



ARTIGO CIENTÍFICO

Adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades da palma forrageira

Organic fertilizers on the development of varieties cactus forage

Wagner dos Santos Lima¹, Aldrin Martin Perez-Marin², George Rodrigues Lambais^{3*}

Resumo: A palma forrageira é uma cultura de extrema importância para o semiárido brasileiro, sendo utilizada como fonte alternativa para alimentação dos rebanhos em períodos críticos de estiagem. No entanto, para que essa espécie consiga atingir todo seu potencial de crescimento são necessários solos que apresentem bons níveis de fertilidade. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento de três variedades de palma forrageira, resistentes à cochonilha do carmim, com diferentes fontes de adubação orgânica. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial (3x4): três variedades de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana, Baiana e Miúda/Doce) e quatro tratamentos de adubação (Esterco, Ácido fúlvico, Ácido húmico e Testemunha). Aos 90 e 240 dias após o plantio, foram realizadas avaliações de desenvolvimento das plantas, tais como o índice de sobrevivência; altura da planta; número de brotações por planta; bem como as variáveis para os cladódios (área, índice de área, peso médio, comprimento, largura e espessura) e por fim, a produtividade média de fitomassa. A adubação com esterco apresentou resultados significativos para a área de cladódio e o índice de área de cladódio, principalmente na variedade Orelha de Elefante Mexicana em relação à testemunha e o Ácido fúlvico. O aumento da área de cladódio nessa variedade de palma forrageira em função da aplicação de Esterco representou 63, 34 e 40% sobre o Ácido fúlvico, Ácido húmico e a Testemunha, respectivamente. A variedade Orelha de Elefante Mexicana respondeu positivamente à adubação com Esterco, obtendo a maior produtividade média de fitomassa entre as demais estudadas, com 81 t ha⁻¹ ao final do experimento. Dentre as fontes de adubos orgânicos utilizadas, somente o Esterco teve um efeito significativo para a variedade de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Forragem; Opuntia; Nopalea; Semiárido brasileiro.

Abstract: The cactus forage cultivated in the Brazilian semiarid region is a crop of extreme importance for the local population, being used as alternative sources for feeding the animals in critical periods of drought. However, for this species to reach maximum growth potential are required soils with high fertility levels, which are not found in this region. The aim of this study was to evaluate the development of three varieties of cactus forage, resistant to carmine cochineal, with different sources of organic fertilization. The experimental design was a randomized complete block design with four replications in the factorial scheme (3x4): three varieties of cactus forage cv. (Orelha de Elefante Mexicana, Baiana and Miúda/Doce) and four fertilization treatments (Manure, Fulvic acid, Humic acid and Control). At 90 and 240 days after planting, plant development evaluations were performed, such as the survival index; plant height; number of shoots per plant; as well as the variables for cladodes (area, area index, mean weight, length, width and thickness) and, finally, the average productivity mean of phytomass. Manure fertilization presented significant results for the cladode area and the cladode area index, mainly in the cv. Orelha de Elefante Mexicana variety in relation to the control and fulvic acid. The increase of cladode area in this variety of forage cactus as a function of the manure application represented 63, 34 and 40% on Fulvic acid, Humic acid and the Control, respectively. The cv. Orelha de Elefante Mexicana variety responded positively to Manure fertilization, obtaining the highest productivity mean phytomass among the others varieties, with 81 t ha⁻¹ at the end of the experiment. Among the sources of organic fertilizers used, only Manure had a significant effect on the forage cactus variety of cv. Orelha de Elefante Mexicana.

Key words: Soil fertility; Forage; Opuntia; Nopalea; Brazilian semiarid.

* Autor para correspondência

Recebido para publicação em 26/02/2018; aprovado em 01/04/2018

¹Licenciado em Ciências Agrárias, Mestre em Ciência do Solo, Assessor Técnico da ONG Assessoria a Projeto em Agricultura Alternativa (ASPTA), E-mail: wagner.slima@hotmail.com.

²Pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e Prof. Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, CCA, Campus II, Areia, PB. E-mail: aldrin.perez@insa.gov.br

³Biólogo, Doutor em Ciências, Pesquisador do Núcleo de Recursos Hídricos do Instituto Nacional do Semiárido (INSA). CEP: 58429-970 Caixa Postal 10067. Campina Grande, Paraíba. E-mail: george.lambais@insa.gov.br



INTRODUÇÃO

Na região do semiárido brasileiro predomina o cultivo de duas espécies de palma forrageira, sendo elas a *Opuntia ficus-indica* (cultivares redonda, gigante e o clone IPA 20) e a *Nopalea cochenilifera*, cuja cultivar é conhecido como Miúda ou Doce (MENEZES et al., 2005; SANTOS et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010). Estima-se que existam cerca de 550 mil hectares cultivados na região e distribuídos nos diversos estados do semiárido nordestino (SILVA et al., 2010). Por se tratar de uma planta considerada xerófita, que possui o mecanismo fotossintético MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), no qual, consegue reduzir a perda de água em virtude do fechamento estomático durante o dia, essas espécies têm representado, ao longo dos anos e especialmente nos períodos de longas secas, uma das principais ofertas hídricas e forrageiras para os rebanhos da região semiárida brasileira (RAMOS et al., 2011). Em condições de sequeiro, chega a produzir aproximadamente 20 t ha⁻¹ ano⁻¹, o que outra forrageira nessas condições dificilmente conseguiria obter produção com semelhante qualidade (DUBEAUX JUNIOR et al., 2005; SANTOS et al., 2006).

Entretanto, nas últimas décadas, a cultura foi acometida de uma praga denominada cochonilha do carmim (*Dactilopius opuntiae*), que por falta de cuidados maiores de erradicação e/ou controle, tem dizimado milhares de hectares em diversos municípios da região. Esse problema tem gerado uma insegurança na oferta da forrageira, conseqüentemente induzindo o descarte de animais, a redução na produção de leite, carne e derivados, bem como o aumento na aquisição de insumos externos para manutenção dos níveis mínimos de produção com fortes implicações de ordem econômica, social e ambiental na região (MENEZES et al., 2005).

Para enfrentar essa problemática e conviver com a cochonilha, foram introduzidas variedades resistentes, tais como a palma Doce/Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e a Baiana. Apesar dessa estratégia, outro fator importante para se conseguir elevado potencial produtivo, é o entendimento sobre alta demanda nutricional exigida pela palma forrageira, onde a extração de nutrientes do solo é significativamente alta, principalmente em solos de regiões áridas (FIALHO et al., 2013).

A adubação mineral, em razão dos riscos causados pela variabilidade do regime de chuvas na região, é uma prática pouco adotada pelos agricultores do semiárido. Como alternativa, o uso de adubos orgânicos vem sendo bastante empregado, ainda assim em bases empíricas e as quantidades disponíveis nas propriedades rurais da região são insuficientes (GARRIDO et al., 2008). Dubeaux Júnior et al. (2010) citam que o uso de tais insumos, aliado ao manejo correto do solo, são ferramentas eficientes para o aumento de produção de forragem, considerando que a estrutura fundiária dessa região é constituída na sua maioria por pequenas propriedades. Segundo Santos et al., (2006), a adubação orgânica tem o potencial de dobrar a produção da palma, uma vez que ocorra um planejamento adequado de aplicação, espaçamento, controle de pragas, entre outros fatores.

Nos últimos anos, agricultores da região têm utilizado produtos à base de substâncias húmicas, como os ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de depósitos minerais (PINTO et al., 2010; PINTO et al., 2008; SARMENTO et al., 2017). Entre esses novos produtos estão os formulados a base de ácidos húmicos e fúlvicos e os extratos de algas marinhas, que podem ser adquiridos no mercado na forma de Naturvital-26 (Daymsa – Espanha) e Acadium Agritech – Canada). O Naturvital-26 apresenta em sua composição química: N, 1 % e K, 12 %, ácidos húmicos, 10 % e ácidos fúlvicos, 16 %, enquanto que o Acadium Agritech apresenta N= 8,12; P= 6,82; K= 12; Ca= 1,60; Mg= 2,03; S= 8,16 g kg⁻¹, respectivamente; B= 5,74; Cu= 13,60; Fe= 11,5; Mn= 0,04 e Zn= 24,40 mg kg⁻¹, respectivamente, com densidade = 1,25 g cm⁻³ (PINTO et al., 2010). Esses fertilizantes orgânicos vêm apresentando resultados significativos em ganhos de produtividade, por possuir efeito de condicionador de solo. Alguns trabalhos relataram o efeito positivo da aplicação de compostos húmicos na promoção do crescimento vegetal e desenvolvimento vegetal em consequência da mudança no metabolismo bioquímico da planta (CANELLAS et al., 2002; NARDI et al., 2002; ROSA et al., 2009), tais como o aumento da absorção de nutrientes através da permeabilidade da membrana plasmática (CANELLAS; SANTOS, 2005).

Porém, na região semiárida brasileira, existem poucas informações sobre o crescimento e desenvolvimento dessas novas variedades de palma forrageira em respostas a utilização desses adubos, obtidas de forma científica e que permitam análises estatísticas mais conclusivas. Dessa forma, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o desenvolvimento de três variedades de palma forrageira, resistentes à cochonilha do carmim, com diferentes fontes de adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 24 meses, entre 2012 e 2013, na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), município de Campina Grande - PB. A localidade está situada no planalto da Borborema (7°16'00" S, 35°57'00" O), em uma altitude de 551 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é denominado semiárido quente e seco (*BSh*). O período seco varia entre 5 a 8 meses, com a estação chuvosa ocorrendo de março a julho. A precipitação pluviométrica anual dos anos 2012 e 2013 foram de 396 e 386 mm, respectivamente, com temperaturas médias do ar e umidade de 31,5 °C e 78%, de acordo com os dados fornecidos pela estação meteorológica instalada no INSA. O solo é classificado como Planossolo Nátrico (EMBRAPA, 2013).

A caracterização físico-química do solo foi realizada com a amostra composta através da coleta 12 amostras simples em cada bloco. Os procedimentos analíticos utilizados foram realizados no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB, campus Areia), conforme as metodologias propostas pela EMBRAPA (2011). Os resultados encontram-se detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Principais atributos físico-químicos do solo na camada de 0-20 cm, Campina Grande, Paraíba.

pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	M.O	Areia	Silte	Argila	Ds	Classe textural
H ₂ O	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹			g cm ⁻³	
5,6	8,7	101	0,67	1,21	0,14	1,21	9,43	748	153	99	1,5	Franco arenoso

O experimento foi instalado em campo, com o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial (3x4), sendo: três variedades de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana, Baiana e Miúda/Doce) e quatro tratamentos de adubação (T = testemunha sem adubação; E – esterco = 20 t ha⁻¹; AF – ácido fúlvico = 5 L ha⁻¹; AH – ácido húmico = 5 L ha⁻¹). As doses testadas foram baseadas em informações de produtores da região que vem utilizando esses produtos.

Para o plantio das variedades de palma forrageira foram utilizados os cladódios, mudas provenientes de palmeiras localizados nos municípios de Prata e Monteiro - PB. A posição de plantio foi em linhas transversais ao declive encontrado na área, formando linhas de proteção para atenuar os processos de erosão do solo. O plantio foi realizado no final do período de estiagem (Março de 2012), em parcelas de 22 m² (11 x 2 m), utilizando fileira dupla com espaçamento de 2 m entre fileiras e 0,5 x 0,5 m entre plantas (20 mil plantas ha⁻¹).

O esterco bovino, oriundo de propriedades rurais do município de Boqueirão - PB, depois de curtido foi aplicado ao solo entre as linhas da cultura. Os ácidos fúlvico e húmico foram adquiridos no comércio local, e estão registrados no Ministério da Agricultura como fertilizantes organominerais. A aplicação desses fertilizantes foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante. Os teores de nutrientes dos adubos encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química dos adubos orgânicos utilizados no experimento, em Campina Grande, PB.

Adubos	g kg ⁻¹						
	COT	NT	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	C/N
E	130,4	26	0,9	1,3	5,2	2,1	5,10
AF	180	15	10	20	24	2,3	12
AH	120	10	10	39,8	nd	nd	12

E – esterco; AF – ácido fúlvico; AH – ácido húmico; COT – carbono orgânico total; NT – nitrogênio total; C/N – relação carbono nitrogênio ; nd – não detectado.

Durante o período experimental foram realizadas duas avaliações (aos 90 e 240 dias após o Plantio – DAP) para monitorar o crescimento e desenvolvimento vegetativo. Assim, aos 90 DAP, em junho de 2012, quantificaram-se todas as plantas de cada tratamento, para assim determinar o índice de sobrevivência (IS), o número de brotações dos artigos muda (NBAM) e número de brotações por planta (NBPP). Aos 240 DAP, quantificou-se novamente o IS, número de cladódios primário (NCP), secundário (NCS) e número de cladódios por planta (NCP). Neste momento, foram identificadas duas plantas em cada tratamento, posteriormente quantificou-se o número de cladódios (primário, secundários e terciários), altura de plantas, ordem, comprimento, largura, espessura e área dos cladódios. A partir dessas informações, foi determinada área de cada cladódio (AC), o índice de área de cladódio (IAC) e a produtividade. A área de cladódio (AC) foi determinada através da Eq. 1.

$$AC = (C * L * 0,632) \quad (1)$$

Em que: C = comprimento (cm); L = largura (cm); 0,632 = fator de correção em função da forma elipse do cladódio (PINTO et al., 2002).

O peso médio de cladódio (PMC) foi calculado através da Eq. 2.

$$PMC (g) = (C * L * E * 0,535) \quad (2)$$

Em que: C = comprimento do cladódio (cm); L = largura do cladódio (cm); E = espessura do cladódio (cm); Fator de correção (0,535 g cm⁻³) = resultado da multiplicação do fator de correção da área pelo peso específico corrigido, multiplicado pelo resultado proveniente do cálculo da área de elipse.

O índice de área de cladódio (IAC), ou seja, a área fotossintética total da planta foi determinada através da multiplicação de AC pelo número de cladódios, conforme metodologia descrita por Cortázar e Nobel (1991). A produtividade (PMF) foi calculada seguindo a metodologia proposta por Menezes et al. (2005), utilizando a estimativa do estoque de biomassa da palma forrageira de acordo com a Eq. 3.

$$PMF = \frac{NC * PMC * NP}{1000.000} \quad (3)$$

Em que: NC = número de cladódio por planta (cm); PMC = peso médio de cladódio (cm); DP = densidade de planta por hectare. O resultado foi dividido por 1000.000 para expressar os valores em Mg ha⁻¹.

Os resultados foram tratados estatisticamente por análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 90 e 240 DAP, o índice de sobrevivência (IS) e o número de brotações por planta das variedades Orelha de Elefante Mexicana e Baiana não foram influenciados pelos tratamentos com adubação orgânica. O mesmo não ocorreu com a variedade Miúda/Doce, que aos 90 DAP apresentou efeito negativo da adubação com esterco em relação às outras fontes de adubos. Esse resultado pode ter ocorrido pelo aparecimento de doenças fúngicas e bacterianas, tais como alguns tipos de podridão: *Erwinia carotovora*, *Sclerotium rolfsii* e *Fusarium solani* (COELHO, 2005; SANTOS et al., 2006). Entretanto, aos 240 DAP não foi constatado efeito significativo sobre a IS em função dos adubos orgânicos (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de sobrevivência (IS) e número de brotações por planta (NBPP) aos 90 e 240 DAP em variedades de palma forrageira com adubação orgânica, Campina Grande, PB.

Variedades	Adubos	IS		NBPP
		90 DAP	240 DAP	90 DAP
		----- % -----		Unidade
Orelha de elefante mexicana	T	100 aβ	94,4 aβ	0,08 aα
	E	100 aβ	97,9 aβ	0,25 aα
	AF	99,3 aβ	96,5 aβ	0,08 aα
	AH	97,9 aβ	91,6 aβ	0,14 aα
Baiana	T	98,6 aβα	94,4 aβ	1,10 aα
	E	98,6 aα	88,1 aβ	0,98 aα
	AF	97,2 aβ	82,6 aβ	0,94 aα
	AH	96,5 aβα	88,1 aβ	0,94 aα
Miúda/Doce	T	93,7 aα	14,0 aα	6,4 aα
	E	87,5 ba	15,8 aα	5,7 aα
	AF	97,2 aβ	15,1 aα	6,5 aα
	AH	92,3 aba	13,9 aα	5,9 aα

*Valores Médios; T: testemunha; E – esterco; AF – ácido fúlvico; AH – ácido húmico. Médias seguidas de mesma letra minúsculas comparam o efeito dos adubos dentro da mesma variedade e letras gregas comparam o efeito de cada fonte de adubo entre as variedades na coluna pelo teste T a 5% de probabilidade.

Em média, aos 90 e 240 DAP, o índice de sobrevivência (IS) foi significativamente maior nas variedades Orelha de Elefante Mexicana e Baiana em relação à variedade Miúda/Doce. O baixo valor encontrado pode estar relacionado com a exigência nutricional e a demanda de água dessa cultivar, visto que Farias et al. (2005) relataram uma forte dependência em relação a precipitação quando comparada com outras variedades. O número de brotações por planta (NBPP) foi inverso ao índice de sobrevivência entre as três variedades. Os maiores valores de IS e NBPP observados na variedade Orelha de elefante mexicana apontam para mecanismos fisiológicos de economia de recursos nutricionais que permitem suportar as adversidades encontradas em ambientes áridos e semiáridos. Estudos recentes ressaltaram o potencial dessa variedade em armazenar água e nutrientes para serem utilizados nos períodos de escassez (SILVA et al., 2014).

A média de cladódios por planta variou de 0,82 a 1,43 entre as variedades estudadas aos 240 DAP, com diferenças significativas. Esses resultados foram inferiores ao relatado no Agreste paraibano, onde Lopes et al. (2009) constataram média de 4,19 aos 120 DAP para a variedade Baiana. Na região semiárida da Paraíba, Ramos et al. (2011) observaram a influência do espaçamento na média de cladódios, com valores oscilando entre 1,9 para uma densidade de plantio 1 x 0,5 m e de 3,1 para a densidade de 1 x 1 m na variedade de palma forrageira Italiana aos 455 DAP. Em experimento realizado em casa de vegetação avaliando doses de nutrientes, foi verificado valores entre 1,87 e 3,12 para o cultivar IPA-20 aos 180 DAP (DUBEUX JUNIOR et al., 2010).

A altura da planta (AP) foi influenciada pela adubação, com aumento de 26%, aos 240 DAP, para a variedade Orelha de Elefante Mexicana que recebeu adubação de esterco (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de planta (AP), comprimento de cladódio (CC) e largura de cladódio (LC) em variedades de palma forrageira com adubação orgânica, Campina Grande, PB.

Variedades	Adubos	AP	CC	LC
		cm		
Orelha de elefante mexicana	T	33,5 b β	20,1 ab β	17,5 a β
	E	45,1 a β	23,0 a β	20,5 a β
	AF	37,8 ab β	18,0 b β a	15,7 b β
	AH	39,8 ab β	20,7 ab β	17,6 b β
Baiana	T	32,3 a β	18,6 a β	9,9 a α
	E	29,8 a α	19,9 a β a	9,7 a α
	AF	35,8 a β	19,6 a β	9,7 a α
	AH	31,3 a α	19,2 a β	9,1 a α
Miúda/Doce	T	21,5 a α	14,0 a α	6,4 a α
	E	22,6 a α	15,8 a α	5,7 a α
	AF	22,3 a α	15,1 a α	6,5 a α
	AH	23,5 a α	13,9 a α	5,9 a α

*Valores médios. T: testemunha; E – esterco; AF – ácido fúlvico; AH – ácido húmico. Médias seguidas de mesma letra minúscula comparam o efeito dos adubos dentro da mesma variedade e letras gregas comparam o efeito de cada fonte de adubo entre as variedades na coluna pelo teste T a 5% de probabilidade.

Silva et al. (2012) obtiveram valores de 115 cm, aos 600 DAP, utilizando doses de esterco bovino em diferentes espaçamentos de plantio. A utilização do esterco também influenciou significativamente o comprimento de cladódio (CC) em relação à utilização de ácido fúlvico na variedade Orelha de elefante mexicana, porém não houve diferença

significativa para os tratamentos de adubação das demais variedades. Em relação à largura de cladódio (LC), somente a variedade Orelha de Elefante Mexicana respondeu significativamente ao uso do adubo orgânico, no caso o esterco. As mesmas respostas foram encontradas para a espessura de cladódio (EC).

A adubação com esterco apresentou resultados significativos para a área de cladódio (AC) e o índice de área de cladódio (IAC), principalmente na variedade Orelha de Elefante Mexicana em relação à testemunha e o ácido fúlvico (Tabela 5).

Tabela 5. Espessura de cladódio (EC), área de cladódio (AC) e índice de área de cladódio (IAC) em variedades de palma forrageira com adubação orgânica, Campina Grande, PB.

Variedades	Adubos	EC	AC	IAC
		mm	cm ²	
Orelha de elefante mexicana	T	7,45 b α	248,0 b β	1,24 b β
	E	9,72 a β	329,8 a β	1,65 a β
	AF	8,36 ab α	202,3 b β	1,01 b β
	AH	8,06 ab β a	260,2 ab β	1,30 ab β
Baiana	T	9,39 a β	128,0 a α	0,64 a α
	E	9,88 a α	134,6 a α	0,67 a α
	AF	10,39 a β	133,2 a β a	0,67 a β a
	AH	9,45 a β	122,3 a α	0,61 a α
Miúda/Doce	T	7,94 a β a	62,9 a α	0,31 a α
	E	7,78 a α	63,1 a α	0,32 a α
	AF	8,28 a α	68,9 a α	0,34 a α
	AH	7,15 a α	57,7 a α	0,29 a α

*Valores médios. T – testemunha; E – esterco; AF – ácido fúlvico; AH – ácido húmico. Médias seguidas de mesma letra minúscula comparam o efeito dos adubos dentro da mesma variedade e letras gregas comparam o efeito de cada fonte de adubo entre as variedades na coluna pelo teste T a 5% de probabilidade.

O aumento de AC nessa variedade de palma forrageira representou cerca de 63, 34 e 40% sobre o ácido fúlvico, ácido húmico e a testemunha, respectivamente. O IAC é uma variável fundamental em análises de desenvolvimento da palma forrageira, pois determina a área fotossintética da planta, o que indica a capacidade de interceptação da luz e consequentemente a transformação dessa energia em conjunto com nutrientes em produção de matéria seca (NOBEL, 2001). As variedades de palma forrageira apresentaram respostas diferentes em função das fontes de adubos orgânicos utilizadas para a área de cladódio. A variedade Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior AC com uso de esterco com média de 329 cm² e a variedade Miúda/Doce teve uma média de 75 cm² em função da adubação com ácido fúlvico. Estudos realizados com esses gêneros (*Napolea* e *Opuntia*) encontraram resultados similares. Ramos et al. (2011) avaliaram o crescimento vegetativo da variedade Italiana em diferentes espaçamentos no semiárido paraibano, e obtiveram uma área de cladódio de 376 cm² aos 445 DAP. Em clones do gênero *Opuntia* e *Nopalea* a média de área de cladódio obtida foi de 52 cm² nos artigos primários, secundários e terciários aos 720 DAP (SILVA et al., 2010). Os valores no IAC encontrados variaram de 1,65 para a variedade Orelha de Elefante Mexicana com uso de esterco a 0,29 na variedade Miúda/Doce com adubação do ácido húmico. Segundo Nobel (2001), valores de IAC entre 4 e 5 representam aumentos relevantes na produtividade.

O peso médio de cladódio (PMC) teve resposta significativa ao uso de esterco na variedade Orelha de

Elefante Mexicana (Tabela 6). Dessa forma, foi possível observar que essa variedade apresentou melhores características produtivas em relação às demais variedades avaliadas.

Tabela 6. Peso de cladódio (PMC) e produtividade média de fitomassa (PMF) em variedades de palma forrageira com adubação orgânica, Campina Grande, PB.

Variedades	Adubos	PMC	PMF
		g	t ha ⁻¹
Orelha de elefante mexicana	T	413,64 bβ	18,08 bβ
	E	951,86 aβ	81,36 aβ
	AF	414,87 bβ	22,20 bβα
	AH	510,02 bβ	26,78 ba
Baiana	T	290,76 aβα	19,59 aβ
	E	271,76 aα	15,65 aα
	AF	266,24 aβα	16,09 aα
	AH	296,56 aβα	17,53 aα
Miúda/Doce	T	118,37 aα	6,29 aβ
	E	97,57 aα	3,90 aα
	AF	131,57 aα	8,14 aα
	AH	121,76 aα	7,78 aα

*Valores médios.. T – testemunha; E – esterco; AF – ácido fúlvico; AH – ácido húmico. Médias seguidas de mesma letra minúsculas comparam o efeito dos adubos dentro da mesma variedade e letras gregas comparam o efeito de cada fonte de adubo entre as variedades na coluna pelo teste T a 5% de probabilidade

A adubação com esterco aumentou o PMC em 76, 77 e 87% em relação aos tratamentos testemunha, ácido fúlvico e ácido húmico, respectivamente. Ramos et al. (2011), avaliando as características produtivas da variedade Italiana em uma densidade de plantio de 20.000 plantas ha⁻¹, obtiveram valores de PMC de 685 g aos 445 DAP. Porém, segundo Pinheiro et al. (2014), a variabilidade do rendimento da palma forrageira é fortemente influenciada pelo número total de cladódios, independentemente do clone avaliado.

A variedade Orelha de Elefante Mexicana com o uso de esterco produziu, em média, cerca de 81 t ha⁻¹ de fitomassa. Já a menor produtividade foi observada na variedade Miúda/Doce com uso de esterco, com aproximadamente 4 t ha⁻¹. Silva et al. (2014) também observaram que entre as diversas variedades de palma forrageira avaliadas, a Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior produtividade, bem como o efeito negativo da adubação com esterco exerceu sobre as características produtivas na variedade Miúda/Doce. Ramos et al. (2011) obtiveram um valor de fitomassa em torno de 130 Mg ha⁻¹ com a variedade Gigante aos 455 DAP. Já Silva et al. (2012), encontraram uma média de 192 Mg ha⁻¹ com a mesma variedade aos 600 DAP. Utilizando adubação fosfatada e potássica, Dubeaux Júnior et al. (2010) tiveram uma média de 1,26 kg vaso⁻¹ com o cultivar IPA-20 aos 6 meses de idade. Seguindo as mesmas tendências anteriores, a variedade Orelha de Elefante Mexicana teve a produção média de fitomassa (PMF) influenciada significativamente somente pela adubação com esterco. Esse incremento na PMF foi de 26, 73 e 67% sobre a testemunha, ácido fúlvico e ácido húmico, respectivamente. Porém, não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de adubos orgânicos utilizados nas variedades Baiana e Miúda/Doce para PMC e PMF. Dessa forma, a produtividade final seguiu a seguinte ordem para as variedades: Orelha de Elefante Mexicana > Baiana > Miúda/Doce.

CONCLUSÕES

A adubação orgânica com esterco favorece o crescimento e desenvolvimento da variedade de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana.

A variedade Orelha de Elefante Mexicana apresenta melhor desempenho em crescimento e desenvolvimento comparadas com as variedades Baiana e Miúda/Doce.

A ausência de efeito das outras fontes de adubação sobre o desenvolvimento e produção da palma, possivelmente esteja relacionado às doses utilizadas.

REFERÊNCIAS

- CANELLAS, L. C.; SANTOS, G. A. Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: UENF. 2005, 309p.
- CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. O.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*, v.130, n.4, p.1951-1957, 2002.
- COELHO, R. S. B. Doenças da Palma. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma forrageira no nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2005, p.57-63.
- CORTÁZAR, G. V.; NOBEL, P. S. Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus indica*. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.56, n.3, p.261-272, 1991.
- DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; ARAUJO FILHO, J. T. Exigências nutricionais da Palma Forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A Palma Forrageira no nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2005, p.105-127.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da Palma-Forrageira – Clone IPA-201. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.5, n.1, p.129-135, 2010.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo, 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 2011, 230p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília (DF): EMBRAPA Solos, 2013. 353p.
- FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo do palmar. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A Palma do nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 81-88.
- GARRIDO, M. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste

- do Brasil. Recife-PE: Editora Universitária da UFPE. 2008, 130 p.
- LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Efeitos de formas de plantio na produção de cladódios em Palma doce. *Engenharia Ambiental*, v.6, n.1, p.303-308, 2009.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). *A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. 1. Ed. Recife: Editora da UFPE. 2005, p.129-140.
- NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A. VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil, Biology & Biochemistry*, v. 34, n.11, p.1527-1536, 2002.
- NEDER, D. G.; COSTA, F. R. da; EDVAN, R. L.; SOUTO FILHO, L. T. Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.13, n.3, p.203-207, 2013.
- NOBEL, P. S. *Biologia Ambiental*. In: *Agroecologia, cultivo e usos da Palma Forrageira*. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. Cap.4, p.36-48.
- OLIVEIRA JUNIOR, S.; BARREIRO NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da Palma Forrageira *Opuntia ficus-indica* em função do espaçamento no Semiárido paraibano. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.3, n.1, p.7-12, 2009.
- OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C. Palma Forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas Áridos e Semiáridos. *Revista Verde*, v.5, n.4, p.27-37, 2010.
- PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. *Revista Ceres*, v.55, n.4, p.280-286, 2008.
- PINTO, P. A. C.; SANTOS, N. G. N.; GERMINO, G. F. S.; DEON, T. D.; SILVA, A. J. Eficiência agrônômica de extratos concentrados de algas marinhas na produção da alface em Neossolo Flúvico. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.2, p.3980-3986, 2010.
- RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. *Revista Caatinga*, v.24, n.3, p. 41-48, 2011.
- ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F.S.; OLIVEIRA, E. S. & LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, n.4, p.959-967, 2009.
- 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, 2006. 48 p.
- SARMENTO, M. I. A.; JUNIOR, E. B. P.; PÉREZ-MARIN, A. M.; MEDEIROS, A. C.; MARACAJÁ, P. B.; ALMEIDA, J. C. Chemical attributes of soil in agroforestry system of gliricidia intercropped with spineless cactus. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.12, n.2, p.284-289, 2017.
- SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de Palma Forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.866-875, 2012.
- SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de Palma-Forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.11, p.2389-2397, 2010.
- SILVA, T. G. F.; ARAUJO PRIMO, J. T.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, J. C. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. *Bragantia*, v.73, n.2, p.184-191, 2014.