



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA

DISSERTAÇÃO

**ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) COM
ESPINHO NAS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA**

ARLISTON PEREIRA LEITE

2017

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

**ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) COM
ESPINHO NAS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA**

ARLISTON PEREIRA LEITE

Sob a Orientação do Professor

Jacob Silva Souto

Dissertação submetida como requisito
para obtenção do grau de **Mestre em
Agronomia**, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Fevereiro de 2017

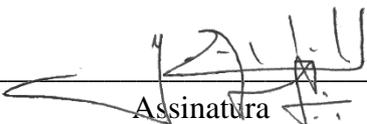
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM MANDACARÚ (*Cereus jamacaru* P. DC.) COM ESPINHO NAS CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

AUTOR: ARLISTON PEREIRA LEITE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:


Assinatura

Prof. Dr. Jacob Silva Souto
Universidade Federal de Campina Grande
(Orientador)


Assinatura

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Universidade Federal da Paraíba



Assinatura

Dr. Francisco de Assis Pereira Leonardo
Bolsista PNP/CAPES/UFCG

Data da realização: 24 de fevereiro de 2017.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Jacob Silva Souto
Orientador

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

L533a Leite, Arliston Pereira.

Adução organomineral em mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) com espinho nas condições do semiárido da Paraíba / Arliston Pereira Leite. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

xi, 48 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Jacob Silva Souto.

*1. Desertificação 2. Seridó 3. Paraíba. Souto, Jacob Silva
(Orientador) II. Título.*

UFPB/CCA

CDU: 631.8(043.3)

DEDICATÓRIA

A minha família pelo apoio em todas as dificuldades;

Aos meus pais Antônio Leite e Antônia Leite;

Minhas irmãs Aline e Larissa;

Tudo isso é por vocês.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, autor e criador de tudo;

A meu orientador **Jacob Silva Souto**, por todos os ensinamentos repassados, ajuda no experimento, conselhos de vida. Sem dúvida foi uma peça chave na minha formação ética e profissional ao longo desses dois anos;

A **Mário Medeiros Damasceno** profissional exemplar, engenheiro agrônomo, proprietário da Fazenda Cachoeira de São Porfírio, que cedeu parte de sua propriedade para a instalação deste experimento;

A amigo **Francisco de Assis Pereira Leonardo**, que acompanhou todo o experimento e sanou todas as dúvidas quando precisei.

A **Renally D'Ângelis Cavalcanti da Silva**, companheira de vida nesses últimos quatro anos, compartilhando comigo as preocupações e também as conquistas do trabalho;

O meu agradecimento ao meu amigo **Flaubert Queiroga**, que sempre me acompanhou nas idas a experimento, deu conselhos, brincamos e compartilhamos dois anos de experiência;

Ao meu amigo **João Everthon Ribeiro**, um amigo desde os tempos de graduação e sei que essa amizade será sempre cultivada ao longo da vida.

A **Dona Lourdes, Rossana e Seu João** (*In memorian*), pelo acolhimento em sua residência quando necessário, dividindo histórias, fazendo companhia e contribuindo com o experimento;

A coordenação do PPGA, **Prof. Luciana Cordeiro** (Coordenadora) e **Eliane Araújo** (Secretária), pela ajuda prestada ao longo de todo esse tempo.

A todos os **professores, funcionários, servidores** da UFPB e UFCG que de forma direta ou indireta puderam contribuir para a execução dessa dissertação.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO GERAL.....	xi
ABSTRACT GERAL.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I.....	3
RESUMO	4
ABSTRACT	5
1 HISTÓRICO DO MANDACARU (<i>Cereus jamacaru</i>)	6
2 IMPORTÂNCIA DAS CACTÁCEAS PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA.....	6
3 MANDACARU COMO ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	8
4 ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DO MANDACARU.....	9
5 SISTEMA DE CULTIVO DE CACTÁCEAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	10
6 ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM CACTÁCEAS.....	11
7 OS ESTERCOS NA ADUBAÇÃO DE CACTÁCEAS	12
8 REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO II.....	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 METODOLOGIA.....	23
2.1 Local de Estudo	23
2.2 Parcela Experimental.....	25
2.3 Variáveis Analisadas	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1 Altura.....	27
3.2 Diâmetro	30
3.3 Número de Brotações, Floração e Frutificação	31
3.4 Coloração do Espinho.....	35

3.5 Taxa de Mortalidade.....	36
4 CONCLUSÕES.....	41
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise química do solo no local do experimento, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESAs, 2015).24
- Tabela 2.** Altura de cladódios de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidas a adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB). ..28
- Tabela 3.** Diâmetro do cladódio de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidos a adubação organomineral, no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB). .30
- Tabela 4.** Porcentagem de indivíduos que brotaram, frutificaram e floraram quando submetidos aos tratamentos com adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó.....34
- Tabela 5.** Influência da adubação organomineral no pH e temperatura de cladódios de mandacaru no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).38
- Tabela 6.** Influência dos horários de avaliação em relação a temperatura e pH de cladódios de mandacaru submetidos a adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).38
- Tabela 7.** Influência dos dias de avaliação em relação a temperatura e pH de cladódios de mandacaru submetidos a adubação com esterco bovino, caprino e adubação fosfatada no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) observada no período de junho de 2015 a junho de 2016 na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESAs, 2015)...24
- Figura 2.** Precipitação pluvial (mm) observada no período de junho de 2015 a junho de 2016 na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESAs, 2015)...25
- Figura 3.** Números de brotos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidas a adubação organomineral. EB = Esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,9206..... 32
- Figura 4.** Número de flores de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetido a adubação organomineral. EB = esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,848 33
- Figura 5.** Números de brotos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetido a adubação organomineral. EB = esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,848 34
- Figura 6.** Coloração de espinhos de mandacaru no início (A) e final (B) da condução do experimento no Núcleo de Desertificação do Seridó..... 36
- Figura 7.** Taxa de mortalidade de indivíduos de mandacaru, sob adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó. EB=Esterco bovino; EC=esterco caprino; SFT= super fosfato triplo 37
- Figura 8.** Curva de pH e temperatura de indivíduos de mandacaru, submetidos a adubação com esterco e fosfatada, em diferentes horas do dia, durante 3 dias no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB). 39

LEITE, A. P.; **Adubação Organomineral em Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) Com Espinho nas Condições do Semiárido da Paraíba.** 61f. Dissertação – Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. Fevereiro de 2017.

RESUMO GERAL

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família Cactaceae. O mandacaru se comporta como uma espécie de grande potencial para recuperação de áreas em potencial de degradação, principalmente por apresentar alta capacidade de resistência a ambientes com escassez pluviométrica além de fornecer alimento e abrigo para diferentes tipos de espécies. Apresenta-se nesta pesquisa uma revisão sobre o histórico da espécie, a importância do mandacaru para a região semiárida, alternativas de uso do mandacaru, os aspectos físicos e morfológicos, sistemas de cultivo e tipos de adubações que podem ser utilizadas no cultivo. Foram utilizados cinco tratamentos, compostos de dois tipos de esterco (bovino e caprino) e uma adubação com super fosfato triplo para avaliar aspectos morfológicos e fisiológico do mandacaru. Avaliou-se a influência das diferentes adubações em altura, diâmetro, coloração de espinho, pH, temperatura, número de brotos, flores e frutos. Foi plantada a parte vegetativa do mandacaru, os cladódios foram cortados de duas matrizes selecionadas e próximas. Os cladódios foram cortados com 50 cm de comprimento e após o corte colocados em um galpão por 15 dias para um período de cura. Após esse período os cladódios foram plantados em campo em covas de 20 cm de profundidade previamente adubadas. Foi realizado tratamentos culturais como coroamento, capinas e irrigação para fixação da muda. As parcelas experimentais foram subdivididas no tempo. Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância para verificação da significância das interações entre os tratamentos aplicados e períodos de avaliação para a variável altura, as demais variáveis foram testadas pelo teste de Tukey com o programa estatístico o SAS®. Houve interação dos tratamentos com os períodos de avaliação para altura, os tratamentos com esterco bovino e controle apresentaram as menores taxas de mortalidade, para as demais variáveis não foram encontradas diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados em relação aos tratamentos aplicados. A adubação com esterco bovino e caprino, além da fosfatada não interferiram no crescimento de cladódio, temperatura e pH. A escassez hídrica na região pode ser um fator que tenha interferido nesses resultados.

Palavras-chave: Desertificação, Seridó, Paraíba.

LEITE, A. P.; **Organomineral Fertilization in mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) with thorn in the Paraiba Semiarid Conditions.** 61f. Federal University of Paraiba. Areia, PB. February de 2017.

ABSTRACT GERAL

The mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) Is a native species of the caatinga vegetation, belonging to the family Cactaceae. Mandacaru behaves like a species of great potential for recovery of areas in potential of degradation, mainly for presenting high capacity of Resistance to rainfall environments, as well as providing food and shelter for different types of species. A review of the history of the species, the importance of mandacaru for the semi-arid region, alternatives for mandacaru use, physical and morphological aspects, cropping systems and types of fertilization that can be used in cultivation are presented. Five treatments were used, composed of two types of manure (bovine and goat) and a fertilization with triple super phosphate to evaluate morphological and physiological aspects of mandacaru. The influence of different fertilizations on height, diameter, spine color, pH, temperature, number of shoots, flowers and fruits were evaluated. The vegetative part of the mandacaru was planted, the cladodes were cut of two matrices selected and close. The cladodes were cut with 50 cm in length and after cutting placed in a shed for 15 days for a healing period. After this period the cladodes were planted in the field in pits of 20 cm of depth previously fertilized. Cultural treatments such as crowning, weeding and irrigation were carried out to fix the seedlings. The experimental plots were subdivided in time. The data of the evaluations were submitted to the analysis of variance to verify the significance of the interactions between the treatments applied and the evaluation periods for the height variable, the other variables were tested by the Tukey test with the SAS® statistical program. There were interaction of the treatments with the evaluation periods for height, treatments with cattle manure and control had the lowest mortality rates, for the other variables no statistical differences were found for the parameters evaluated in relation to the treatments applied. Fertilization with bovine and goat manure in addition to phosphate did not interfere with the growth of cladode, temperature and pH. The water scarcity in the region may be a factor that has interfered in these results.

Keys-word: Desertification, Serido, Paraiba

INTRODUÇÃO GERAL

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é um cacto de grande porte, colunar, multirramificado provido de espinhos. Os frutos são oblongos, casca grossa e vermelha, polpa branca com inúmeras sementes e comestível (GOMES, 2007). Não há relatos estatísticos da cultura anual do mandacaru sendo utilizado como suporte alimentício para herbívoros e nem do aproveitamento dos frutos, embora produtos à base de cactáceas possuam um grande potencial biotecnológico nas regiões secas.

Ocorre nas caatingas nordestinas de grande importância para a sustentabilidade e conservação da biodiversidade do bioma caatinga. Seus frutos são fonte de alimentos para pássaros e animais silvestres da caatinga (CAVALCANTI et al. 2006).

Além das limitações com a produção, o valor nutritivo das forrageiras nativas cai na estação seca, afetando os teores de proteína bruta e a digestibilidade da forragem, acarretando um aumento do teor de parede celular. Somando-se a isso, espécies da caatinga apresentam em sua composição, substâncias que afetam a qualidade da forragem, oriundas do estrato arbustivo e arbóreo (OLIVEIRA et al. 2003). O mandacaru, entre outras cactáceas nativas da caatinga tem sido utilizado nos períodos de seca prolongada, como um dos principais suportes forrageiros dos ruminantes (SILVA et al. 2005).

Lima & Sidersky (2002) estudando o papel das plantas nativas nos sistemas agrícolas familiares do Agreste da Paraíba, constataram que algumas cactáceas, de modo especial o mandacaru é utilizado como planta forrageira pelos agricultores no período de seca.

O mandacaru, como a maioria das cactáceas, apresenta duas características importantes ligadas ao processo de fotossíntese: I) o aparelho fotossintético está localizado nos cladódios, já que a planta não tem folhas; II) o processo fotossintético segue o modelo conhecido como MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas); no qual a fixação do CO₂ ocorre durante a noite. Estas características a torna eficiente, do ponto de vista produtivo, em condições de pouca disponibilidade de água (SAMPAIO, 2005), a exemplo do Semiárido no Nordeste do Brasil (ARAÚJO, 2009).

Juntamente com outras cactáceas alternativas, o mandacaru tem sido utilizado nos períodos de seca prolongada, como um dos principais suportes forrageiros dos ruminantes (SILVA et al., 2005), além de prevenir a degradação no ecossistema. Por apresentar

metabolismo MAC, essas plantas são mais eficientes que as demais, pois permanecem suculentas, por um longo período de estiagem e produzem forragem continuamente.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) COMO POTENCIAL ESPÈCIE A SER CULTIVADA

Areia, PB

Fevereiro de 2017

LEITE, A. P.; **Revisão Bibliográfica: Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) Como Potencial Espécie a Ser Cultivada.** 61f. Dissertação – Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. Fevereiro de 2017.

RESUMO

O mandacaru é um cacto colunar abundantemente ramificado e com flores brancas. Os frutos são grandes, avermelhados com polpa branca provida de muitas sementes insípidas, porém, comestíveis. No Brasil a faixa territorial considerada como semiárida é representada por uma área que ocupa aproximadamente 69,2% da região do Nordeste. Das cactáceas do semiárido brasileiro a espécie *Cereus jamacaru* mostra-se como uma cactácea de ampla distribuição, sendo encontrada em vários estados, incluindo a Paraíba. Por ser nativa ao clima semiárido, esta cultura tem se destacado como alternativa de sustentabilidade para a pecuária regional, por possuir maior eficiência no uso da água, apresentando elevada capacidade produtiva de biomassa, além de ser uma planta de múltiplos usos pela variedade dos seus produtos e subprodutos. Apesar da grande importância do mandacaru, como cultura adaptada à seca e rica em nutrientes para os produtores do Nordeste, pouco tem sido publicado na região, sobre a sua fisiologia. O mandacaru, como a maioria das cactáceas, apresenta duas características importantes ligadas ao processo de fotossíntese: I) o aparelho fotossintético está localizado nos cladódios, já que a planta não tem folhas; II) o processo fotossintético segue o modelo conhecido como MAC. Os benefícios no uso de esterco animal podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions. A adubação pode ser orgânica ou mineral. Em caso de se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado esterco bovino ou caprino, na quantidade de 10 a 30 t ha⁻¹ na época do plantio, e a cada dois anos, no período próximo ao início da estação chuvosa.

Palavras-chave: Crescimento, Produtividade, Nativa.

LEITE, A. P.; **Bibliographical Review: Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) As Potential Species to be Cultivated**. 61f. Federal University of Paraiba. Areia, PB. February de 2017.

ABSTRACT

Mandacaru is an abundantly branched columnar cactus with white flowers. The fruits are large, reddish with white flesh provided with many insipid but edible seeds. In Brazil, the territorial area considered as semi-arid is represented by an area that occupies approximately 69.2% of the northeast region. From the Brazilian semi-arid cacti, the species *Cereus jamacaru* shows itself as a widely distributed cactus, being found in several states, including Paraiba. Being native to the semi-arid climate, this crop has been highlighted as an alternative of sustainability for the regional livestock, for having greater efficiency in the use of water, presenting high productive capacity of biomass, besides being a plant of multiple uses for the variety of its products And by-products. Despite the great importance of mandacaru as a drought-rich and nutrient-rich crop for northeast farmers, little has been published in the region about its physiology. Mandacaru, like most cactaceae, presents two important characteristics linked to the process of photosynthesis: I) the photosynthetic apparatus is located in the stalks (cladodes or rackets), since the plant has no leaves; II) the photosynthetic process follows the model known as CAM. The benefits of using animal manures can be listed as follows: improvements in soil physical properties and nutrient supply; Increase in the organic matter content, improving the water infiltration as well as increasing the cation exchange capacity. The fertilization can be organic or mineral. In case of organic fertilization, bovine manure or goat manure may be used in the amount of 10 to 30 t ha⁻¹ at the time of planting, and every two years, in the period close to the beginning of the rainy season.

Keys-Word: Growth, Productivity, Native.

1 MANDACARU (*Cereus jamacaru*)

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P.) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família Cactaceae. Cresce em solos pedregosos e junto a outras espécies de cactáceas, forma a paisagem típica da região Semiárida do Nordeste, sendo encontrado nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

A família das cactáceas está adaptada às condições de intenso xerofitismo e caracteriza a paisagem vegetal das regiões mais secas da América Intertropical. As espécies desta família são plantas suculentas com caules carnosos, roliços ou aplanados, de folhas caducas ou completamente ausentes. Algumas variedades sem espinhos são usadas como forragem e os frutos de algumas espécies constituem um agradável alimento (GOLA, 1965).

Segundo Rocha e Agra (2002) o mandacaru atinge de 3 a 7 m de altura e possui caule cheio de espinhos rígidos, com grande quantidade de água. É utilizada como planta ornamental e ainda serve para alimentação de bovinos, caprinos e ovinos, principalmente na época de estiagem. De acordo com Braga (1960), os brotos novos do mandacaru, depois de queimados, servem de alimento para o gado. O fruto é uma baga, ovoide, com aproximadamente 12 cm de comprimento, vermelho, carnosos, de polpa branca, com inúmeras sementes pretas e bem pequenas. As flores, que abrem apenas no período noturno, são visitadas por mariposas e morcegos, de janeiro a agosto (BRAGA, 1960).

2 IMPORTÂNCIA DAS CACTÁCEAS PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA

No Brasil a faixa territorial considerada como semiárida é representada por uma área de aproximadamente 969.589,4 km², sendo 13% no território brasileiro e 69,2% na região Nordeste (Ministério da Integração Nacional, 2006). Atualmente, essa região contabiliza 1.135 municípios distribuídos assimetricamente, no espaço geográfico de nove unidades da Federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais (INSA, 2012).

É característica dessa região a ocorrência de períodos de seca prolongados e precipitações pluviométricas irregulares, ocasionando sazonalidade na produção de forragens e causando prejuízos aos produtores rurais da região, que tem como principal atividade a pecuária (DUBEUX JÚNIOR et al. 2006).

Das cactáceas do semiárido brasileiro a espécie *Cereus jamacaru* é uma cactácea de ampla distribuição, encontrada na Bahia (LIMA e LIMA, 1998), Minas Gerais (SANTOS et al., 2011), Paraíba (PEREIRA et al. 2002, PORTO et al. 2008, OLIVEIRA et al. 2009, TROVÃO et al. 2010, SILVA et al. 2010, PEREIRA JÚNIOR et al. 2012, ROCHA e AGRA 2002), Pernambuco (RODAL et al. 1999, RODAL e NASCIMENTO, 2002, Alcoforado-Filho et al. 2003, SANTOS et al. 2009) e Rio Grande do Norte (SANTANA e SOUTO, 2006).

As condições edafoclimáticas no semiárido são caracterizadas por solos predominantemente rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica, porém ricos em minerais solúveis e pH neutro ou próximo de sete. O clima é seco, com precipitações variando de 400 a 800 mm, irregularmente distribuídas, com temperatura oscilando entre 23°C a 28°C (CHIACCHIO et al. 2006).

Nestas circunstâncias, o cultivo de culturas anuais torna-se arriscadas, sendo necessário o cultivo de plantas perenes adaptadas ou nativas, a exemplo mandacaru e da palma forrageira, por possuir adaptabilidade a tais condições (DUBEUX JÚNIOR. et al. 2015).

Por ser nativa ao clima semiárido, esta cultura tem se destacado como alternativa de sustentabilidade para a pecuária regional, por possuir maior eficiência no uso da água, apresentando elevada capacidade produtiva de biomassa, além de ser uma planta de múltiplos usos pela variedade dos seus produtos e subprodutos (ARAÚJO, 2009). Esta forrageira é historicamente utilizada criadores do Cariri e Sertão paraibano na tentativa de amenizar as dificuldades alimentares dos animais nos períodos de secas prolongadas (FARIAS et al. 2000; GEBRESAMUEL & GEBRE-MARIAM, 2012).

O mandacaru poderia ser explorado como um volumoso de grande potencial a ser produzidos nas propriedades, afim de amenizar a dificuldade enfrentada por esses agricultores nas secas prolongadas do semiárido. Característica que possibilita obter grande quantidade de matéria seca para alimentação de ruminantes nessa região, com a particularidade, de estar disponível no período de maior escassez de forragem (DONATO, 2011).

A sua importância, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela pequena oferta de alimentos no período mais seco (GOMES, 2011).

Dietas com maior participação de mandacaru, planta nativa e adaptada a estas condições desfavoráveis do semiárido, deveriam ser utilizadas no intuito de conferir aos sistemas de produção maior sustentabilidade (BISPO et al. 2007).

3 MANDACARU COMO ALIMENTAÇÃO ANIMAL

As folhas caídas das árvores e arbustos se constituem no alimento mais importante para os rebanhos da região semiárida na época da seca (KIRMSE & PROVENZA, 1982). Contudo, no final desta época, com algumas exceções, todas as espécies da caatinga estão completamente desfolhadas (ALBUQUERQUE, 2001).

Embora Lima (1984) tenha registrado fitomassa de 674,0 kg/ha em folhas secas ao chão na caatinga no período de outubro a novembro, esse volume não tem sido suficiente para a sustentação dos animais na seca, os quais sempre necessitam de suplementação.

Todavia, o rebanho de caprinos da região semiárida do Nordeste estimado em 8,3 milhões de cabeças (ARAÚJO, 2004), exige dos pequenos agropecuaristas um esforço adicional para suplementação alimentar nos longos períodos de estiagem que ocorre na região.

Como parte desta suplementação, as cactáceas nativas da caatinga, ao lado de outras alternativas, têm sido utilizadas nos períodos de secas prolongadas, como um dos principais suportes forrageiros dos ruminantes (SILVA et al. 2005).

Oliveira (1996) afirmou que, em razão das incertezas climáticas e do fenômeno das secas periódicas que ocorrem na região semiárida do Nordeste brasileiro, as cactáceas representam uma fonte de suprimento de água e uma alternativa alimentar para os animais.

Lima (1998) ressalta a utilização das cactáceas nativas como o xiquexique e o mandacaru como volumosos estratégicos nos períodos de seca prolongadas na caatinga.

Cavalcanti & Resende (2004) avaliando a utilização das plantas nativas da caatinga pelos pequenos agropecuaristas para alimentação dos animais na seca em cinco comunidades da Bahia e de Pernambuco, registraram que o mandacaru é utilizado por 46,52% dos agropecuaristas. Enquanto, o xiquexique é utilizado por 10,51%, a coroa-de-frade por 6,96% e o facheiro por 12,28%.

Lima & Sidersky (2002) estudando o papel das plantas nativas nos sistemas agrícolas familiares do Agreste da Paraíba, constataram que algumas cactáceas, de modo especial o mandacaru é utilizado como planta forrageira pelos agropecuaristas na época seca.

4 ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DO MANDACARU

O mandacaru tem se destacado na utilização pelos criadores na tentativa de amenizar as dificuldades alimentares dos animais nas secas prolongadas. Essa planta xerófila apresenta adaptação às condições adversas do semiárido, dada a sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (FARIAS et al. 2000).

Nas cactáceas, este metabolismo normalmente está associado a adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, como estômatos de tamanho reduzido e com menor frequência de abertura e cladódios suculentos, o que permite a estocagem de água necessária para tolerar longos períodos de seca (NOBEL, 1995).

Apesar da grande importância do mandacaru, como cultura adaptada à seca e rica em nutrientes para os produtores do Nordeste, pouco tem sido publicado na região, sobre a sua fisiologia. O mandacaru, como a maioria das cactáceas, apresenta duas características importantes ligadas ao processo de fotossíntese: I) o aparelho fotossintético está localizado nos cladódios, já que a planta não tem folhas; II) o processo fotossintético segue o modelo conhecido como MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas); no qual a fixação do CO₂ ocorre durante a noite. Estas características a torna eficiente, do ponto de vista produtivo, em condições de pouca disponibilidade de água (SAMPAIO, 2005), a exemplo do semiárido no Nordeste do Brasil (ARAÚJO, 2009).

De acordo com Taiz & Zeiger (2004), as plantas MAC apresentam alta eficiência no uso de água por abrir seus estômatos durante a noite e fechar durante o dia. O fechamento dos estômatos durante o dia minimiza as perdas de água, uma vez que a água e o CO₂ partilham a mesma difusão, o CO₂ necessita ser capturado à noite.

Esta planta pode manter sua fotossíntese máxima até 15 dias depois de acabar o suprimento de água do solo e depois manter taxas decrescentes de fotossíntese, com períodos de abertura de estômatos cada vez menores. Suas raízes também são capazes de captar a água de chuvas mais leves, ou seja, precipitação que apenas molha a camada superficial do solo. Contudo, seu sistema radicular também pode apresentar raízes grossas e profundas caso o solo permita (SAMPAIO, 2005).

De acordo com Silva & Santos (2006), o caule do mandacaru é recoberto por uma cutícula que controla a evaporação, permitindo o armazenamento de água (90-93% de água).

Segundo Sampaio (2005), para as plantas MAC em geral são usados de 100 a 200 kg de água para cada 1 kg de matéria seca formada. Nas plantas C3 esta relação fica em torno de 1000 kg e nas C4 500 kg. Para Taiz & Zeiger (2004), uma planta MAC gasta de 50 a 100g de água para cada grama de CO₂ fixado, comparado com valores de 250 a 300g e 400 a 500g para plantas C4 e C3, respectivamente.

5 SISTEMA DE CULTIVO DE CACTÁCEAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O cultivo de cactáceas e principalmente da palma forrageira nos últimos anos tem recebido atenção especial devido a sua grande importância no semiárido brasileiro como principal recurso forrageiro (LOPES et al. 2013), passando a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras do Nordeste, principalmente no estado de Pernambuco e Alagoas (DUBEUX JÚNIOR. et al. 2010).

De acordo com Santos et al. (2006), normalmente o plantio de cactáceas é realizado no terço final do período seco, pois quando se iniciar o período chuvoso os campos já estarão implantados, evitando-se o apodrecimento dos cladódios, e o espaçamento utilizado vai depender do sistema adotado pelo produtor.

Quando se cultiva objetivando a produção econômica, é necessário observar outros fatores, além do suprimento adequado de água para os processos vitais da planta, destacando-se a fertilidade dos solos, alcançada por meio de manejo eficaz e econômico de adubação, associado a parâmetros físicos do solo, devido ao efeito que exerce sobre o crescimento e produtividade das forrageiras (CÂNDIDO et al. 2013).

Segundo Dubeux Júnior. & Santos (2005), para se obter alta produtividade no cultivo de cactáceas, é importante dentre outros fatores, observar a fertilidade do solo e corrigir suas deficiências por meio das adubações orgânica e mineral, em uso exclusivo, ou preferencialmente, associando as duas.

Avaliando o efeito dos diferentes níveis de N (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e P (0 e 33 kg ha⁻¹ ano⁻¹) em duas densidades populacionais (5000 e 40 000 plantas ha⁻¹) sobre a palma *Opuntia ficus-indica*, em quatro locais da região semiárida do Nordeste brasileiro, Dubeux Júnior. et al. (2006) verificaram que a adubação fosfatada aumentou número total de cladódio das plantas nos municípios pernambucanos de Arcoverde e Sertânia, em ambas as populações de plantas.

Saraiva (2014), avaliando o efeito de diferentes sistemas de cultivo (cactácea + leucena, cactácea + glirícidia e cactácea em cultivo isolado) com diferentes esterco (ovino, bovino, caprino e cama de frango) em Caruaru-PE, sobre características morfológicas e produtivas da cactácea, verificou que de maneira geral, as maiores produções foram registradas nos plantios consorciados e adubada com esterco bovino.

6 ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM CACTÁCEAS

A adubação é fator determinante na produção de matéria verde e seca, principalmente, quando se trata de plantio adensado de qualquer cactácea. Santos et al. (1990) detectaram níveis de 0,90; 0,16; 2,58 e 2,35% na matéria seca para nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, nessa ordem. Consideraram que para uma produção de 10 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, as quantidades exportadas desses nutrientes seriam de 90, 16, 258 e 235 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, e em trabalhos conduzidos em São Bento do Una, PE, encontraram aumentos da ordem de 81% na produção com 10 t ha⁻¹ de esterco de curral e de 29% com a fórmula de 50, 50 e 50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando comparada com a cactácea não adubada.

Analisando a produtividade de cactáceas em 50 propriedades rurais do semiárido do Nordeste do Brasil, Santos et al. (1996) não detectaram aumento de produtividade com o uso de até 2 t ha⁻¹ de esterco utilizado. Menezes et al. (2005) constataram que, dentre as variáveis estudadas, a quantidade de P e de K extraível do solo foram os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade. Variando o espaçamento e doses de fósforo sendo utilizados (10; 15; 20 e 25 cm entre plantas) e (10, 15, 20 e 25g planta⁻¹ de superfosfato simples). Medeiros (2009) não encontrou efeito significativo para MM, MO, PB, FDN, FDA, Ca, P, altura e diâmetro. Também não houve diferença significativa para produtividade de matéria verde e seca em função dos tratamentos aplicados. Ao avaliar cultura de palma após 19 anos de cultivo, Menezes et al. (2007) afirmam que as aplicações de esterco, em intervalos de dois anos e na dose de 20 t ha⁻¹, causaram acréscimo nos teores de N total (Nt) do solo e também de P e Na, em relação ao solo sob caatinga em área adjacente ao campo de palma. Entretanto, o K extraível do solo foi menor na área cultivada com palma, apesar das aplicações de esterco, indicando que há necessidade de adicionar K através de outra fonte, como forma de manter os níveis desse nutriente no solo em longo prazo.

Em trabalho sobre efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), Teles et al. (2004), testando níveis de adubação equivalentes a: N - 200 kg ha⁻¹; P₂O₅ - 100 kg ha⁻¹; K₂O - 200 kg ha⁻¹; Ca - 250 kg ha⁻¹; Mg - 80 kg ha⁻¹ e S - 20 kg ha⁻¹, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para teores, de K, de Ca e de Mg na matéria seca. Para teores de N, de P e de S, a análise de variância revelou diferença. A média geral para teores de MS, N, P, K, Ca, Mg e S foi de 7,29; 1,19; 0,17; 3,31; 1,84; 0,59 e 0,17%, respectivamente. A adição de micronutrientes e de nematicida não influenciou os resultados obtidos para teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

Com tratamentos constituídos de quatro doses de fósforo (0; 1,06; 2,12; e 4,25 g vaso⁻¹ de P₂O₅, equivalente a 0; 200; 400 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) combinados com quatro níveis de potássio (0; 1,01; 2,03 e 4,05 g vaso⁻¹ de K₂O, equivalente a 0; 200; 400; e 800 kg ha⁻¹ de K₂O), Dubeux Júnior et. al., (2010) não encontraram efeito significativo para número de brotações por planta, em relação ao uso de fósforo e potássio, também não houve influência nos micronutrientes estudados. Observaram também que as doses crescentes de P aplicadas reduziram a absorção de nitrogênio, cálcio, magnésio e aumentaram os teores de potássio e enxofre. A produção de matéria verde e teor da matéria seca foram influenciados apenas pela adubação potássica. As doses de K promoveram decréscimo no teor de cálcio e acréscimo no teor de enxofre da parte aérea da palma forrageira clone 'IPA-20'. Dubeux Júnior. et al. (2006) trabalhando com solo de textura arenosa e média, encontraram baixas respostas ao fósforo na produção da palma forrageira cv. Gigante e respostas positivas apenas quando os teores de fósforo disponível no solo eram inferiores a 10 mg dm⁻³.

7 OS ESTERCOS NA ADUBAÇÃO DE CACTÁCEAS

É indiscutível a importância e a necessidade dos adubos orgânicos tanto para a produtividade das culturas como para a qualidade dos produtos obtidos, especialmente em solos com baixo teor de matéria orgânica. Os adubos orgânicos são considerados agentes condicionadores do solo, por melhorar as condições de cultivo, através da retenção de água e pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em forma assimilável pelas raízes (FILGUEIRA, 1982; INGUE, 1984). Para Hoffman (2001), os benefícios no uso de esterco animais podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions.

D'andréa (2002) considera a matéria orgânica do solo como um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo, tendo em vista que é essencial nos processos produtivos e na diversidade biológica.

A adição de dose adequada de esterco bovino de boa qualidade ao solo pode suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, sendo o potássio o nutriente que atinge teor maior no solo devido ao uso contínuo (SANTOS e SANTOS, 2008). Entretanto, sua adição em quantidade desmedida pode causar efeito negativo às plantas, em condição de solo muito ácido e argiloso. Neste caso, pode aumentar os teores de nitrogênio e salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, proporcionando desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente afetando a produtividade da cultura (BRADY, 1979; BOTELHO et al. 2007).

No Nordeste Brasileiro, em especial no semiárido, a utilização de esterco caprino como fonte de nutriente para as culturas de cactácea, principalmente a palma forrageira não é comum, muito embora, se tenha na caprinocultura uma das principais fontes de renda da região. Isso é atribuído ao fato do agricultor e sua família, diante das suas necessidades e falta de conhecimento sobre a importância desse insumo para as plantas e também, por tradição, incrementarem a renda da família, com a venda do esterco produzido pelos animais. Práticas de manejo que visam a adição de adubos orgânicos podem contribuir para conscientização da importância da matéria orgânica na produção agrícola (MELO et al. 2009).

8 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. G.; RAO, M. R. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero e feijão-de-corda no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.645-65, 1997.
- ALVES, 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, p.16-25, 2008.
- ARAÚJO, A. M. **Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) no estado da Paraíba**. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistema Agrosilvipastoris no semi-árido) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2009.
- BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1902-1909, 2007.
- BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.; VELOSO, C.A.C. Fertilizantes orgânicos. In: CRAVO, M. da S. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. p. 69-70. 2007.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 5 ed. **New York: John Wiley**. p. 141-168. 1979.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 2. ed. Fortaleza. **ESAM**, 1960.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**, ano VII, n.3, p.1-7, 2013.
- CASTRO, F. M. **Avaliação de métodos não destrutivos para estimar o índice de área do cladódio em palma forrageira orelha de elefante mexicana**. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, 2013.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, L. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, p.39-49, 2006.

D'ANDRE A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos Biológicos Indicadores da qualidade do Solo em Sistemas de Manejo na Região do Cerrado no Sul do Estado do Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.4, p.913-924, 2002

DONATO, P. E. R. Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco. 135p. Tese (Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia). **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**, Itapetinga. 2011.

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

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C. Productivity of *Opuntia-ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environment**, v.67, p.357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; SANTOS, D. C. Forage Potential of Cacti on Drylands. **Acta Horticulturae**. v.1067, p.181-186, 2015.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: 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, p.105-128. 2005.

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

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; FERREIRA, R.L.C.; Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L)

Miller under different N and P fertilization and plant population in north- east Brasil. **Journal of Arid Environments**, v.67, n.3, p.357-372, 2006.

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

FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. **Estabelecimento e manejo de palma forrageira**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (eds). A Palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2º ed. Recife: Ed universitária da UFPE. p.81- 103. 2005.

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

GEBRESAMUEL, N.; GEBRE-MARIAM, T. Comparative Physico-Chemical Characterization of the Mucilages of Two Cactus Pears (*Opuntia* spp.) Obtained from Mekelle, Northern Ethiopia. **Journal of Biomaterials and Nonobiotechnology**, v.3, p.79-86, 2012.

GOLA, G.; NEGRI, J.; CAPALLETTI, C. Tratado de botânica. 2. ed. Barcelona: **Labor**, 1965.

GOMES, J. B. **Adubação orgânica na produção de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill). no Cariri paraibano**. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2011.

GOMES, P. Forragens fartas na seca. São Paulo: **Nobel**, 1973.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Roma: FAO, Produção e Proteção Vegetal. (**SEBRAE/PB**), Paper 132, p. 12-14. 1995.

INGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: Adubação verde no Brasil, Campinas - SP: **CARGILL**. p. 232-267. 1984.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro. Campina Grande, **INSA**, 103p. 2012.

CAVALCANTI, J.A. **Recomendações de adubações para o estado de Pernambuco**, IPA: p. 6, 1998.

LOPES, E. B.; COSTA, L. B.; CORDEIRO JUNIOR, A. F.; BRITO, C. H. Rendimento e aspectos fenológicos de espécie de palma forrageira em relação ao cultivo com dois tipos de cladódios. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, p.59-61, 2013.

MELO, R.F.; BRITO, L.T. de L.; PEREIRA, L.A. e ANJOS, J.B. dos. Avaliação do Uso de Adubo Orgânico nas Culturas de Milho e Feijão Caupi em Barragem Subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

MENEZES, R.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamento. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.38-44, outubro/dezembro 2007.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2006. Nova delimitação do semi-árido brasileiro. **Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional**, 35p.

NECCHI, R. M. M. **Farmacobotânica, atividade antiinflamatória e parâmetros bioquímicos de *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae)**. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.

NOBEL, P. S. Environmental biology In: Barbera, G; Inglese, P.; Pimienta-Barrios. Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. **FAO**, Rome, pp. 36-48. 1995.

OLIVEIRA, F. T. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus indica* (L) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2008.

ROCHA, E. A; AGRA, M. F. Flora do pico do Jabre, Brasil: Cactaceae juss. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 15-21, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia 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**. 2º ed. Recife: Ed universitária da UFPE. p.43-55. 2005.

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

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A.P.M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J.A. Produção e composição química da palma forrageira c.v. “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.9, n. especial, p.69-78, 1996.

SARAIVA, F. M. Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes de palma forrageira (*Nopalea*) em diferentes sistemas de cultivo. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife. 2014.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, p.1-3, 2006.

SILVA, N. G. M. **Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Forragicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

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

SOUZA, T. C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). 119p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – **Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará**, Recife. 2015

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 720p, 2004.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C.; NETO, E. B.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. 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, p.52-60, 2002.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO, NÚMERO DE FLORES, FRUTOS, BROTOS, COLORAÇÃO DE ESPINHO, pH E TEMPERATURA DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) COM ESPINHO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

Areia, PB

Fevereiro de 2017

LEITE, A. P.; **Crescimento, Número de Flores, Frutos, Brotos, Coloração de Espinho, pH e Temperatura de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) Com Espinho Submetido a Adubação Organomineral no Semiárido da Paraíba.** 60f, Dissertação – Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. Fevereiro de 2017.

RESUMO

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.) é uma cactácea nativa resistente as chuvas irregulares e adaptada às condições climáticas da região além de responder bem as adubações aplicadas ao longo do tempo. Os esterco de animais da própria propriedade podem ser aplicados e não necessita de muitos tratamentos culturais, tornando assim o mandacaru uma cultura bastante viável. O objetivo do trabalho é avaliar os efeitos da adubação bovina, caprina e da adubação fosfatada para altura, diâmetro, frutificação, floração, brotação taxa de mortalidade, pH e temperatura de mandacaru. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea, Paraíba, Brasil. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos: controle (sem adubação); adubação com esterco bovino; adubação com esterco caprino; adubação com super fosfato triplo e adubação com esterco bovino + esterco caprino + adubação fosfatada e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 8 indivíduos. O mandacaru foi plantado vegetativamente. Os cladódios foram retirados de duas matrizes com um comprimento de 50 cm. Após retiradas, os cladódios foram submetidos ao processo de cura por 15 dias. Os cladódios foram plantados em covas de 20 cm de profundidades previamente adubadas. Avaliou-se mensalmente a altura, diâmetro, frutificação, floração, brotação e ao final do experimento a taxa de mortalidade, pH e temperatura. As parcelas experimentais foram subdivididas no tempo. Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância para verificação da significância das interações entre os tratamentos aplicados e períodos de avaliação para a variável altura, as demais variáveis foram testadas pelo teste de Tukey. Houve interação dos tratamentos testados com os períodos de avaliação para altura, os tratamentos com esterco bovino e controle apresentaram as menores taxas de mortalidade, para as demais variáveis não foram encontradas diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados em relação aos tratamentos aplicados. A adubação com esterco bovino e caprino, além da fosfatada não interferiram no crescimento de cladódio, temperatura e pH. A escassez hídrica na região pode ser um fator que tenha interferido nesses resultados.

Palavras-chave: Metabolismo, Cladódio, Fisiologia

LEITE, A. P.; **Organomineral Fertilization in mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) with thorn in the Paraíba Semiarid Conditions.** 60f, Federal University of Paraíba. Areia, PB. February de 2017.

ABSTRACT

Mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.) is a native cactus resistant to irregular rains and adapted to the climatic conditions of the region and respond well to fertilizations applied over time. The animal manure from the property itself can be applied and does not require many cultural treatments, thus making mandacaru a fairly viable crop. The objective of this work is to evaluate the effects of bovine, caprine fertilization and phosphate fertilization on height, diameter, fruiting, flowering, budding mortality rate, pH and mandacaru temperature. The experiment was carried out at Experimental Farm Cachoeira de São Porfírio, Varzea, Paraíba, Brazil. A randomized complete block design was used, with five treatments: control (without fertilization); Fertilization with bovine manure; manuring with goat manure; Fertilization with triple super phosphate and fertilization with bovine manure + manure goat + phosphate fertilization and four replications. Each experimental unit consisted of 8 individuals. The mandacaru was planted vegetatively. The cladodes were taken from two matrices with a length of 50 cm. After removal, the cladodes were submitted to the healing process for 15 days. The cladodes were planted in pits of 20 cm of previously fertilized depths. The height, diameter, fruiting, flowering, sprouting and at the end of the experiment were evaluated by the mortality rate, pH and temperature. The experimental plots were subdivided in time. The data of the evaluations were submitted to analysis of variance to verify the significance of the interactions between the applied treatments and the evaluation periods for the height variable, the other variables were tested by the Tukey test. There was interaction of the treatments tested with the evaluation periods for height, treatments with cattle manure and control presented the lowest mortality rates, for the other variables no statistical differences were found for the parameters evaluated in relation to the treatments applied. Fertilization with bovine and goat manure in addition to phosphate did not interfere with the growth of cladode, temperature and pH. The water scarcity in the region may be a factor that has interfered in these results.

Keys-Word: Metabolism, Cladode, Physiology

1 INTRODUÇÃO

A zona semiárida ocupa de 60 a 65% da área total do Nordeste brasileiro apresentando irregularidade de distribuição de chuvas e altas taxas de evapotranspiração (Lira et al. 1990), o que limita bastantes as espécies que se desenvolvem nessa região.

No semiárido brasileiro existem cerca de 85 espécies de cactos, entre elas o mandacaru, cactácea nativa resistente as chuvas irregulares e adaptada às condições climáticas da região. Os tratos culturais requeridos são poucos e os mesmos requeridos pela palma: a capina, coroamento, adubações além de irrigação. Pode ser utilizado como fertilizantes os esterco bovinos e caprinos, que é de fácil acesso e o agricultor na maioria das vezes já os tem disponíveis, já que o mandacaru responde bem à adubação orgânica. As técnicas simples para o plantio e manejo do mandacaru favorecem a implantação dos cultivos nas propriedades do semiárido e todos estes procedimentos são muito acessíveis (MEDEIROS, 2009)

Os benefícios no uso de esterco animais podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions (HOFFMAN, 2001).

O fósforo é um importante elemento requerido para atividade fotossintética e transporte de carboidratos (ALAM, 1999; RAGHOTHAMA, 1999). O sistema de transporte antiporte de Pi e triose-P, devido a uma redução da demanda por sacarose pelo dreno (devido à paralisação do crescimento sob desidratação), pode causar um aumento na síntese de amido com redução na assimilação de CO₂ no cloroplasto. Esse efeito pode ser consequência da baixa quantidade de Pi reciclado no citoplasma (HOLBROOK & KEYS, 2003), portanto, baixo nível de Pi livre citoplasmático induzido pelo déficit hídrico associado à acumulação de açúcares fosforilados pode limitar as atividades fisiológicas e reprodutivas da cultura por meio da redução da taxa de exportação de triose-P do cloroplasto para o citoplasma (PIETERES et al. 2001).

A adição de matéria orgânica ao solo contribui para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo a formação de agregados, retenção de água e nutrientes e redução das perdas por erosão, além de aumentar o sequestro de carbono pela decomposição lenta (Matos et al., 2008). Além disso, nas propriedades dedicadas a produção animal o esterco de animais (caprinos, bovinos, etc.) pode ser utilizado como uma fonte de

matéria orgânica, de boa qualidade, principalmente pela proximidade com a área de cultivo de mandacaru (Nascimento et al. 2003; Sampaio et al. 2005).

A capacidade que as plantas MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) possuem de restringir as trocas gasosas com a atmosfera durante o dia, faz com que elas utilizem o seu conteúdo disponível d'água mais eficientemente que as plantas C3 (WINTER et al. 2005), sendo dessa forma, um tipo de comportamento fotossintético muito comum entre as plantas de regiões áridas ou, ainda, de ambientes tropicais ou subtropicais, onde o suprimento hídrico é fortemente sazonal ou intermitente. Fatores ambientais como luminosidade excessiva, baixo suprimento hídrico ou altas temperaturas tornam a absorção diurna do CO₂ menos favorável,

Existem variações no ciclo fotossintético nas plantas MAC, como descarboxilases diferentes durante o dia, o acúmulo de ácidos cítricos, assim como o málico, no entanto, é o mecanismo MAC que apresenta a resposta de um ambiente onde mais variação na amplitude das diferentes fases desse metabolismo, o que torna difícil desenvolver uma definição adequada do mecanismo fotossintético MAC (HOLTUM, 2002).

De acordo com essas afirmações objetivou-se avaliar os efeitos da adubação bovina, caprina e da adubação fosfatada em características do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC).

2 METODOLOGIA

2.1 Local de Estudo

O experimento foi realizado no período de junho de 2015 a junho de 2016, em condições de campo na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea, Paraíba, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas 06° 48' 35" S e 36° 57' 15" W (Figura 1). Várzea se localiza na Depressão Sertaneja, que compreende uma área de 415.921,36 km². O local possui altitude média de 271 metros e o clima, de acordo com a classificação de Koppen, é caracterizado como semiárido do tipo BSh (quente e seco), com médias pluviométricas anuais entre 400 a 600 mm.

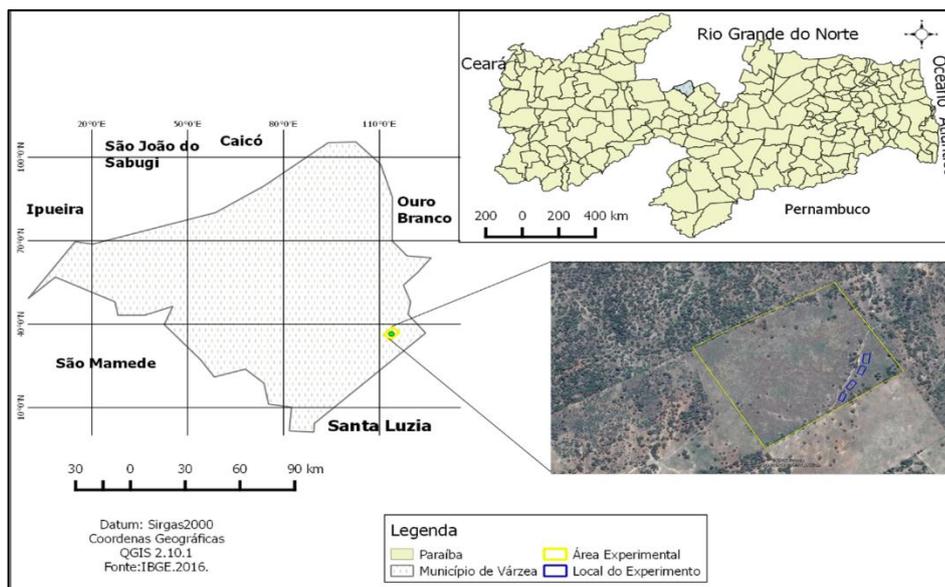


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) observada no período de junho de 2015 a junho de 2016 na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESA, 2015).

Foi realizada a análise de solos do local do experimento, por meio de coleta de amostras simples de solo e em seguida em uma amostra composta. Os resultados da análise de solo estão descritos na Tabela 1. Na área de estudo prevalece uma associação de Neossolos flúvicos e afloramentos rochosos (BARROSO, 2017). O solo se encontra parcialmente exposto e com feições erosivas localizadas, caracterizada por um elevado estágio de degradação apresentando sinais intensos da intervenção antrópica, como a retirada total da vegetação. As espécies vegetais de maior dominância na área do experimento são *Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum. Bly. ex Rowl (xique-xique), *Aristida setifolia* Kunth (capim panasco), *Cnidocolus quercifolius* Pohl (favela), *Sida cordifolia* L. (malva branca) e *Jatropha curcas* L. (pinhão manso). A pluviosidade durante o período do experimento foi de 498 mm (Figura 2) (AESA, 2016).

Tabela 1. Análise química do solo no local do experimento, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESA, 2015).

pH	M.O	P _{resina}	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----cmol _c /dm ³ -----							
4,9	10	0,4	0,1	1,7	0,23	1	0,3	1,5	33	47

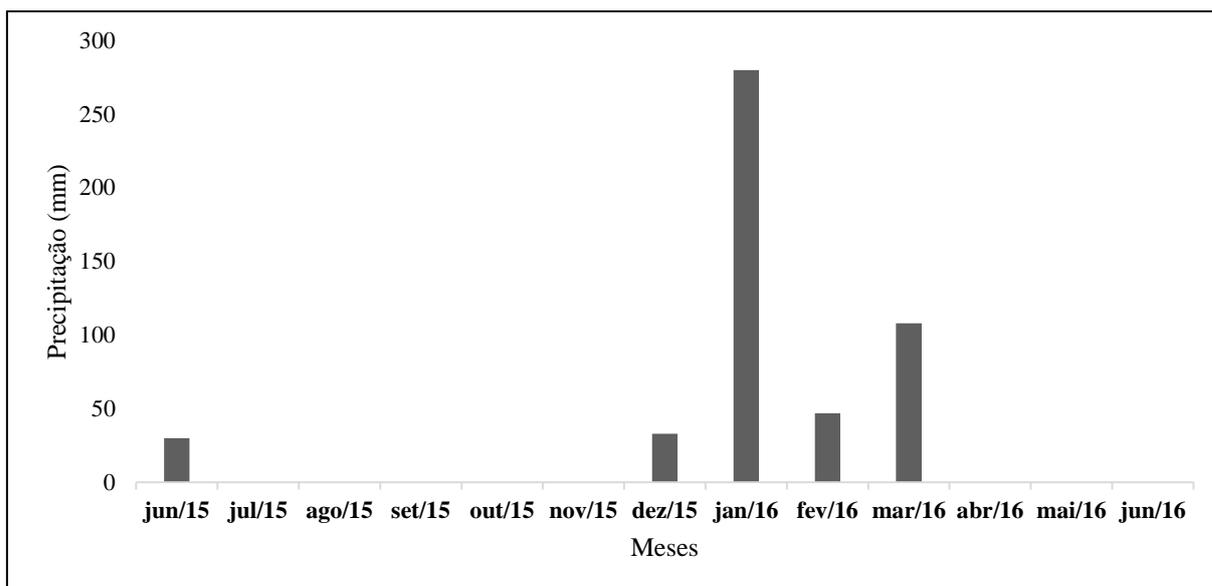


Figura 2. Precipitação pluvial (mm) observada no período de junho de 2015 a junho de 2016 na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Várzea-PB (AESA, 2015).

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (T1 – controle; T2 – adubação com esterco bovino; T3 – adubação com esterco caprino; T4 – adubação fosfatada e T5 – adubação com esterco bovino + esterco caprino + adubação fosfatada) quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por oito indivíduos, totalizando 40 indivíduos por bloco e um total de 160 indivíduos no total do experimento.

A espécie estudada foi o mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), e para a obtenção dos cladódios foram escolhidas matrizes de bom vigor para a retirada dos cladódios para o plantio. Foram obtidas com comprimento médio de 50 cm. Após serem retiradas, os cladódios foram submetidos ao processo de “cura” na sombra, para que as regiões onde ocorreram os cortes possam desidratar e cicatrizar, diminuindo as chances de ataque de patógenos em campo.

Foram cavadas as 160 covas com uma profundidade de 20 cm. O espaçamento entre as covas foi de 3 metros entre plantas e 3 metros entre linhas. Os esterco bovino e caprino foram incorporados e colocados ao solo retirado, já o adubo fosfatado foi colocado no fundo da cova com um pouco de solo, molhado para que ocorresse uma incorporação, colocado uma camada de aproximadamente 3 cm de solo para evitar o contato direto do adubo com o indivíduo. Os cladódios foram colocados na cova e o solo foi recolocado novamente para fixar o indivíduo. Durante a condução do experimento foram realizados coroamento dos cladódios.

As doses de esterco foram fornecidas nas covas por ocasião da abertura e preparo, com o intuito de elevar os teores de matéria orgânica do solo de 10 g kg⁻¹ (Tabela 1) para 40 g kg⁻¹. Para o cálculo da quantidade de esterco por cova utilizou-se a seguinte expressão:

$$D_{EA} = (D_{MOA} - D_{MOE}) \times V_c \times ds$$

Em que:

DEA - dose de esterco a ser aplicada por cova (g cova⁻¹)

D_{MOA} - teor de matéria orgânica a ser alcançada no solo (g kg⁻¹)

D_{MOE} - teor de matéria orgânica existente no solo (g kg⁻¹)

V_c - capacidade volumétrica média da cova (L)

ds - densidade do solo (g cm⁻³).

2.3 Variáveis Analisadas

Altura: a altura foi mensurada mensalmente através de uma régua graduada colocada na base do cladódio e feita a leitura no ponto de maior altura, no caso de brotações laterais mais altas do que o indivíduo as avaliações eram realizadas nestes pontos.

Diâmetro: o diâmetro dos cladódios foi mensurado mensalmente, através de uma suta dendrométrica milimetrada. As leituras foram realizadas ao nível do solo e sempre na orientação norte-sul do cladódio, por se tratar de uma espécie que apresenta um caule colunar de formato irregular.

Número de brotações, floração e frutificação: foram avaliados mensalmente os números de brotações, floração e frutificação de cada tratamento, durante todo o período experimental. A cada mês se fosse observado a ocorrência de novos brotos, flores e frutos, estes eram somados aos já mensurados no mês anterior.

Coloração do espinho: a coloração do espinho foi realizada na instalação e no final do experimento, realizada através da Carta de Munsell.

Taxa de mortalidade: a taxa de mortalidade foi realizada comparando os números absolutos de indivíduos no início e final do experimento, expressos em porcentagem. Esses dados foram analisados através da fórmula:

$$T_m = 100 - \left(\frac{I_v - I_m}{I_v} \times 100 \right)$$

onde:

T_m: Taxa de mortalidade

I_v: Indivíduos vivos

I_m: Indivíduos mortos

pH e temperatura da solução celular: as avaliações de temperatura e pH foram realizadas durante três dias, afim de avaliar o mecanismo MAC do mandacaru. Em cada dia foram realizadas avaliações em quatro horários: 06:00, 12:00, 18:00 e 00:00 horas. A primeira avaliação foi realizada as 12:00 horas e as demais seguindo os horários já prescritos. Para avaliação de temperatura foi utilizado um termômetro digital INCOTERM 6132 e para a avaliação de pH foi utilizado um pHmetro portátil. A temperatura foi obtida com a penetração do sensor do termômetro no cladódio, realizando a leitura quando a temperatura era estabilizada. Para determinação do pH no cladódio de mandacaru, foi realizado o corte em uma das extremidades e, inseria-se uma espátula fazendo com que fosse formada uma solução (pasta) em forma de gel, onde, a partir deste momento o pHmetro era inserido para que ocorresse o contato do eletrodo com a solução. Após cada leitura o pHmetro era estabilizado com água deionizada para evitar influência nos resultados de um cladódio para outro.

Análise estatística: As parcelas experimentais foram subdivididas no tempo. Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância para verificação da significância das interações entre os tratamentos aplicados e períodos de avaliação para a variável altura, as demais variáveis foram testadas pelo teste de Tukey com o programa estatístico o SAS[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Altura

Houve interação entre os tratamentos aplicados e os diferentes períodos de avaliação. A altura não foi influenciada pelos diferentes tratamentos aplicados em nenhum período avaliado do ano experimental. Dessa forma o tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação teve o mesmo desenvolvimento que os que receberam diferentes doses de adubos. Já entre os períodos do ano houve diferenças significativas entre, sendo encontrados os maiores valores nos meses de fevereiro, abril, maio, junho de 2017 (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de cladódios de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidas a adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Meses	Tratamentos				
	Controle	EB	EC	SFT	EB+EC+SFT
Jun/15	30,46 Ac	28,74 Ae	29,06 Ae	31,06 Ae	30,14 Ad
Jul/15	34,69 Aab	33,22 Ad	34,58 Acd	37,15 Abcd	35,83 Abcd
Ago/15	34,38 Ab	33,19 Ad	34,28 Acd	35,94 Acd	35,00 Ac
Set/15	34,09 Ab	32,69 Ad	33,59 Acd	35,90 Ad	34,19 Ac
Out/15	34,38 Ab	32,56 Ad	33,59 Acd	35,29 Ad	34,89 Ac
Nov/15	33,84 Ab	32,53 Ad	33,34 Acd	35,00 Ad	34,56 Ac
Dez/15	33,75 Ab	32,94 Ad	34,03 Acd	35,74 Ad	34,56 Ac
Jan/16	34,75 Aab	33,94 Acd	35,03 Abcd	36,74 Acd	35,56 Ac
Fev/16	34,78 Aab	33,89 Acd	33,97 Abc	36,35 Acd	35,23 Ac
Mar/16	34,91 Aab	36,84 Abc	34,54 Acd	36,83 Acd	35,72 Ac
Abr/16	35,50 Aab	39,07 Aabc	36,80 Aabc	39,29 Aab	37,40 Abc
Mai/16	36,96 Aab	40,53 Aabc	38,37 Aab	40,46 Aab	39,12 Aab
Jun/16	37,97 Aa	41,11 Aa	39,65 Aa	42,88 Aa	41,82 Aa
dms _{meses} = 3,35		dms _{trat} = 5,10			
CV _{meses} (%) = 4,01		CV _{trat} (%) = 20,88			

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EB=Esterco bovino; EC=esterco caprino; SFT= superfosfato triplo.

Oliveira (2015) estudando adubação fosfatada em palma observou que estas não foram influenciados pelas doses de fósforo, mas foram influenciados pelo período de avaliação. Os maiores valores de 42,88 cm, 41,82 cm, 41,11 cm, 39,65 cm e 37,91 cm, respectivamente, foram observados na última leitura de crescimento do indivíduo de mandacaru. Essa afirmação pode ser justificada pelo fato do aumento no período de avaliação, e consequente aumento do crescimento do cladódio.

Teles et al. (2004) observaram que valores médios de 1,70 g kg⁻¹ não resultaram em diferenças de crescimento em cactáceas, valor superior aos de Oliveira (2015) que utilizou valores máximos de 1 g kg⁻¹ e também não encontrou diferenças significativas de crescimento. A diferença nas dosagens de fósforo nos dois experimentos deve estar relacionada com a fertilidade do solo utilizado em cada um.

Analisando a produtividade de cactáceas em propriedades rurais do semiárido do Nordeste do Brasil, Santos et al. (1996) não detectaram aumento de produtividade com o uso de até 2 t ha⁻¹ de esterco utilizado. Menezes et al. (2005), constataram que, dentre as variáveis estudadas, o nível de P e de K extraível do solo foram os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade. Variando o espaçamento e doses de fósforo sendo utilizados (10; 15; 20 e 25 cm entre plantas) e (10, 15, 20 e 25g planta⁻¹ de superfosfato simples)

Medeiros (2009) não encontrou efeito significativo para características bromatológicas, cálcio, fósforo, altura e diâmetro.

Ao avaliar cultura de palma após 19 anos de cultivo, Menezes et al. (2007) afirmam que as aplicações de esterco, em intervalos de dois anos e na dose de 20 t ha⁻¹, causaram acréscimo no crescimento de palma, em relação ao solo sob caatinga em área adjacente a área cultivada. Entretanto, o K extraível do solo foi menor na área cultivada com palma, apesar das aplicações de esterco, indicando que há necessidade de adicionar K através de outra fonte, como forma de manter os níveis desse nutriente no solo em longo prazo.

Viana et al. (2008) ao avaliarem a área de cladódio (AC) de oito variedades de palma forrageira, aos 1000 dias após o plantio (DAP), com adubação orgânica e mineral, no semiárido paraibano, encontraram aumento significativo para tamanho em resposta à adubação, sendo que a adubação orgânica proporcionou maior AC (269,04 cm²) do que a adubação mineral (266,04 cm²), enquanto que a adubação organomineral superou as duas anteriores (280,66 cm²).

Segundo Dubeux Júnior. & Santos (2005), relatam que para se obter diferenças em variáveis no cultivo de cactáceas, é importante dentre outros fatores, observar a fertilidade do solo e corrigir suas deficiências por meio das adubações orgânica e mineral, em uso exclusivo, ou preferencialmente, associando as duas, mas também fazer uso de uma boa irrigação. Fator esse que é limitante nas regiões de semiárido. Souza (1966) relata que adubando um plantio de cactácea apenas com esterco, pode-se aumentar o volume de produção e o número de anos de colheita. Já Fabrègues (1966), comenta que apesar da rusticidade de cactáceas forrageiras, estas respondem à adubação orgânica e química.

O não desenvolvimento do mandacaru pode estar relacionado a carência hídrica da região, já que no período do experimento a pluviosidade ficou abaixo da média histórica. A falta dessas chuvas pode ter prejudicado a dissolubilidade dos adubos no solo e consequentemente a absorção destes pelas plantas, já que os adubos precisam de água para se dissolverem, constituírem a solução do solo e ficarem disponíveis para as plantas. Ou independentemente da possibilidade de ocorrência de fixação de P no solo por meio da falta de chuvas a ausência de resposta das culturas às doses de P pode ser explicada pelo fato de os teores observados de P no solo terem-se situado dentro, ou muito próximos, da faixa considerada média para o solo da área em que o experimento foi instalado (MELO &

CARDOSO et al. 2007). Aliado à textura arenosa do solo, pode ter favorecido a eficiência de utilização do nutriente pelos indivíduos (NOVAIS & SMITH, 1999).

3.2 Diâmetro

Para o diâmetro do cladódio não houve diferença entre os adubos aplicados. No entanto, foi observada diferença entre os meses estudados. Os valores superiores foram encontrados nos meses de março a junho de 2016 (Tabela 3).

Após o plantio do mandacaru foi observado que houve uma redução do diâmetro. Isso pode ser explicado pelo fato de que o cladódio sofreu um processo de murcha após o plantio em campo devido às altas temperaturas na época do plantio e escassez de chuvas. De acordo com Lopes et al. (2009) para que não ocorra a murcha é preciso que as temperaturas médias diárias fiquem próximas de 20°C e que a amplitude seja dos 16°C aos 27°C e no Nordeste, temperaturas, com esta amplitude, só podem ser encontradas no Planalto da Borborema.

Contudo, a murcha do mandacaru também está climaticamente relacionada a regiões com 400 a 800 mm anual de chuva e umidade relativa acima de 40% (VIANA, 1969) e temperatura diurna/noturna de 25° a 15°C (NOBEL, 2001).

Tabela 3. Diâmetro do cladódio de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidos a adubação organomineral, no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Meses	Tratamentos					Média
	Controle	EB	EC	SFT	EB+EC+SFT	
Jun/15	6,83	7,26	6,81	6,61	6,62	6,83 abc
Jul/15	6,65	6,81	6,51	6,11	6,06	6,43 c
Ago/15	6,61	6,93	6,74	6,20	6,23	6,54 c
Set/15	6,64	6,83	6,64	6,33	6,18	6,53 bc
Out/15	6,61	6,82	6,57	6,41	6,27	6,54 bc
Nov/15	6,55	6,64	6,58	5,92	5,97	6,33 c
Dez/15	6,47	6,65	6,29	6,01	5,95	6,28 c
Jan/16	6,57	6,75	6,39	6,11	6,05	6,38 c
Fev/16	6,93	7,24	6,73	6,47	6,53	6,78 abc
Mar/16	7,10	7,49	7,01	6,68	6,77	7,01 abc
Abr/16	7,07	7,29	7,63	7,14	6,92	7,21 ab
Mai/16	7,47	7,69	7,50	7,20	7,10	7,39 a
Jun/16	7,37	7,59	7,93	7,44	7,23	7,51 a
dms	0,760					
CV (%)	10,510					

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EB=Esterco bovino; EC=esterco caprino; SFT= super fosfato triplo.

Observa um ligeiro crescimento lateral do mandacaru logo após o período de chuva, o que indica que a escassez de água foi o maior fator limitante. O tratamento controle apresentou cladódios de mandacaru com diâmetros médios igual a 7,38 cm na avaliação final, onde, evidenciou-se que na medida em se colocou diferentes tipos de esterco e adubação fosfatada não houve aumento do diâmetro. Oliveira Júnior et al. (2009), estudando crescimento vegetativo de cactácea (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano relataram que a variação do diâmetro ao longo do tempo depende das condições edafoclimáticas, da espécie da cactácea e da densidade populacional, entre outros fatores e que geralmente, o diâmetro aumenta até um máximo, estabilizando quando atinge esse valor.

Devido ao período longo de estiagem os indivíduos de mandacaru podem estar em estágio de dormência, realizando apenas os metabolismos essenciais a sobrevivência. Esse metabolismo, apresentam grande vantagem em se desenvolverem e produzirem em condições de limitação hídrica, principalmente se for considerada as mudanças climáticas que têm ocorrido em todas as regiões do mundo e também a crescente falta de água em muitas áreas, perfazendo dessas plantas um novo recurso alimentar e hídrico, de importância significativa para o futuro da humanidade (MIZRAHI et al. 2002).

3.3 Número de Brotações, Floração e Frutificação

Ao analisar o aparecimento de brotações no mandacaru, observou-se que não houve diferenças relacionadas entre os números de brotos e o tipo de adubação (Figura 3). Os números de brotações nos cladódios podem ter sido influenciados pelo corte no momento do preparo dos cladódios, já que alguns foram plantadas sem corte na parte apical, desfavorecendo estas com relação a aparecimento de novos brotos. Reyes-Agüero et al. (2006) afirmaram que o fracionamento de cactáceas em tamanhos menores não altera o número e tamanho de brotações; todavia quando a área apical de mandacaru é cortada os brotos laterais tendem a se tornar brotos principais.

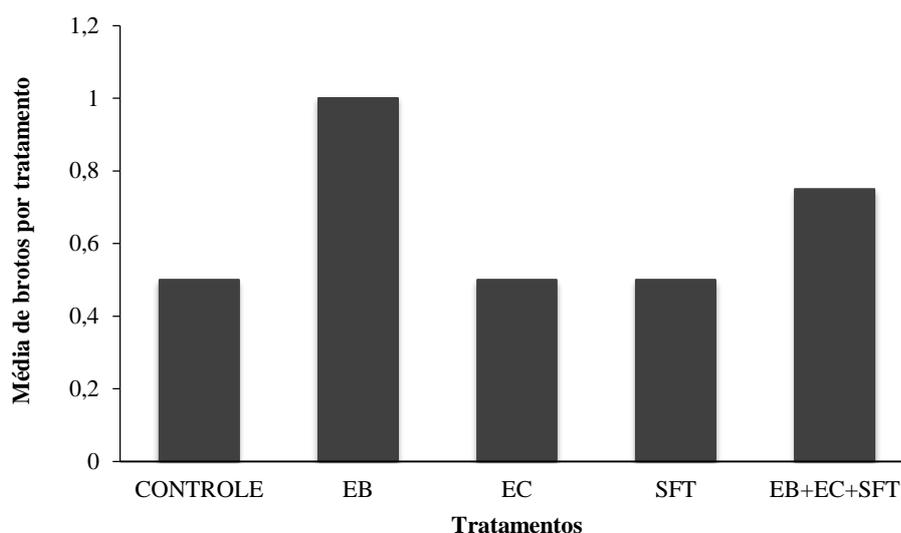


Figura 3. Números de brotos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetidas a adubação organomineral. EB = Esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,9206

Segundo Cavalcanti e Resende (2006) a tendência de cladódios com maior número de gemas apresentarem melhor desempenho em termos de floração pode ser explicada pelo acúmulo de maior quantidade de massa verde e conseqüentemente mais reservas sejam elas nutricionais ou de umidade, visto que o botão floral se desenvolve a partir da gema.

Solano e Orihula (2008) trabalhando com diferentes frações e cortes em mandacaru observaram que houve redução no tamanho e desenvolvimento dos brotos com o aumento no número de cortes realizados (corte apical e cortes laterais), contudo, o fracionamento de meio cladódio para propagação se torna válido em situações em que se pode reduzir o custo de implantação da plantaçã, com a redução no custo com o transporte do material de plantio.

Com tratamentos constituídos de quatro doses de fósforo (0; 1,06; 2,12; e 4,25 g vaso⁻¹ de P₂O₅, equivalente a 0; 200; 400 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) combinados com quatro níveis de potássio (0; 1,01; 2,03 e 4,05 g vaso⁻¹ de K₂O, equivalente a 0; 200; 400; e 800 kg ha⁻¹ de K₂O), Dubeux Júnior et. al., (2010) não encontraram efeito significativo para número de brotos por cladódio em palma forrageira cv. gigante, em relação ao uso de fósforo e potássio, também não houve influência nos micronutrientes estudados. Observaram também que as doses crescentes de P aplicadas reduziram a absorção de nitrogênio, cálcio, magnésio e aumentaram os teores de potássio e enxofre.

Santos et al. (2006) trabalhando no agreste semiárido de Pernambuco, verificando os efeitos das adubações orgânica e mineral e da calagem na produção e composição química de mandacaru, chegaram à conclusão que os teores de matéria seca e de proteína bruta não foram alterados pelas adubações e ou pela calagem, porém a adubação orgânica, na presença de adubação química, proporcionou as maiores produções de matéria seca de brotações de mandacaru. Estes autores concluíram ainda que a adubação orgânica bienal, com 10 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, foi superior à adubação química com 50-50-50 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O na produção de matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio do mandacaru.

A floração e a frutificação do mandacaru são variáveis que podem ser analisadas conjuntamente, já que para que ocorra frutificação é necessário antes o processo de floração. Em ambas as variáveis não ocorreram efeitos dos tratamentos aplicados entre floração e frutificação (Figuras 4 e 5, respectivamente).

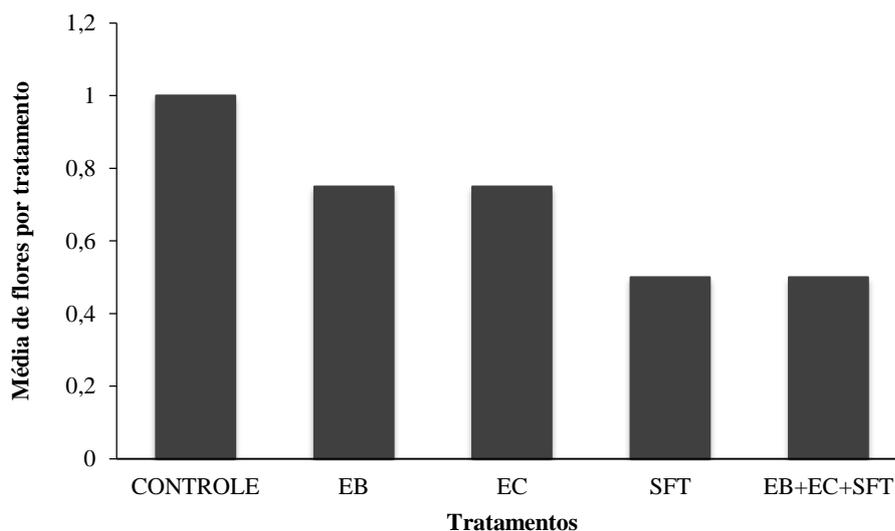


Figura 4. Número de flores de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetido a adubação organomineral. EB = esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,848

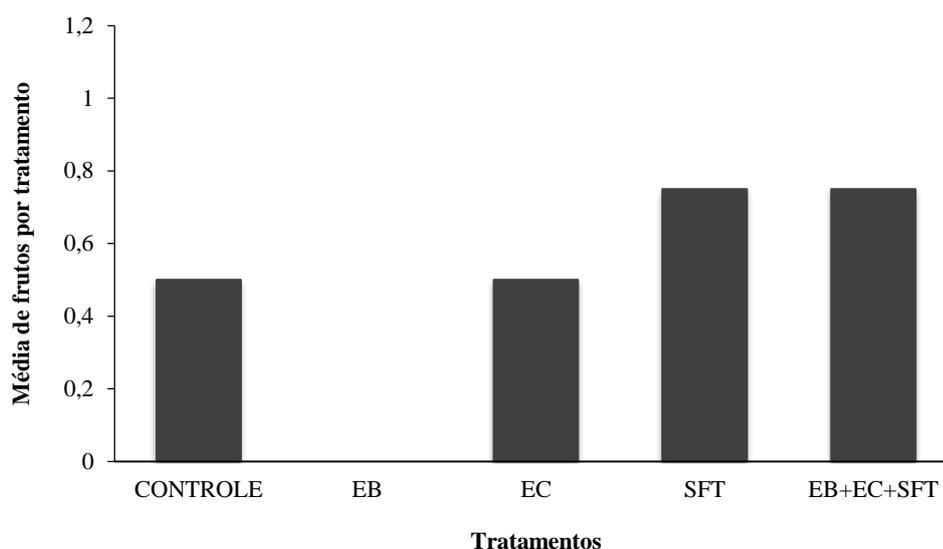


Figura 5. Números de brotos de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com espinhos submetido a adubação organomineral. EB = esterco bovino; EC = esterco caprino; SFT= super fosfato triplo. dms=0,848

O fósforo (P) é elemento essencial ao crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas com importante papel no processo de formação de flores, frutos e qualidade de sementes de frutos (Bennett, 1994; López-Bucio et al. 2002). Mesmo essa afirmação sendo verdadeira, não houve diferenças estatísticas entre o tratamento controle, aos tratamentos com esterco e aos tratamentos com doses de fósforo (Figuras 4 e 5).

Dentre os tratamentos do experimento nem todas os cladódios de mandacaru brotaram, floraram ou frutificaram (Tabela 4). As porcentagens de indivíduos com essas características foram inferiores a 20%. Silva et al. (2007) encontraram valores de 41% para brotações, com experimento realizado com mandacaru.

Tabela 4. Porcentagem de indivíduos que brotaram, frutificaram e floraram quando submetidos aos tratamentos com adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó.

Tratamentos	Brotação Frutificação Floração		
	-----%-----		
controle	12,50	9,38	18,75
esterco bovino	18,75	0,00	6,25
esterco caprino	12,50	9,38	15,63
superfosfato triplo	15,63	9,38	12,50
bovino+caprino+SFT	9,38	12,50	12,50

A temperatura e precipitação pode ter influenciado no número de brotos e frutos. No Estado do Rio Grande do Norte, Guerra et al., (2005) verificaram que a produtividade vegetativa da palma forrageira foi maior nas localidades onde a temperatura noturna ficou na faixa de 19°C a 21,5°C e a precipitação pluviométrica média de 700 mm ano⁻¹. Nos locais que choveram em média 500 mm.ano⁻¹ e as noites foram mais quentes, a produtividade foi menor. Nestas condições de déficit hídrico na maior parte do ano, os cladódios perderam bastante água durante a noite, e esta não foi compensada na mesma quantidade durante o dia, o que resultou em menor crescimento do mandacaru.

A floração e a frutificação foram observadas oito meses após o plantio dos cladódios. Nos tratamentos controle, esterco bovino, esterco caprino e adubação fosfatada, o índice de desenvolvimento floral foi mais alto do que o índice de frutificação, havendo redução na produção de frutos causado por flores que foram abortadas e encontradas no entorno do cladódio quando eram realizadas as avaliações. Já no tratamento com a associação de estercos + fósforo ocorreu uma produção de indivíduos com frutos igual aos que floraram (Tabela 3).

O período de floração e frutificação corrobora com Fonseca et al. (2008), que relatam durante dois anos de experimento os meses de fevereiro e março como principais na frutificação e floração de mandacaru. Esses autores afirmam ainda que normalmente fevereiro é comumente o mês de início do período chuvoso no Nordeste, apesar disso esse fator não tem nenhuma relação com a floração de mandacaru.

Nem todas as flores desenvolvidas geraram frutos e embora existam vários fatores que envolvam a floração e a produção de frutos a menor quantidade de indivíduos que geraram frutos pode ser em parte pela ação de insetos da ordem Hymenoptera, família Formicidae sobre os botões florais (Lopes, 2005).

3.4 Coloração do Espinho

A coloração do espinho não se alterou no decorrer do tempo do experimento. De acordo com a carta de Munsell (Anexo I) a coloração dos espinhos dos indivíduos tem a seguinte notação: 5Y 8/6 amarelo, na parte central do espinho até ponta e 5Y 5/1 cinza da base até a parte central (Figura 6, A e B). Essa variável foi analisada com fim de se desenvolver descritores morfológicos para o mandacaru, os aspectos visuais são os que se destacam na diferenciação de uma espécie da outra. Além de que os descritores morfológicos são características altamente herdáveis e essa característica pode ajudar na diferenciação de subespécies (Bioversity International, 2007).

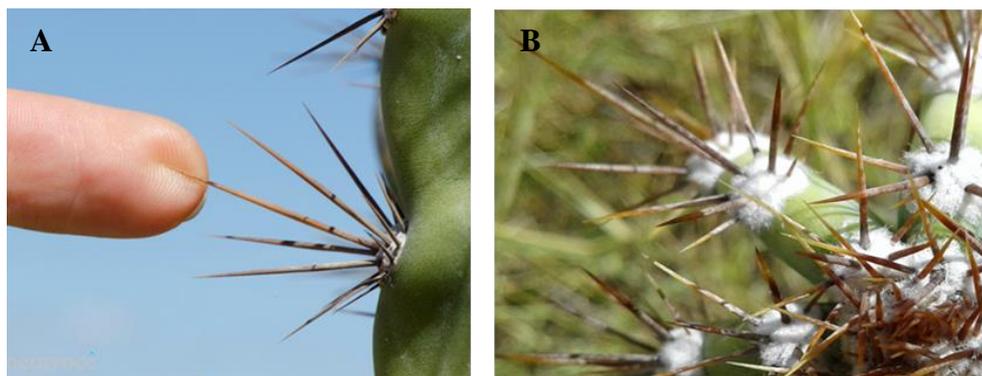


Figura 6. Coloração de espinhos de mandacaru no início (A) e final (B) da condução do experimento no Núcleo de Desertificação do Seridó.

A adubação não influencia na coloração, forma e aspecto do espinho, já que após a sua formação não recebe muita importância nutricional mesmo fazendo parte de processos vitais para a planta. Segundo Levitt (1980), a ideia mais popular é que os espinhos das cactáceas são órgãos de defesa das plantas contra animais predadores e ajudam a prevenir perdas de água, todavia, segundo Buxbaum (1950), a função mais importante dos espinhos é a sua habilidade para condensar água do ar. Nobel (1983), afirmou que os espinhos das cactáceas servem para reduzir a temperatura do cladódio durante o dia com a diminuição da captação de luz pelo cladódio das plantas.

Em alguns Estados no Nordeste, principalmente no Rio Grande do Norte são encontradas algumas plantas de mandacaru sem espinhos naturalmente. Segundo Sampaio et al. (2001) os espinhos servem para diferenciar cactáceas de valores nutricionais diferentes, sendo que quando mais espinhos menor é sua qualidade nutricional. O mandacaru sem espinhos foi encontrado vegetando espontaneamente no litoral do Estado do Ceará (CAVALCANTI et al. 2006).

3.5 Taxa de Mortalidade

A taxa de mortalidade apresentou diferenças significativas, sendo o tratamento esterco bovino que apresentou a maior taxa de mortalidade com 28,13% de indivíduos mortos, contrastando com os tratamentos controle e esterco caprino que apresentaram as menores taxas de mortalidade, com 6,25% e 12,50% de indivíduos mortos respectivamente (Figura 7). Em primeiro plano esta informação pode induzir o leitor a afirmar que cladódios de mandacaru cultivadas em região de semiárido necessita de adubações fosfatada e orgânica. No entanto, face ao curto período experimental para uma cactácea, necessitando de estudos mais prolongados para que se possa afirmar com mais exatidão este tipo de informação.

Não se pode afirmar que essa taxa de mortalidade esteja relacionada a adubação, já que existem outros fatores mais determinantes no processo de sobrevivência de uma planta. O crescimento vegetativo está fortemente relacionado ao conteúdo de água no solo, em virtude dos principais processos fisiológicos e bioquímicos serem dependentes de água, a exemplo da fotossíntese, respiração, transpiração e absorção de nutrientes (SAMPAIO, 2005).

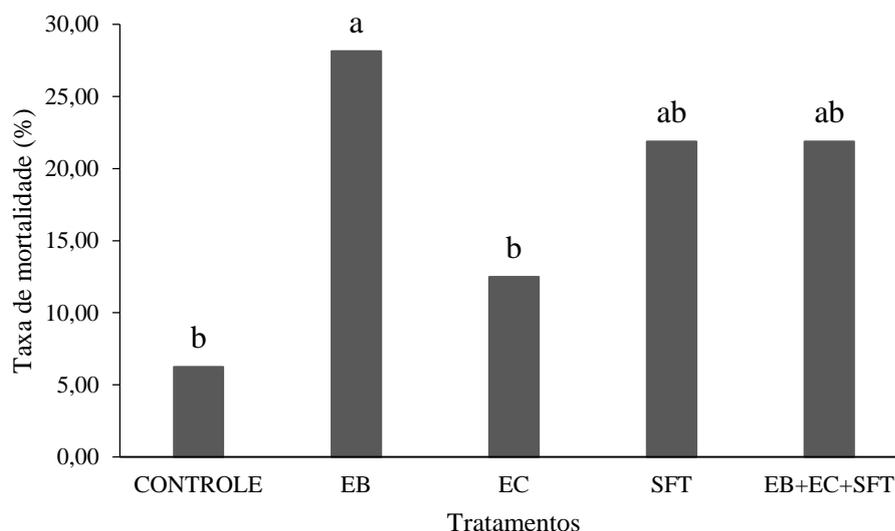


Figura 7. Taxa de mortalidade de indivíduos de mandacaru, sob adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó. EB=Esterco bovino; EC=esterco caprino; SFT= super fosfato triplo

Moreira et al. (2015) verificaram em trabalho desenvolvido com propagação do mandacaru sem espinho, sob uso de duas adubações orgânicas, que o índice de mortalidade dos cladódios adubados com esterco bovino foi menor (1%) quando comparado com os adubados com esterco caprino (5%) apresentando um índice relativamente menor aos encontrados neste experimento.

3.6 pH e Temperatura no Suco Celular do Cladódio de Mandacaru

Os tratamentos não diferiram entre si em relação a pH e temperatura, ficando em média uma temperatura de 32°C e pH de exatamente 5,3 para todos os tratamentos (Tabela 5). Entre os horários das avaliações houve diferença estatística entre todas as temperaturas e pH. A temperatura do indivíduo acompanha a temperatura do ambiente, então nos horários mais quentes obtivemos maiores temperaturas.

Tabela 5. Influência da adubação organomineral no pH e temperatura de cladódios de mandacaru no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Tratamentos	Temperatura	pH
controle	31,79 a	5,3 a
esterco bovino	32,1 a	5,3 a
esterco caprino	31,88 a	5,3 a
superfosfato triplo	31,94 a	5,3 a
bovino+caprino+SFT	31,95 a	5,3 a

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. dms pH = 0,125, dms temperatura = 0,729

A diferença de pH entre os horários pode ser explicada devido ao mandacaru apresentar o metabolismo MAC, constituindo um sistema altamente eficiente no uso da água quando comparado ao metabolismo das plantas com fisiologia C3 e C4 (Tabela 6). Esse sistema altamente eficiente das plantas com fisiologia MAC é decorrente, principalmente, de seu comportamento estomático, os quais se abrem durante as noites e fecham-se durante o período quente e seco do dia. Desta forma, o dióxido de carbono absorvido à noite, é fixado na forma de ácido málico. Como durante o dia os estômatos estão fechados, as plantas com fisiologia MAC não perdem água, o ácido málico fixado é então descarboxilado, liberando CO₂, que posteriormente será fixado em carboidrato. Normalmente, o consumo de água de uma planta MAC para fixar um grama de carbono, é da ordem de 50 a 100 gramas, valor consideravelmente inferior quando comparado ao consumo das plantas com fisiologia C3 e C4, que, para fixarem a mesma quantidade de carbono, consomem até 500 gramas de água respectivamente (TAIZ & ZEIGER, 2010).

Tabela 6. Influência dos horários de avaliação em relação a temperatura e pH de cladódios de mandacaru submetidos a adubação organomineral no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Horários	Temperatura	pH
12:00	42,76 a	5,3 b
18:00	32,17 b	5,4 a
00:00	25,01 d	5,2 bc
06:00	27,79 c	5,2 c

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. dms pH = 0,087, dms temperatura = 0,923

. Lopes et al. (2009) relatam que a temperatura diurno-noturno ideal está em torno 25/15°C, em função da captação atmosférica diária máxima do CO₂ ocorrer nessa faixa. Quando as temperaturas dia/noite aumentam para 35°/25°C, a captação atmosférica do CO₂ se reduz em 60% em relação a seu valor máximo (NOBEL, 2001). Lopes et al. (2007) citam que o plantio de cactáceas geralmente é realizado no terço final do período seco (outubro a dezembro), pois quando se iniciar o período chuvoso as áreas já estarão implantadas, evitando-se, assim, o apodrecimento, plantadas na estação chuvosa, com alto teor de água e em contato com o solo úmido, apodrecem, diminuindo muito a pega devido à contaminação por fungos e bactérias.

O valor do pH do suco celular do mandacaru nesse experimento no decorrer dos dias está proporcionalmente ligado a temperatura no momento mais quente do dia, isso possivelmente explica o fato de que o pH no segundo e terceiro dia de avaliação serem mais altos do que no primeiro dia, já que as temperaturas nesses dias foram mais altas (Figura 8, Tabela 7).

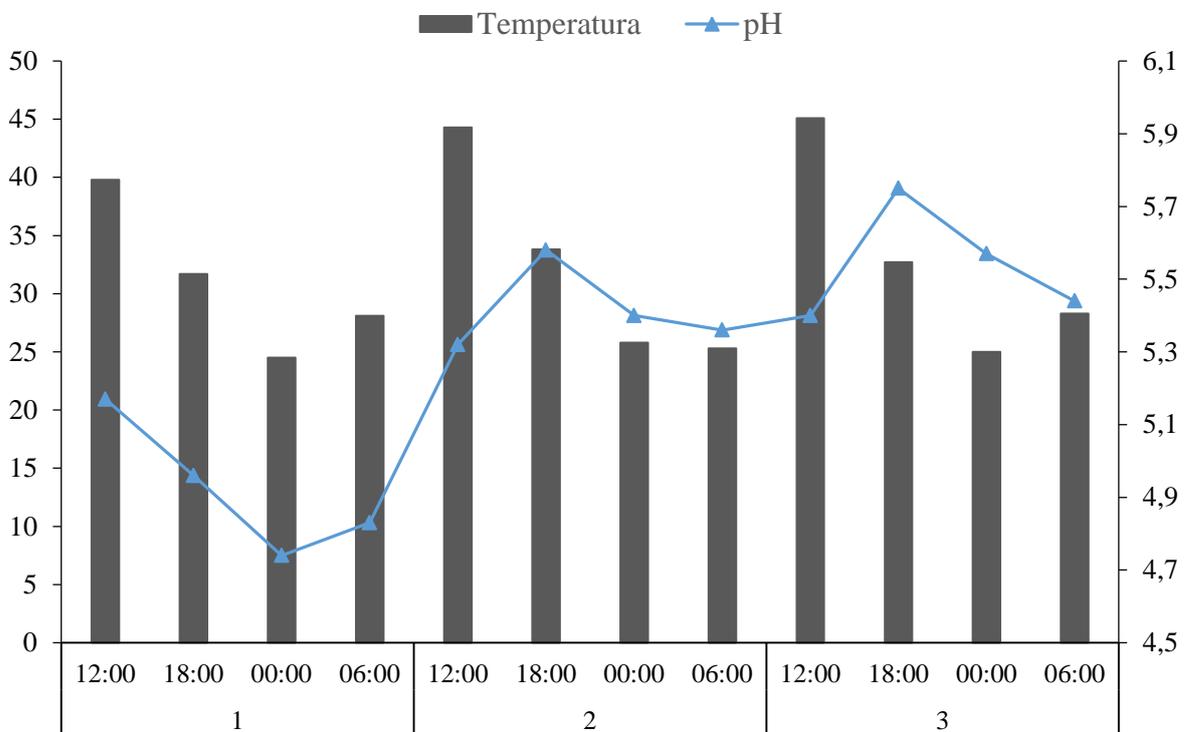


Figura 8. Curva de pH e temperatura de indivíduos de mandacaru, submetidos a adubação com esterco e fosfatada, em diferentes horas do dia, durante 3 dias no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Tabela 7. Influência dos dias de avaliação em relação a temperatura e pH de cladódios de mandacaru submetidos a adubação com esterco bovino, caprino e adubação fosfatada no Núcleo de Desertificação do Seridó, Várzea (PB).

Dia	Temperatura	pH
13/nov/16	31,24 b	4,9 c
14/nov/16	31,98 ab	5,4 b
15/nov/16	32,57 a	5,6 a

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. dms pH = 0,065, dms temperatura = 1,128

Em razão de colonizarem ambientes com altas temperaturas e com baixa umidade relativa do ar, estas plantas, assim como outras cactáceas, possuem adaptação fisiológica chamada de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que lhes proporciona maior eficiência no uso da água, permitindo assim que sobrevivam em ambientes com elevado déficit hídrico, sem que haja grande comprometimento em sua taxa fotossintética (HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ; VILLARREAL, 2007). Elas apresentam, ainda, alta relação volume/superfície, com células parenquimáticas especializadas em armazenar água e o desenvolvimento de grandes proporções de tecido parenquimático com células constituídas por mucilagem, adaptações estas que também proporcionam grande resistência a secas prolongadas (DETTKE; MILANEZE-GUTIERRE, 2008).

Algumas cactáceas, nas primeiras semanas de desenvolvimento, podem apresentar o mecanismo fotossintético C3, posteriormente mudando esse mecanismo para o MAC, produzindo os ácidos orgânicos durante a noite, diminuindo essa produção durante o dia (WINTER & SMITH, 1996; LUTTGE, 2004). A quantidade de luz interceptada pelas plantas interfere em seu desenvolvimento, no entanto as plantas que apresentam o metabolismo MAC não apresentam desvantagens em seu desenvolvimento, conseqüentemente não afetadas na produção desses ácidos orgânicos (SKILLMAN et al.2005). Os resultados da tabela 6 corroboram com Nobel (1988), mostrando uma maior acidez nas primeiras horas do dia. A assimilação de CO₂ aumenta linearmente com o aumento da luz fotossinteticamente ativa. O acúmulo os ácidos orgânicos durante a noite, é conseqüência da luz interceptada durante o dia anterior (LUTTGE, 2004).

4 CONCLUSÕES

1. A adubação com esterco bovino, caprino e a adubação fosfatada não interferiram no crescimento do cladódio e nem no pH e temperatura do suco celular;
2. O pH do suco celular do mandacaru tornou-se mais ácido no período noturno;
3. Faz-se necessário a repetição do experimento em condições controladas, afim de verificar se houve influência da limitação hídrica da região.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, S.M. Nutrient uptake by plants under stress conditions. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). Handbook of plant and crop stress. New York: **Marcel Dekker**. p, 285-313, 1999.
- ALMEIDA, M. M.; CONRADO, F. L. H.; CONRADO, L. D. S.; MOTA, J. C.; FREIRE, R.M.M. Estudo cinético e caracterização da bebida fermentada do *Cereus jamacaru* D.C. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 10-12, 2011.
- BARROSO, R. F.; **Atributos e classificação de perfil do solo no semiárido da Paraíba**. Dissertação (mestrado em ciências florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 83f, 2017.
- BIOVERSITY INTERNATIONAL. **Guidelines for the development of crop descriptor lists**. Roma, Itália: Bioversity Technical Bulletin Series, 72p, 2007.
- BUXBAUM, F. Morphology of cacti. **Abbey Garden Press. Califórnia, USA**. 1950.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Consumo do mandacaru (*Cereus jamacaru*) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 402-408, 2006.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento do mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.3, p.255-260, julho/setembro 2006.
- DATO, M. C. F.; PIZAURO-JÚNIOR, J. M.; MUTTON, M. J. R. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces* and wild cerevisiae yeast strains during the production of “Cachaça”. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, n. 1, p.70-74, 2005.
- DETTKE, G.A.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Anatomia caulinar de espécies epífitas de Cactaceae, subfamília Cactoideae. **Hoehnea**, v. 35, n. 1, p. 583-595, 2008.
- DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; ARAUJO FILHO, T. T.; SANTOS, M. V. F. LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.129-135, 2010.
- DUBEUX JÚNIOR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C. Productivity of *Opuntia-ficus-indica* (L.) Miller under

different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environment**, v.67, p.357-372, 2006.

FABRÈGUES, B. P, Los cacteos forragères dans Nord-Est brésiliens (Estude ecologique). Paris: **Ministère de Affanes**. Etrangeres, 1966. 80 p.

FONSECA, R. B. S.; FUNCH, L. S.; BORBA, E. L. Reproductive phenology of *Cereus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Revista de Botânica**. v.31, n. 2, p237-244, 2008.

GAHOONIA, T.S.; RAZA S.; NIELSEN, N.E. Phosphorus depletion in the rhizosphere as influenced by soil moisture. *Plant and Soil*, **Dordrecht**, v.159, p.213-218, 1994.

HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, O.; VILLARREAL, O. B. Crassulacean acid metabolism photosynthesis in columnar cactus seedlings during ontogeny: the effect of light on nocturnal acidity accumulation and chlorophyll fluorescence. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 8, p. 1344-1351, 2007.

HOLBROOK, G.P.; KEYS, A.J. Evidence for recycling of inorganic phosphate by wheat chloroplasts during photosynthesis at air levels of CO₂ and O₂.. **Journal of Plant Physiology**, v.160, p.1351-1360, 2003.

HOLTUM, J. A. M. Crassulacean acid metabolism: plasticity in expression, complexity of control. **Functional Plant Biology**, v. 29, p.657 – 661, 2002.

LEVITT, J. Response of plants to environmental stress. **Academic Press**. New York. v.2, n.2, p.408-417. 1980.

LIMA, M.; SIDERSKY, P. O papel das plantas nativas nos sistemas agrícolas familiares do Agreste da Paraíba. In.: AGRICULTURA familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: **ASPT**, 2002. 355p.

LOPES, B. C. Recursos vegetais utilizados por *Acromyex striatus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 22, n. 1, p372-382, 2005.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da Palma Forrageira. In: Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semiárido Nordeste. João Pessoa: **EMEPA/FAEPA**. 130p. il.p 24. 2007.

- LOPES, E.B.; ALBUQUERQUE, I.C.; BRITO, C.H.; BATISTA, J. L.: Efeito do período de cura de cladódios da palma gigante. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 231-239, jan/abr 2009.
- LUTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany**, v. 93, p. 629-652, 2004.
- MACKAY, A.D.; BARBER, S. Soil moisture effect on root growth and phosphorus uptake by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p.519-523, 1985.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J. Nutrição e adubação do milho. In: CARDOSO, M.J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). O milho no Meio-Norte do Brasil: estratégias básicas do manejo. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**. p.123-148. 2007.
- MENEZES, R.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamento. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.38-44, outubro/dezembro 2007.
- MIZRAHI, Y.; NERD., A.; SITRIT, Y. New fruits for arids climates. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). Trends in new crops and new uses. Alexandria: **ASHS Press**. p. 378-384. 2002.
- MOREIRA, A. A. D.; SANTOS, S. J. A.; ARAÚJO, M. J. S.; DANTAS, F. A.; MELO, D. A.; Propagação do Mandacaru (*Cereus jamacuru*) variedade sem espinho sob uso de técnicas agroecológicas no Seridó Paraibano. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3 de 2015.
- NOBEL, P. S. Biologia Ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. (Eds.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.40-42.
- NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: **UFV**. 399p. 1999.
- OLIVEIRA Júnior, S. et al. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Oputia ficus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3. n.1. p 7-12, fev. 2009.

OLIVEIRA, C. G. S.; **Caracteres morfológicos e produtivos da palma forrageira cv. Miúda em diferentes sistemas de cultivo.** Recife, Dissertação. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). 2015.

PIETERS, A.J.; PAUL, M.J.; LAWLOR, D.W. Low sink demand limits photosynthesis under Pi deficiency. **Journal of Experimental Botany**, v.52, p.1083-1091, 2001.

SAMPAIO, E. V. S. B. **Fisiologia da palma. In:A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** (Ed.). MENEZES, R. S. C.; SIMOES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Recife: Ed. Universitaria da UFPE. 258p. 2005.

SAMPAIO, O. B.; OLIVEIRA, W. N.; SONDA, C.; VIEGAS, R. A.; VASQUEZ, S. F. Propagação vegetativa de brotos de mandacaru sem espinhos. In.: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52. 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: **Sociedade Botânica do Brasil/UFPB**. p. 79. 2001.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. Produção e composição química da palma forrageira c.v. —Gigantell (Opuntia fícus-indica Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, n. especial, p.69-78, 1996.

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A.P.M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J.A. Produção e composição química de mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.9, n. especial, p.69-78, 2006.

SILVA, J. G. M.; LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C.; AGUIAR, E. M.; ARAUJO, M. S. Utilização e manejo do xique-xique e mandacaru como reservas estratégicas de forragem. Natal: **EMPARN**. 36p. 2007.

SILVA, J. G. M.; SILVA, D. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, G. F. C.; MELO, A. A. S.; DINIZ, M. C. N. M. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG. V.34, n.4, p.1408-1417, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 4. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2010.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos.; DUBEUX JÚNIOR, J. C.; NETO, E. B.; 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. Gigante1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.52-60, 2002.

VIANA, B. L. et al. Influência da Adubação Organo-mineral no índice de área de cladódio em variedades de Palma Forrageira (*Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenilifera*) no semiárido paraibano. **Associação Brasileira de Zootecnia (ABZ/UFPB)**. João Pessoa, maio, 2008.

VILLASEÑOR, M. A. A. Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia fícus indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – **Universidade Politécnica de Valência**, Valência, 2008.

WINTER, K.; ARANDA, J.; HOLTUM, J.A.M. Carbon isotope composition and water-use efficiency in plants with crassulacean acid metabolism. **Functional Plant Biology**, v. 32, p. 381-388, 2005.

WINTER, K. e SMITH, J.A.C. **Crassulacean acid metabolism: current status and perspectives**. In: WINTER, K.; SMITH, J.A.C.. Eds. *Crassulacean acid metabolism: biochemistry, ecophysiology and evolution*. Springer, Berlin. 1996.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. O uso de esterco ao longo prazo pode evidenciar um aumento de produção, consorciado com anos de pluviosidade regular;
2. Por apresentar mecanismo MAC, o mandacaru tem grande potencial para ser utilizado na recuperação de áreas em processo de degradação.
3. Para o manejo de mandacaru com fins forrageiros recomenda-se a sua oferta para os animais no período da tarde.

ANEXOS

Anexo I: Página da carta de Munsell utilizada para coloração do espinho

Hue 5 Y

Value Chroma	1.7/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/
/1	black 2/1	3/1	4/1	gray 5/1	6/1	light gray 7/1 8/1		
/2	olive black 2/2 3/2		4/2	grayish olive 5/2 6/2		7/1	8/2	
/3			dark 4/3	5/3	olive... 6/3	light... 7/3	pale... 8/3	
/4			olive 4/4	olive 5/4	...yellow 6/4	...yellow 7/4	...yellow 8/4	
/6					5/6	6/6	yellow 7/6 8/6	
/8							6/8	7/8 8/8

