1,310	0,504
6	2,148	0,593	2,472	0,872	1,654	0,650	17	1,718	0,593	1,880	0,635	1,224	0,466
7	2,106	0,601	2,452	0,834	1,574	0,588	18	1,658	0,585	1,762	0,552	1,164	0,413
8	2,028	0,581	2,432	0,854	1,532	0,540	19	1,592	0,586	1,712	0,519	1,064	0,371
9	2,022	0,580	2,370	0,871	1,512	0,523	20	1,492	0,568	1,654	0,551	1,044	0,381
10	2,002	0,603	2,290	0,851	1,458	0,518	21	1,226	0,362	1,536	0,427	1,002	0,361
11	1,942	0,556	2,230	0,841	1,420	0,530	22	1,160	0,374	1,310	0,467	0,878	0,345
	MTC		DPM					Valor mínimo				Valor máximo	
Clone 18	1,930		0,611					1,160				2,776	
Clone 19	2,153		0,727					1,310				2,864	
Clone 24	1,424		0,526					0,878				1,984	

*MTC = Comprimento total dos cromossomos; DPM = Desvio padrão médio; *MT = Comprimento médio dos cromossomos de 10 metáfases (μ m); δ = desvio padrão.

Os valores encontrados neste trabalho corroboram com Castro (2008) que analisando o material genético de *Nopalea cochenillifera*, encontrou conjunto cromossômico composto por $2n = 22$, com cromossomos pequenos, medindo 1,14 a 2,19 μm .

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os valores médios do comprimento total dos cromossomos dos clones de *Opuntia ficus-indica* coletados nos municípios de Valente-BA e Irecê-BA, com seus respectivos desvios padrão.

O maior comprimento cromossômico médio encontrado foi de 3,192 μm . Os valores máximos e mínimos encontrados para os clones coletados nos municípios de Irecê, e Valente, Bahia, foram: 3,128 – 0,778 μm (Tabela 2); e 3,192 – 0,674 μm (Tabela 3), respectivamente. Esses dados reforçam a teoria de ploidia, pois segundo Katagiri (1953) os cromossomos de cactáceas são, geralmente, pequenos e em plantas poliplóides esses cromossomos são ainda menores.

Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie *Opuntia ficus – indica* coletados no município de Irecê – BA.

Clones de Irecê – <i>Opuntia</i>													
Cromosso	Clone 1		Clone 13		Clone 14		Cromosso	Clone 1		Clone 13		Clone 14	
	mo	MT	δ	MT	Δ	MT		δ	mo	MT	δ	MT	δ
1	3,12	0,99	3,09	0,81	2,86	0,38	45	1,82	0,52	1,80	0,23	1,74	0,29
2	2,73	0,84	2,88	0,77	2,67	0,42	46	1,80	0,49	1,78	0,23	1,74	0,29
3	2,64	0,85	2,65	0,58	2,54	0,33	47	1,79	0,49	1,73	0,26	1,74	0,29
4	2,59	0,87	2,56	0,61	2,40	0,35	48	1,77	0,51	1,73	0,26	1,71	0,30
5	2,51	0,88	2,53	0,52	2,39	0,36	49	1,75	0,50	1,74	0,24	1,69	0,28
6	2,49	0,84	2,53	0,48	2,38	0,35	50	1,75	0,50	1,70	0,26	1,68	0,27
7	2,47	0,80	2,45	0,52	2,31	0,33	51	1,73	0,49	1,68	0,23	1,67	0,27
8	2,39	0,80	2,38	0,50	2,29	0,36	52	1,73	0,49	1,66	0,24	1,65	0,26
9	2,37	0,77	2,29	0,35	2,25	0,32	53	1,73	0,49	1,67	0,23	1,65	0,26
10	2,35	0,76	2,27	0,34	2,22	0,36	54	1,71	0,46	1,59	0,31	1,65	0,25
11	2,29	0,78	2,21	0,37	2,18	0,34	55	1,69	0,45	1,68	0,23	1,64	0,24
12	2,23	0,73	2,23	0,31	2,17	0,34	56	1,69	0,45	1,66	0,23	1,63	0,22
13	2,21	0,70	2,21	0,30	2,14	0,33	57	1,69	0,45	1,68	0,23	1,61	0,23
14	2,20	0,70	2,18	0,32	2,13	0,33	58	1,69	0,45	1,68	0,23	1,59	0,25
15	2,18	0,69	2,14	0,34	2,13	0,33	59	1,67	0,44	1,63	0,24	1,59	0,26
16	2,18	0,69	2,08	0,35	2,12	0,33	60	1,63	0,40	1,67	0,25	1,58	0,26
17	2,18	0,69	2,10	0,32	2,09	0,33	61	1,63	0,40	1,57	0,22	1,55	0,22
18	2,16	0,68	2,08	0,34	2,08	0,33	62	1,59	0,39	1,63	0,21	1,55	0,22
19	2,14	0,65	2,06	0,34	2,04	0,29	63	1,59	0,39	1,55	0,24	1,53	0,22
20	2,12	0,64	2,10	0,30	2,02	0,33	64	1,59	0,39	1,51	0,25	1,53	0,22
21	2,10	0,63	2,07	0,29	2,02	0,33	65	1,59	0,39	1,53	0,24	1,51	0,22
22	2,10	0,63	2,05	0,28	2,02	0,33	66	1,58	0,38	1,55	0,25	1,48	0,20
23	2,08	0,59	2,03	0,28	2,00	0,31	67	1,55	0,40	1,53	0,27	1,47	0,18
24	2,06	0,61	2,02	0,28	1,96	0,29	68	1,53	0,38	1,49	0,27	1,47	0,18
25	2,06	0,62	1,98	0,32	1,95	0,29	69	1,51	0,37	1,45	0,28	1,47	0,18
26	2,04	0,64	1,99	0,27	1,94	0,30	70	1,51	0,37	1,45	0,23	1,45	0,19
27	2,02	0,62	1,96	0,26	1,94	0,29	71	1,51	0,37	1,44	0,24	1,45	0,19
28	1,98	0,57	1,98	0,23	1,94	0,29	72	1,47	0,34	1,49	0,29	1,41	0,19
29	1,98	0,57	2,00	0,23	1,94	0,29	73	1,47	0,33	1,41	0,26	1,37	0,18
30	1,96	0,56	1,92	0,28	1,94	0,29	74	1,43	0,33	1,39	0,27	1,37	0,18
31	1,96	0,56	1,94	0,26	1,93	0,29	75	1,41	0,31	1,41	0,26	1,37	0,18
32	1,96	0,56	1,98	0,26	1,89	0,30	76	1,41	0,31	1,39	0,22	1,35	0,18
33	1,95	0,56	1,91	0,28	1,88	0,30	77	1,41	0,31	1,39	0,22	1,33	0,19
34	1,92	0,52	1,89	0,25	1,87	0,30	78	1,39	0,29	1,31	0,22	1,33	0,19
35	1,92	0,52	1,86	0,24	1,86	0,29	79	1,35	0,26	1,25	0,22	1,30	0,21
36	1,88	0,52	1,86	0,24	1,85	0,29	80	1,30	0,26	1,25	0,15	1,26	0,17
37	1,87	0,51	1,86	0,24	1,84	0,29	81	1,28	0,25	1,18	0,11	1,20	0,18
38	1,86	0,50	1,86	0,24	1,84	0,29	82	1,26	0,23	1,08	0,17	1,17	0,20
39	1,86	0,50	1,80	0,29	1,83	0,28	83	1,22	0,25	1,06	0,17	1,16	0,20
40	1,86	0,50	1,82	0,27	1,82	0,26	84	1,16	0,23	1,04	0,13	1,14	0,16
41	1,86	0,50	1,78	0,26	1,77	0,30	85	1,08	0,18	1,00	0,16	1,14	0,16
42	1,86	0,50	1,84	0,22	1,77	0,29	86	1,04	0,18	0,96	0,13	1,08	0,09
43	1,84	0,49	1,88	0,26	1,76	0,29	87	1,00	0,13	0,83	0,19	1,01	0,09
44	1,82	0,51	1,78	0,23	1,74	0,29	88	0,88	0,13	0,79	0,15	0,77	0,11
	MTC		DPM				Valor mínimo		Valor máximo				
Clone 1	1,83		0,51				0,88		3,12				
Clone 13	1,78		0,28				0,79		3,09				
Clone 14	1,75		0,26				0,77		2,86				

*MTC = Comprimento total dos cromossomos; DPM = Desvio padrão médio; *MT = Comprimento médio dos cromossomos de 10 metáfases (μm); δ= desvio padrão.

Tabela 3. Valores médios, mínimos e máximos do comprimento total dos cromossomos de exemplares da espécie *Opuntia ficus – indica* coletados no município de Valente - BA.

Clones de Valente – <i>Opuntia</i>													
Cromosso	Clone 1		Clone 4		Clone 40		Cromosso	Clone 1		Clone 4		Clone 40	
	mo	MT	δ	MT	Δ	MT		δ	mo	MT	δ	MT	δ
1	3,19	0,60	2,24	0,57	2,49	0,63	45	1,81	0,30	1,28	0,17	1,47	0,11
2	3,04	0,59	2,04	0,28	2,27	0,39	46	1,80	0,29	1,28	0,17	1,47	0,11
3	2,88	0,64	1,88	0,29	2,17	0,25	47	1,80	0,29	1,28	0,17	1,47	0,11
4	2,78	0,60	1,83	0,27	2,13	0,26	48	1,78	0,31	1,27	0,18	1,45	0,15
5	2,72	0,58	1,81	0,28	2,04	0,19	49	1,76	0,29	1,27	0,19	1,45	0,15
6	2,69	0,60	1,77	0,30	1,99	0,24	50	1,76	0,29	1,25	0,20	1,45	0,15
7	2,66	0,56	1,73	0,29	1,97	0,21	51	1,74	0,26	1,23	0,21	1,41	0,11
8	2,57	0,55	1,68	0,30	1,92	0,16	52	1,73	0,25	1,21	0,18	1,41	0,11
9	2,55	0,52	1,66	0,29	1,92	0,16	53	1,69	0,26	1,21	0,17	1,41	0,11
10	2,47	0,49	1,65	0,29	1,90	0,13	54	1,69	0,25	1,19	0,16	1,39	0,11
11	2,45	0,50	1,63	0,25	1,85	0,18	55	1,68	0,25	1,19	0,16	1,37	0,11
12	2,41	0,50	1,60	0,28	1,82	0,16	56	1,68	0,25	1,19	0,16	1,37	0,11
13	2,39	0,46	1,59	0,29	1,80	0,14	57	1,65	0,24	1,19	0,16	1,37	0,11
14	2,35	0,45	1,55	0,25	1,78	0,15	58	1,65	0,24	1,19	0,16	1,37	0,11
15	2,34	0,45	1,53	0,21	1,78	0,15	59	1,61	0,19	1,18	0,17	1,37	0,11
16	2,30	0,43	1,53	0,21	1,76	0,11	60	1,60	0,19	1,16	0,17	1,37	0,11
17	2,25	0,45	1,51	0,20	1,72	0,14	61	1,59	0,18	1,16	0,17	1,35	0,10
18	2,23	0,43	1,50	0,22	1,71	0,15	62	1,59	0,18	1,16	0,17	1,33	0,07
19	2,19	0,42	1,49	0,23	1,71	0,15	63	1,57	0,18	1,14	0,16	1,33	0,07
20	2,18	0,42	1,48	0,24	1,67	0,18	64	1,55	0,18	1,14	0,16	1,33	0,07
21	2,16	0,40	1,47	0,25	1,65	0,15	65	1,54	0,18	1,14	0,17	1,31	0,04
22	2,13	0,40	1,47	0,25	1,65	0,15	66	1,51	0,22	1,14	0,17	1,29	0,08
23	2,13	0,40	1,47	0,25	1,63	0,14	67	1,49	0,22	1,09	0,16	1,26	0,09
24	2,11	0,38	1,44	0,23	1,63	0,14	68	1,47	0,22	1,07	0,16	1,26	0,09
25	2,07	0,35	1,44	0,23	1,62	0,15	69	1,44	0,18	1,07	0,16	1,22	0,07
26	2,06	0,35	1,43	0,22	1,61	0,15	70	1,43	0,19	1,07	0,16	1,22	0,07
27	2,06	0,35	1,43	0,21	1,61	0,15	71	1,38	0,19	1,06	0,16	1,20	0,04
28	2,04	0,36	1,43	0,21	1,59	0,15	72	1,35	0,19	1,06	0,16	1,20	0,04
29	2,03	0,35	1,39	0,23	1,59	0,15	73	1,35	0,19	1,06	0,16	1,20	0,04
30	1,99	0,33	1,39	0,23	1,59	0,15	74	1,32	0,16	1,06	0,16	1,18	0,05
31	1,98	0,32	1,37	0,25	1,57	0,12	75	1,29	0,20	1,06	0,17	1,16	0,09
32	1,98	0,32	1,37	0,25	1,57	0,11	76	1,25	0,16	1,02	0,12	1,16	0,09
33	1,97	0,30	1,37	0,24	1,57	0,11	77	1,24	0,16	1,02	0,13	1,16	0,09
34	1,95	0,27	1,35	0,22	1,57	0,11	78	1,20	0,19	1,02	0,13	1,12	0,07
35	1,89	0,30	1,35	0,22	1,57	0,11	79	1,18	0,17	0,97	0,14	1,12	0,07
36	1,88	0,31	1,35	0,22	1,55	0,11	80	1,18	0,17	0,94	0,16	1,10	0,04
37	1,88	0,31	1,33	0,21	1,55	0,11	81	1,18	0,17	0,92	0,12	1,08	0,05
38	1,88	0,31	1,33	0,21	1,51	0,14	82	1,14	0,22	0,92	0,12	1,04	0,08
39	1,88	0,31	1,31	0,21	1,49	0,11	83	1,10	0,19	0,92	0,12	1,04	0,08
40	1,88	0,31	1,30	0,19	1,49	0,11	84	1,08	0,21	0,90	0,08	1,02	0,10
41	1,88	0,31	1,28	0,17	1,47	0,11	85	1,00	0,26	0,82	0,14	0,92	0,07
42	1,88	0,31	1,28	0,17	1,47	0,11	86	0,94	0,29	0,82	0,14	0,90	0,08
43	1,87	0,30	1,28	0,17	1,47	0,11	87	0,88	0,29	0,71	0,09	0,82	0,10
44	1,83	0,30	1,28	0,17	1,47	0,11	88	0,84	0,29	0,67	0,13	0,72	0,09
	MTC		DPM				Valor mínimo		Valor máximo				
Clone 1	1,84		0,32				0,84		3,19				
Clone 4	1,30		0,20				0,67		2,24				
Clone 40	1,48		0,13				0,72		2,49				

*MTC = Comprimento total dos cromossomos; DPM = Desvio padrão médio; *MT = Comprimento médio dos cromossomos de 10 metáfases (μm); δ = desvio padrão.

A análise das metáfases (Figura 1) permitiu verificar que a espécie *Nopalea cochenillifera* Salm - Dyck, apresenta um número igual a $2n = 22$. Devido à ausência de detecção de centrômeros não foi possível obter o cariótipo e a classificação cromossômica para esta amostra (Figura 1).



Figura 1. A. Palma miúda (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck) B. Metáfase mitótica. C. Cariótipo mitótico ($2n = 22$ cromossomos). Clones de Valente-BA.

O número de cromossomos observados neste trabalho corroboram com Vasconcelos et al. (2011) que afirmam que dentro do gênero *Nopalea* é comum encontrar registros cariotípicos $2n = 22$. Federov (1969) estudando o número de cromossomos em flores de cactáceas, também, encontrou em *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck número de cromossomos igual a 22. Além dos autores acima citados, Moore (1977) descreve outras espécies pertencentes ao gênero *Nopalea* como sendo diplóides ($2n = 22$). Entre estas pode-se citar *N. dejecta* Salm-Dyck e *N. karwinskiana*.

A poliploidia dentro do gênero *Nopalea* é comum com registros de $2n = 4x = 22$ até $2n = 4x = 88$, evidenciando a evolução poliplóide do gênero em questão, como também de outros gêneros da família Cactaceae. Tais citótipos de ploidias diferentes são indícios de raças diferentes de uma mesma espécie (Vasconcelos et al., 2011).

Em análise dos números cromossômicos em espécies de Cactáceas ocorrentes no Nordeste do Brasil, Castro (2008), encontrou nos meristemas das raízes, da cultivar conhecida com *N. cochenilifera* Cv. alagoense, células diplóides normais e 20% de células tetraplóides com $2n = 44$. A autora ressalta que nessa cultivar, os cladódios foram claramente maiores que nas demais plantas da espécie, demonstrando que a ploidia confere diferenças significativas interespecíficas.

Para a espécie *Opuntia ficus-indica* Mill, a avaliação numérica dos cromossomos em todas as células avaliadas, apresentaram um valor para $2n = 88$, sendo esta uma espécie octaplóide (Figuras 2 a 3).

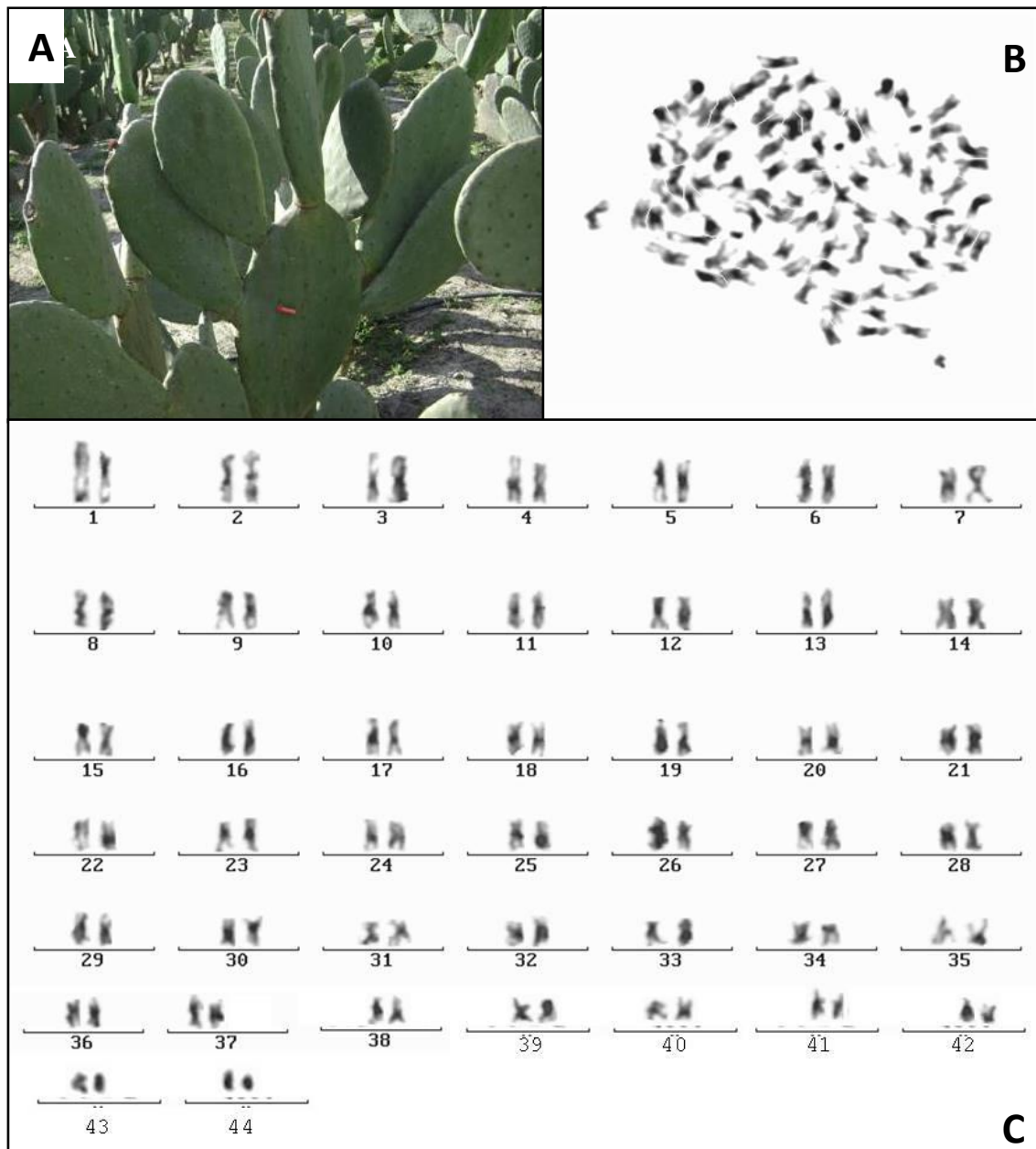


Figura 2. A. Palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) B. Metáfase mitótica. C. Cariótipo mitótico ($2n = 88$ cromossomos). Clones de Irecê- BA.

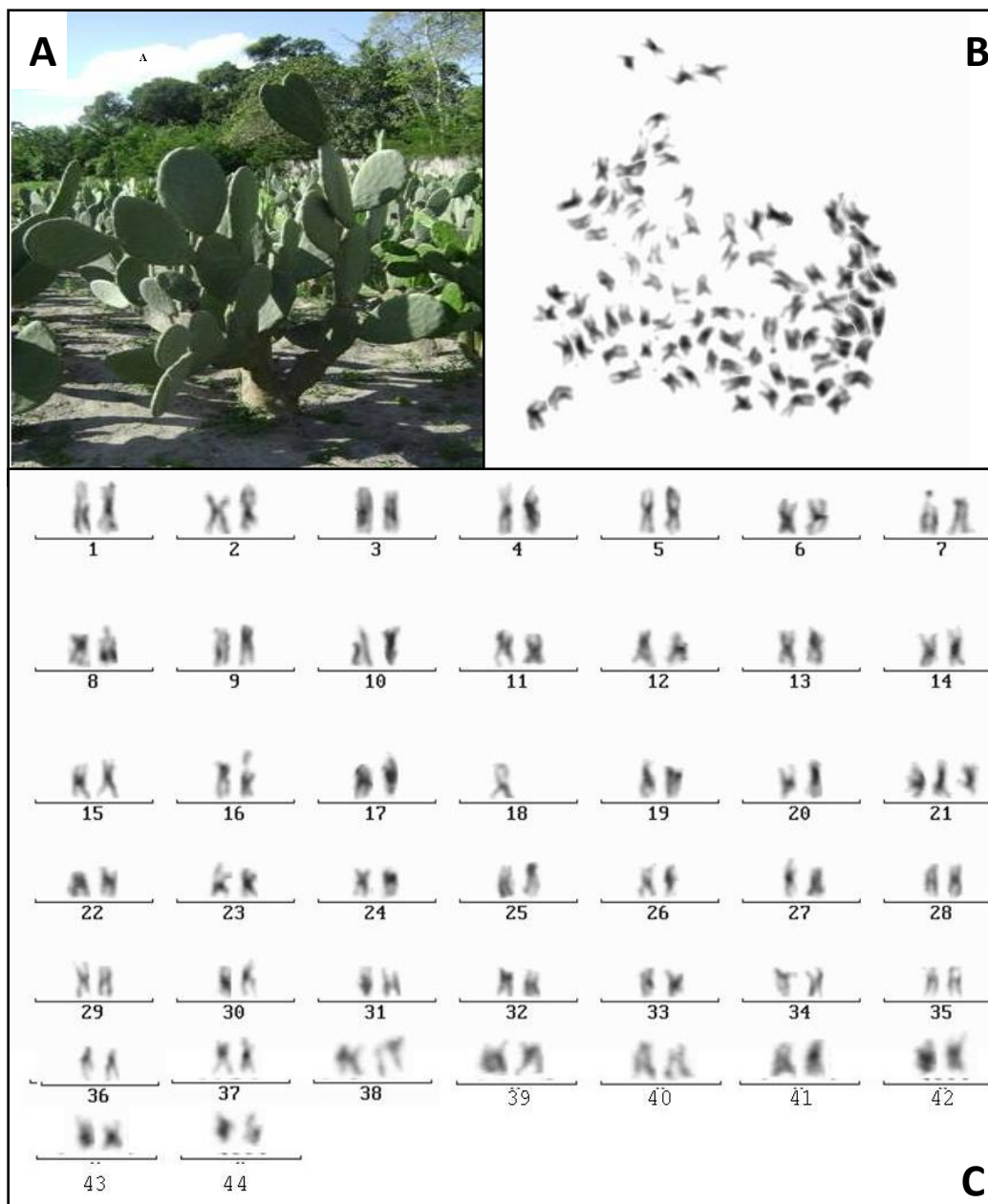


Figura 3. A. Palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) B. Metáfase mitótica. C. Cariótipo mitótico ($2n = 88$ cromossomos). Clones de Valente-BA.

Os dados obtidos corroboram com Castro (2008) que, também, observou a ploidia nesta espécie ($2n = 88$ cromossomos). No mesmo trabalho, Castro (2008) relata que dentro do gênero *Opuntia*, pode-se observar diferentes cariótipos a exemplo de *O. palmadora* que apresentou $2n=22$, *O. rallis* e *O. inamoena* que apresentaram cariótipo tetraplóide com $2n = 4x = 44$. Moore (1977) relata outras espécies de Opuntias, que assim como *Opuntia*

ficcus-indica Mill, apresentaram tetraploidia, como por exemplo: *O. articulata* Engelm., *O. articulata* var. *diademata*, *O. articulata* var. *papyracantha* e *O. articulata* var. *syringacantha*. Para Scheinvar (2012) a ploidia é um fator evolutivo bastante relevante dentro do gênero *Opuntia*, sendo as espécies diplóides $2n = 22$, as que abrigam as características mais primitivas.

Para Stebbins (1971) a poliploidia é provavelmente a alteração citogenética mais importante na especiação e na evolução vegetal. As variações cromossômicas numéricas, especialmente as poliploidias são consideradas como um dos principais processos que dirigem a evolução cariotípica nas angiospermas. Segundo o mesmo autor, as poliploidias provocam modificações fenotípicas facilmente observadas no tamanho dos frutos e dos cladódios entre populações selvagens e cultivadas de palma, sendo que essas diferenças, em sua maioria, são devidas ao nível ploidia e condições edafoclimáticas. Powell & Weendin (2001), mencionam que cerca de 63% das espécies da subfamília *Opuntioideae* são poliplóides. Segundo Kiesling (1998) o processo evolutivo da espécie de *Opuntias* conduziu à formação de octaplóides. Reyes-Valdez (2000) sugerem que a hibridação interespecífica deve ser um importante objeto de estudo em futuras pesquisas, objetivando aumentar a variabilidade genética com a geração de novas populações com características cromossômicas distintas.

O conhecimento sobre a citogenética de uma espécie é considerada um pré-requisito básico para a caracterização de qualquer germoplasma, pois esta fornece informações importantes sobre o número, forma e classificação dos cromossomos, conhecimentos estes que são imprescindíveis para a realização de cruzamento intra e interespecíficos aplicados em programas de melhoramento (Nassar, 2000).

Os dados obtidos durante a caracterização citogenética dos clones pré-selecionados de palma forrageira, nortearão os trabalhos de melhoramento desta cactácea implicando em possíveis estratégias de cruzamentos para obtenção de genótipos superiores.

CONCLUSÕES

Os clones de palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) avaliados, são diplóides ($2n = 2x = 22$).

Os clones de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) avaliados, independente da região das amostras, são octaplóides ($2n = 8x = 88$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. Cactaceae. In K. Kubitzki, J. G. Rohwer, and V. Bittrich [eds.], The families and genera of vascularplants, Springer Verlag, Berlin, Germany. vol. 2, p. 161-197. 1993.

CASTRO, J. P. **Números cromossômicos em espécies de cactaceae ocorrentes no Nordeste do Brasil**. Areia, 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2008.

FEDEROV, A. M. A. **Chromosome numbers of flowering plants**. Leningrado: Komarov Botanical Institute. 1969.

GUERRA, M. Introdução a citogenética Geral. **Guanabara Koogan**, 1988, 142p.

KATAGIRI S. Chromosome numbers and polyploidy in certain Cactaceae. **Cactus and Succulent Society of American**, v.25, p.141-142. 1953.

KIESLING, F. S. “Men’s Identities and Sociolinguistic Variation: The Case of Fraternity Men.” **Journal of Sociolinguistics**, v., 2, n.1, p.69-100. 1998.

MOORE, R. J. **Index to plant chromosome numbers 1967-1971**. International Association for Plant Taxonomy. 1977.

NASSAR, N.M.A. Wild cassava spp.: biology and potentialities for genetic improvement. **Genet. Mol. Biol**, v.23, p.201-212, 2000.

PINKAVA, D. J.; BAKER, M. A.; PARFTTT, B. D.; MOHLENBROCK, M. W.; WORTHINOTON, R. D. Chromosome numbers in some cacti of western North America-V. **Systematic Botany**, v.10, p.471-483. 1985.

PINKAVA, D. J. On the evolution of continental north American opuntioideae (Cactáceae). **Succulent Plant Research**, v.6, p.59-78. 2002.

POWELL, A. M.; WEEDIN, J. F. Chromosome Numbers in Chihuahuan Desert Cactaceae. III. Trans-Pecos Texas. **American Journal of Botany**, v.88, n.3, p.481-485. 2001.

POZZOBON, M.T. Caracterização citogenética de acessos de germoplasma de espécies silvestres e semidomesticadas do gênero *Capsicum* (Solanaceae). 152f. Tese de (doutorado) – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

REBMAN, J. P.; PINKAVA, D. J. *Opuntia* Cacti of North America-an Overview. Florida. **Entomologist**, v.84, n.4, p.474-483, 2001.

REMSKI, M. F. Cytological investigations in *Mammillaria* and some associated genera. **Botanical Gazette**, v.116, p.163-171. 1954.

REYES-VALDÉS, M. H. R.; MARTÍNEZ, M. G.; OSUNA, H. T. G. N. Número Cromossômico y Apareamiento Meiótico en *Turbinicarpus valdezianus* (MÖLLER) Glass & Foster (Cactaceae). **Acta Botánica Mexicana**, n.11, p.17-25, 2000.

ROSS, R. Chromosome counts, cytology, and reproduction in the Cactaceae. **Amer. J. Bot.**, v. 68, n.4, p.463-470. 1981.

SCHEINVAR, L. **Usos e importância das Cactáceas**. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 151p.

STEBBINS, G. L. **Chromosomal evolution in higher plants**. London: Edward Arnold, 1971. 216p.

STOCKWELL, P. Chromosome numbers of some the Cactaceae. **Botanical Gazette**, v.96, p.565-570.1935.

VASCONCELOS, D. A.; MACEDO, A. S. A.; ZIERER, M. S. Número de cromossomos em populações de *Nopalea cochenillifera* (L.) Mill. (palma), do município de floriano/PI, Brasil. 2ª Reunião Brasileira de Citogenética, Águas de Lindóia SP, 2011. pg. 118.

WEEDIN, J.F.; POWELL, A.M. Chromosome numbers in Chihuahuan Desert Cactaceae. Trans-Pecos Texas. **American Journal of Botany**, v.65, n.5, p.531-537. 1978.