

## Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte

Margareth Maria Teles do Rego<sup>1</sup>, Guilherme Ferreira da Costa Lima<sup>2</sup>, José Geraldo Medeiros da Silva<sup>2</sup>, Florisvaldo Xavier Guedes<sup>2</sup>, Fernanda Daniele Gonçalves Dantas<sup>3</sup>, Raimundo Nonato Braga Lôbo<sup>4</sup>

**Resumo:** Objetivou-se avaliar os efeitos da adubação orgânica e intensidades de corte sobre as características morfológicas e a produção de matéria verde e seca da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*) adensada e irrigada. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, onde as adubações orgânicas (20, 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup>) constituíram as parcelas e as intensidades de corte (deixando somente o cladódio mãe, todos os cladódios primários e todos os secundários) as subparcelas, com seis repetições. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Carbonático Típico e a água da irrigação, C4S1T3 (5,25 dS.m<sup>-1</sup>), em espaçamento 2,0 x 0,10 m (50.000 plantas ha<sup>-1</sup>). A lâmina de água aplicada durante o experimento foi de 2,5 mm a cada sete dias ou 10 mm por mês. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento em fileiras simples. As intensidades de corte e doses de esterco bovino influenciaram a altura de plantas, número de cladódios por planta, índice de área de cladódio (IAC), área de cladódio (AC), produção de matéria verde (PMV) e seca (PMS). O comprimento, largura, perímetro e espessura dos cladódios variaram com as intensidades de corte, enquanto a adubação orgânica não influenciou estas características. A maior PMS (30,47 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) foi obtida quando a intensidade de corte foi conservando todos os cladódios secundários e com aplicação de 37,5 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de esterco bovino.

**Palavras-chave:** cactaceae, forragem, irrigação, *Nopalea cochenillifera*, semiárido

## Morphology and Biomass Yield of Irrigated Prickly-Pear Cactus cv. Miúda under Doses of Organic Fertilizer and Cutting Intensities

**Abstract:** The objective was to evaluate the effect of organic fertilization and cutting intensities on the morphological characteristics and production of fresh and dry matter of irrigated prickly-pear cactus cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera*). A completely randomized design was applied in a split plot, with the organic fertilizer (20, 40 and 60 Mg ha<sup>-1</sup>) as main plots and cutting intensities (leaving only the mother cladode, all primary and all secondary cladodes) the subplots, with six replicates. Soil classification was Typical Cambisol Haplicum Carbonate and water irrigation, C4S1T3 (5.25 dS.m<sup>-1</sup>), with planting spacing of 2.0 x 0.10 m (50,000 plants ha<sup>-1</sup>). The water applied during the experiment was 2.5 mm every seven days or 10 mm per month. A drip irrigation system was used in single rows. Cutting intensities and cattle manure influenced plant height, number of cladodes per plant, cladodes area index (CAI), cladodes area (CA), production of fresh (PFM) and dry matter (PDM). The length, width, circumference and thickness of cladodes vary with the

<sup>1</sup> Bolsista PNPd - UFRN/EMPARN, Departamento de Produção Animal (margareth\_teles@hotmail.com)

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMBRAPA/EMPARN

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Departamento de Zootecnia

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária /EMBRAPA Caprinos e Ovinos

cutting intensities, while organic fertilization did not affect these characteristics. The higher PDM (30.47 Mg ha<sup>-1</sup>yr<sup>-1</sup>) was obtained when the cutting intensity was keeping all secondary cladodes and with application of 37.5 mg ha<sup>-1</sup>yr<sup>-1</sup> of cattle manure.

**Key words:** cactaceae, forage, irrigation, *Nopalea cochenillifera*, semi-arid

## Introdução

A produção de forragem é dependente de condições climáticas como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica. Durante a estiagem a produção de forragem é reduzida, especialmente devido ao déficit hídrico dos solos. Assim, a escolha de práticas de manejo que diminuam os problemas decorrentes da estacionalidade na produção de forragens deve ser coerente, de forma a garantir alimentos ao longo do ano, particularmente nas regiões áridas e semiáridas. A palma forrageira tem se constituído em uma das bases da sustentação alimentar da pecuária leiteira do Nordeste brasileiro, visto que mantém-se verde e suculenta quando a maioria das forragens do semiárido perde suas folhas ou morre no período seco. Neste aspecto, a palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick) apresenta grande potencial produtivo para o semiárido nordestino.

A adaptação da palma ao ambiente semiárido possibilita a redução de riscos e a garantia da segurança alimentar dos sistemas pecuários em várias regiões do Nordeste. Quando adequadamente manejada, essa cactácea tem sido a base do suporte alimentar de bovinos, caprinos e ovinos (FARIAS et al., 2005), sendo as maiores áreas nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Sergipe (LEITE et al., 2014). Produções anuais de matéria seca da palma de até 20 Mg MS ha<sup>-1</sup> (e 180 Mg ha<sup>-1</sup> de água de boa qualidade) têm sido observadas em sistemas de sequeiro no semiárido brasileiro (LIRA et al., 2009).

Em vários municípios do Rio Grande do Norte, no entanto, em função da baixa umidade relativa e

elevadas temperaturas, principalmente noturnas, alta evapotranspiração e déficit hídrico, as plantas murcham e podem morrer no período seco pela excessiva perda de água. Assim, um sistema de manejo baseado na utilização mínima de água em sistema de irrigação por gotejamento, tem sido uma opção para o cultivo da palma nestas regiões. Outros fatores também influenciam na produção de forragem como a maior disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo Dubeux Jr. et al. (2010) o uso de adubação é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem da palma.

Técnicas de manejo como espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação têm sido indicadas como de grande influência sobre a produtividade da palma forrageira (ALVES et al., 2007). Cunha et al. (2012) obtiveram produção média de matéria verde da palma Miúda de 180 Mg ha<sup>-1</sup> aos 20 meses de idade, com densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> no corte deixando somente o cladódio mãe. Consoli et al. (2013) obtiveram produtividades de 12,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com a palma Miúda. Lima et al. (2015) relataram uma PMS de 23,04 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> com palma Miúda irrigada com água salina, na densidade de 50 mil plantas, preservando os cladódios secundários e com adubação química e orgânica.

Objetivou-se avaliar os efeitos da adubação orgânica com esterco bovino e de diferentes intensidades de corte sobre as características morfológicas e a produção de matéria verde e seca da palma Miúda irrigada e adensada.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Terras Secas, Pedro Avelino, RN, pertencente à EMPARN. O município está situado entre as coordenadas geográficas: 5°31'21" sul, 36°23'14" oeste e altitude de 68 metros. O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo BSs'h semiárido e de acordo com Gausson é do tipo 4aTh, tropical quente de seca acentuada. O período chuvoso concentra-se entre os meses de fevereiro a maio. A precipitação média anual é de 473 mm (INMET, 2012). Durante o período experimental, entre junho de 2012 a junho de 2013, foi registrada precipitação pluviométrica de 168,6 mm.

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico Eutrófico Típico, fase Caatinga Hiperxerófila, com relevo plano, bem drenado e textura areno (648 g kg<sup>-1</sup>) argilosa (220 g kg<sup>-1</sup>), com reação moderadamente alcalina ou neutra e fertilidade mostrando altos valores de cálcio e potássio e baixa disponibilidade de fósforo, com a seguinte composição: 4,60 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> de cálcio, 2,35 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> de magnésio, 4,00 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo, 136,00 mg.dm<sup>-3</sup> de potássio, 66,00 mg.dm<sup>-3</sup> de sódio e pH de 7,09.

O plantio da palma Miúda foi realizado em janeiro de 2010. Os cladódios foram deixados à sombra durante cinco dias, e posteriormente foi feito o plantio em sulcos, após aração e gradagem, no espaçamento 2,0 x 0,10 m (50.000 plantas ha<sup>-1</sup>), colocando-se os cladódios verticalmente, a uma profundidade suficiente para que metade desses ficasse enterrada.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, onde as adubações orgânicas foram às parcelas e as intensidades de corte às subparcelas, com seis repetições. Foram testados três níveis de adubação orgânica (20, 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup>) e três intensidades de

corte: deixando somente o cladódio mãe, todos os cladódios primários e todos os secundários.

A lâmina de água aplicada durante o experimento foi de cinco litros por metro (2,5 mm) a cada sete dias ou 10 mm por mês. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento em fileiras simples. A água da irrigação foi classificada segundo Pizarro (1985) como C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, com alta salinidade e altos níveis de cloreto.

O corte de uniformização para início do ensaio foi efetuado em junho de 2012, quando foram realizadas as adubações orgânicas com esterco bovino (de acordo com cada tratamento), com base na matéria natural. De acordo com a análise de solo foram também aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de super fosfato simples; 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e 50 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. A adubação química foi aplicada em uma única vez, enquanto a adubação orgânica foi parcelada em duas aplicações, sendo metade realizada em junho de 2012 e a segunda em março de 2013. O esterco bovino continha em torno de 10% de umidade, 1,99% de N; 0,67% de P; 3,25% de K e carbono orgânico de 27,07%.

A área útil constituiu-se de 2 m<sup>2</sup>, correspondente a 10 plantas do metro central das parcelas experimentais com dimensões de 3 x 2 m, com um metro de cada lado como bordaduras. Foi avaliado o número de cladódios por planta, comprimento, largura, espessura e perímetro dos cladódios, área dos cladódios (AC), índice de área de cladódio (IAC), produção de material verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) da palma forrageira Miúda com 12 meses de rebrota. A PMV foi calculada a partir do corte e pesagem das plantas da área amostral (2 m<sup>2</sup>). Enquanto para determinação da PMS foi coletada e pesada uma amostra de cladódios de cerca de 1 kg e em seguida levada a estufa de circulação forçada a 60 °C para determinação da concentração de MS de acordo com Silva e Queiroz (2002) para posterior cálculo do rendimento de MS.

Nas medições de altura das plantas, comprimento, largura e perímetro dos cladódios foi utilizado a fita métrica e a mensuração da espessura dos cladódios foi realizada com paquímetro digital. A AC e IAC foram calculadas de acordo com Santos (1992) utilizando as equações:  $AC = -211,5104 + 8,8649P$ , (P = perímetro) e  $IAC = AC$  de uma planta/área do solo de uma planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o Programa SAS, versão 8. As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste Tukey, a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre intensidades de corte e doses de adubação com esterco bovino para a altura de plantas da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota. Nas doses de 20, 40 e 60  $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de esterco bovino as alturas das plantas diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 1). Registraram-se maiores valores de altura de plantas, quando deixando todos os cladódios secundários, valores intermediários quando deixando todos os primários e menores valores, quando o corte foi deixando somente o cladódio mãe. Resultados semelhantes foram encontrados para as médias de

Tabela 1. Altura de plantas (cm) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino ( $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	55,67 c	59,58 c	60,00 c	58,42 c
Preservando cladódios primários	83,92 b	84,75 b	87,08 b	85,25 b
Preservando cladódios secundários	116,42 a	119,17 a	112,25 a	115,94 a
Média	85,33	87,83	86,44	
Coeficiente de variação (%)	10,60			
	Equações			$r^2$
Preservando o cladódio mãe	$Y = 54,08 + 0,108x^{**}$			0,8
Preservando cladódios primários	$Y = 82,09 + 0,079x^{**}$			0,7
Preservando cladódios secundários	$Y = 104 + 0,862x - 0,012x^2^{***}$			0,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

$r^2$  – coeficiente de determinação;  $^{**}$  significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

altura de plantas, quando considerado somente a intensidade de corte. Por outro lado, não houve diferença significativa, quando se considerou somente a adução orgânica com esterco bovino.

As maiores alturas de plantas ocorreram provavelmente devido ao aumento das áreas fotossintetizantes remanescentes promovidas pelo corte preservando todos os cladódios secundários, que pode ter contribuído para um maior crescimento das plantas.

Trabalho desenvolvido por Farias et al. (2000), com diferentes frequências e intensidades de corte com a palma Gigante, concluiu que a conservação dos cladódios secundários promoveu um aumento do índice de área de cladódios remanescente após a colheita da palma, possibilitando às plantas maior eficiência fotossintética.

As alturas incrementaram linearmente com o aumento das doses de esterco bovino, quando da conservação do cladódio mãe e todos os primários (Tabela 1). Estimando-se valores de alturas na intensidade de corte deixando somente o cladódio mãe de 56,24 cm ( $20\ Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ) e 60,56 cm ( $60\ Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ), e na intensidade de corte preservando todos os cladódios primários de 83,67 cm ( $20\ Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ) e 86,83 cm ( $60\ Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ). Houve efeito quadrático

para a altura com o aumento das doses de adubação com esterco bovino, quando o corte foi feito deixando todos os cladódios secundários, apresentando altura máxima de 118,86 cm, com adição de 43,10 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco. Estes resultados podem sugerir que a adubação orgânica aumenta as alturas de plantas da palma Miúda, somente quando a intensidade de corte foi deixando o cladódio mãe e todos os cladódios primários, já no corte deixando todos os cladódios secundários, devido número maior de brotações a adubação orgânica aumentou a altura de planta até a dose de 43,10 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco.

Para números de cladódios por planta não houve efeito da interação entre adubação com esterco bovino x intensidades de corte. Foi verificada diferença significativa (P<0,05) nas doses de adubação com 20, 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino para número de cladódios por planta, quando das diferentes intensidades de corte. Em todas as doses de esterco o número de cladódios foi maior quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios secundários, valores intermediários no corte deixando todos os primários e menor número de cladódios quando no cladódio mãe (Tabela 2).

O que pode ser justificado pelo crescimento mais rápido das plantas, quando foram preservados

todos os cladódios secundários, em função, principalmente, do maior número de pontos de crescimento e rebrota. Nobel (2001) relatou que a existência de mais cladódios por unidade de área tende a aumentar a captação de CO<sub>2</sub>, maximizando a produtividade.

Verificou-se efeito linear crescente (P<0,01) da adubação orgânica com esterco bovino sobre o número de cladódios por planta nas diferentes intensidades de corte (Tabela 2). O que se observa é que a adubação orgânica promoveu incrementos de 18,14%; 39,00% e 42,37% para número de cladódios por planta, nas intensidades de corte deixando somente o cladódio mãe, todos os primários e todos os secundários, respectivamente.

Estes resultados comprovam que a eficiência da utilização do esterco bovino pela palma Miúda é maior, quando são deixados todos os cladódios secundários, pois nesta intensidade de corte a eficiência é de 0,37 cladódio para cada Mg de esterco aplicada no solo, contra 0,054 cladódio (corte deixando somente o cladódio mãe) e 0,172 cladódio (corte deixando todos os primários). Esses resultados estão de acordo com Almeida et al. (2012), que observaram que a adubação orgânica promoveu incrementos no número de cladódios por planta da palma Miúda.

Tabela 2. Número de cladódios por planta da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	12,00 c	12,83 c	14,17 c	13,00 c
Preservando cladódios primários	17,67 b	21,08 b	24,58 b	21,11 b
Preservando cladódios secundários	34,00 a	44,58 a	49,00 a	42,53 a
Média	21,22	26,17	29,25	
Coeficiente de variação (%)	10,81			
	Equações			r <sup>2</sup>
Preservando o cladódio mãe	Y=10,83+0,054x**			0,6
Preservando cladódios primários	Y=14,2+0,172x**			0,7
Preservando cladódios secundários	Y=27,53+0,37x**			0,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

A vantagem do uso de adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes químicos é a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta (SEVERINO et al., 2004). Considerando os teores de minerais encontrados na matéria seca do esterco bovino aplicado estima-se que foi fornecido ao solo em torno de 1.074,6 kg ha<sup>-1</sup> de N, 361,8 kg ha<sup>-1</sup> de P e 1.755 kg ha<sup>-1</sup> de K na dose de 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. O que pode justificar o aumento do número de cladódios nas diferentes intensidades de corte.

Outro fator que também pode ter contribuído para o aumento no número de cladódios da palma Miúda é a relação carbono nitrogênio (C/N) do esterco bovino que pode ser considerada baixa (13,59). Segundo Souto et al. (2013), quando a relação C/N do material orgânico é elevada, acima de 30, ocorre uma predominância da imobilização dos nutrientes. Desta forma a relação C/N no esterco bovino é um fator importante, visto que, na relação C/N alta, ocorre a competição pelo N disponível entre os microrganismos e as plantas, enquanto uma relação C/N baixa, pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos na decomposição, o que implica maior quantidade de N mineralizado.

Não foi verificada interação entre adubação com esterco bovino x intensidades de corte para o índice de área de cladódios. Em todas as doses de esterco bovino houve diferenças significativas (P<0,05), apresentando maiores valores de índice de área de cladódios (IAC) quando foram preservados todos os cladódios secundários, valores medianos quando deixados todos os primários e menores valores quando o corte foi no cladódio mãe (Tabela 3).

Provavelmente, o aumento do IAC pode estar relacionado ao aumento do número de cladódios por planta. O IAC aumentou linearmente com o incremento das doses de esterco bovino nas diferentes intensidades de corte (Tabela 3). Ocorrendo elevações de 0,013 quando o corte foi feito deixando somente o cladódio mãe, 0,032 quando o corte foi preservando todos os cladódios primários e 0,052 quando foi preservando todos os secundários. Desse modo estimaram-se valores de IAC correspondentes a 1,11 e 1,63; 2,36 e 3,64; e 5,27 e 7,35 para plantas colhidas nas intensidades de corte deixando somente o cladódio mãe, todos os primários e todos os secundários nas doses de 20 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino, respectivamente. O aumento do IAC com a adição das doses de esterco bovino deve-se

Tabela 3. Índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	1,08 c	1,48 c	1,63 c	1,40 c
Preservando cladódios primários	2,44 b	2,83 b	3,72 b	3,00 b
Preservando cladódios secundários	4,90 a	7,08 a	7,00 a	6,33 a
Média	2,81	3,80	4,12	
Coeficiente de variação (%)	13,87			
	Equações			r <sup>2</sup>
Preservando o cladódio mãe	Y=0,846 + 0,013x**			0,8
Preservando cladódios primários	Y=1,716 + 0,032x**			0,8
Preservando cladódios secundários	Y=4,226 + 0,052x**			0,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

provavelmente, as maiores taxas de aparecimento de cladódios.

Neste sentido, Donato et al. (2014) objetivando avaliar as características morfológicas e o rendimento da palma forrageira Gigante cultivada sob diferentes espaçamentos de plantio e doses de adubação orgânica com esterco bovino (0 a 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), também obtiveram incremento linear no número de cladódios por planta e no IAC. O índice de área de cladódio indica a capacidade de interceptação da luz pela planta. O que se observa é que tanto a adubação, quanto a intensidade de corte, quando preservando todos os cladódios secundários, promoveram maior capacidade de interceptação da luz pela planta para produção da fotossíntese de modo a estimular o desenvolvimento vegetativo da palma.

Segundo Sampaio (2005) um IAC de 4 a 5 indica o potencial de obtenção de uma produtividade máxima na palma forrageira, o que está de acordo com a presente pesquisa onde os tratamentos preservando todos os cladódios secundários promoveram IAC's

superiores a 4 e também as maiores produções de matéria seca.

Não foi significativa a interação dose de adubação orgânica x intensidades de cortes para comprimento, largura, perímetro, espessura e área de cladódio da palma forrageira Miúda.

Foi observado efeito significativo (P<0,05) das intensidades de corte sobre o comprimento dos cladódios da palma Miúda (Tabela 4). Na dose de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino os comprimentos foram maiores quando o corte foi preservando todos os cladódios primários e secundários e menores valores quando o corte foi no cladódio mãe. Nas doses 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, os comprimentos foram maiores quando o corte foi preservando todos os secundários, valores medianos, na preservação dos cladódios primários e menores comprimentos quando foi preservando somente o cladódio mãe. Provavelmente nas doses de 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco ocorreu uma maior eficiência no aproveitamento da adubação orgânica influenciando no comprimento de cladódio,

Tabela 4. Comprimento, largura, perímetro e espessura de cladódio da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Mg ha <sup>-1</sup>			Equação de regressão	r <sup>2</sup>	CV (%)
	20	40	60			
Comprimento (cm)						
Preservando o cladódio mãe	18,75 b	21,00 c	21,25 c	Y = 20,33 ± 2,35	-	8,77
Preservando cladódios primários	23,50 a	23,92 b	26,25 b	Y = 24,55 ± 2,73	-	8,98
Preservando cladódios secundários	24,75 a	26,00 a	24,50 a	Y = 25,08 ± 1,74	-	8,70
Largura (cm)						
Preservando o cladódio mãe	9,75 b	11,00 a	10,92 b	Y = 10,55 ± 1,30	-	8,92
Preservando cladódios primários	11,67 a	11,67 a	11,33 a	Y = 11,55 ± 0,86	-	8,98
Preservando cladódios secundários	11,75 a	11,67 a	11,92 a	Y = 11,78 ± 0,94	-	8,78
Perímetro (cm)						
Preservando o cladódio mãe	43,92 b	50,08 c	48,33 b	Y = 47,44 ± 5,22	-	7,51
Preservando cladódios primários	54,00 a	53,67 b	57,67 a	Y = 55,11 ± 5,62	-	7,68
Preservando cladódios secundários	56,42 a	59,67 a	55,58 a	Y = 57,22 ± 3,88	-	7,45
Espessura (mm)						
Preservando o cladódio mãe	14,17 b	14,75b	14,17 b	Y = 14,36 ± 2,50	-	9,16
Preservando cladódios primários	19,08 a	18,92a	18,08a	Y = 18,69 ± 2,43	-	8,67
Preservando cladódios secundários	18,17 a	18,25 a	16,58 a	Y = 17,67 ± 2,46	-	9,45

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação.

de forma a aumentar seu tamanho. Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) da adubação orgânica sobre o comprimento de cladódio, nas diferentes intensidades de corte, apresentando valores médios de 20,33 cm quando o corte foi no cladódio mãe; 24,55 cm na intensidade de corte deixando todos os cladódios primários e 25,08 cm preservando todos os secundários.

Para largura de cladódios, somente nas doses de 20 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino houve diferença entre as intensidades de corte (Tabela 4). Apresentando maiores valores quando o corte foi preservando todos os cladódios primários e secundários, e menores valores quando o corte foi no cladódio mãe. Não houve diferença significativa da adubação nas diferentes intensidades de corte para largura de cladódios, com valores médios de 10,55; 11,55 e 11,78 cm, respectivamente, quando o corte foi deixando somente o cladódio mãe, deixando todos os primários e todos secundários.

Resultados diferentes foram obtidos por Cunha et al. (2012) quando avaliaram parâmetros morfológicos da palma Miúda, sob doses de adubação nitrogenada, onde observaram efeito linear decrescente para largura dos cladódios. Os autores concluíram que as plantas tendem a aumentar o número de cladódios quando se elevam os níveis de nitrogênio, conseqüentemente a variação na distribuição dos nutrientes influencia nas características das mesmas. O que não aconteceu neste trabalho onde houve aumento linear para número de cladódios, quando da adição das doses de esterco e as larguras não foram modificadas. O que pode ser atribuído a adubação orgânica, que além de fornecer nitrogênio também melhora as características físicas do solo, apresentando um bom desenvolvimento dos cladódios em todos os tratamentos.

Nas doses de 20, 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino os perímetros dos cladódios diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 4). Tanto na dose

20 como 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco, os perímetros de cladódios foram maiores quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios primários e secundários e os menores perímetros foram observados quando deixado somente o cladódio mãe. Não foi verificada diferença significativa da adubação nas diferentes intensidades de corte para o perímetro de cladódios, obtendo-se valores médios de 47,44 quando o corte foi deixando somente o cladódio mãe; 55,11 quando a intensidade de corte foi deixando todos os primários e 57,22 cm, quando o corte foi deixando todos os cladódios secundários.

Nas diferentes doses de esterco bovino a espessura de cladódios da palma forrageira foi maior nas intensidades de corte quando deixando todos os cladódios primários e secundários, em relação ao corte no cladódio mãe (Tabela 4). A espessura de cladódios não variou ( $P>0,05$ ), em função das doses de esterco para as diferentes intensidades de corte.

Os resultados de morfologia da palma Miúda apontam que houve resposta das plantas ao manejo aplicado, principalmente as intensidades de corte, contrariando a afirmação de Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001), que alegam que estes parâmetros são mais influenciados pelo genótipo do que pelas manipulações do meio.

Nas doses de 20 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino a área de cladódio (AC) da palma forrageira Miúda foi maior nas intensidades de corte deixando todos os cladódios primários e secundários em relação ao corte no cladódio mãe (Tabela 5). Enquanto na dose de 40 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco a AC foi maior quando preservados todos os cladódios secundários, valores intermediários quando deixado todos os primários e menores valores quando deixado somente o cladódio mãe. Houve efeito quadrático da adubação orgânica para AC, quando as intensidades de corte foram no cladódio mãe e deixando todos os cladódios secundários, apresentando valores máximos de 236,66



Tabela 5. Área de cladódio (cm<sup>2</sup>) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	177,81b	232,47 c	216,96b	209,08b
Preservando cladódios primários	267,18 a	264,24 b	299,70a	277,04 a
Preservando cladódios secundários	288,62 a	317,43 a	281,23 a	295,76 a
Média	244,54	271,38	265,96	
Coeficiente de variação (%)	13,61			
	Equações			r <sup>2</sup>
Preservando o cladódio mãe	Y=52,98+7,995x-0,087x <sup>2</sup> **			0,8
Preservando cladódios primários	Y=244,5+0,813x**			0,9
Preservando cladódios secundários	Y=194,8+6,316x-0,081x <sup>2</sup> **			0,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

cm<sup>2</sup> e 317,92 cm<sup>2</sup>, respectivamente com adição de 45,95 Mg ha<sup>-1</sup> e 38,99 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. Já para a intensidade de corte preservando todos os cladódios primários houve efeito linear crescente da adubação orgânica para AC.

Para produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) da palma Miúda não houve significância da interação entre doses de adubação orgânica com esterco bovino x intensidades de corte. Nas doses de 20, 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino as produções de MV da palma forrageira diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 6). Tanto na dose 20 como 60 Mg ha<sup>-1</sup>

ano<sup>-1</sup> de esterco, as produções de MV foram maiores quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios secundários, valores intermediários quando deixado todos os cladódios primários e menores produções de MV quando deixado somente o cladódio mãe. Enquanto na dose de 40 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco a produção de MV foi maior quando preservados todos os cladódios secundários, em relação às intensidades de corte quando deixando todos os cladódios primários e o cladódio mãe.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Farias et al. (2000), que trabalhando

Tabela 6. Produção de matéria verde (Mg ha<sup>-1</sup>) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	92,67 c	130,58 b	91,33 c	104,86 c
Preservando cladódios primários	152,33 b	160,75 b	125,08 b	146,05 b
Preservando cladódios secundários	254,58 a	291,42 a	215,42 a	253,80 a
Média	166,53	194,25	143,94	
Coeficiente de variação (%)	5,94			
	Equações			r <sup>2</sup>
Preservando o cladódio mãe	Y= - 22,4 + 7,682x – 0,096x <sup>2</sup> **			0,6
Preservando cladódios primários	Y= 99,82 + 3,727x – 0,055x <sup>2</sup> **			0,7
Preservando cladódios secundários	Y= 104,9 + 10,30x – 0,141x <sup>2</sup> **			0,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

com diferentes frequências e intensidades de corte com a palma Gigante, obtiveram maiores produções de forragem ao serem conservados os cladódios secundários. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (2007), que, avaliando diferentes espaçamentos no cultivo da palma Gigante registraram elevada produção de matéria seca quando na colheita conservaram-se todos os cladódios secundários.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) da adubação orgânica para produção de MV, quando nas diferentes intensidades de corte. Ao corte no cladódio mãe, o valor máximo de produção de MV foi de 131,28 Mg ha<sup>-1</sup> com adição de 40,01 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino, enquanto no corte preservando todos os cladódios primários a produção máxima de MV foi de 161,96 Mg ha<sup>-1</sup> com adição de 40,01 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. Já para a intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários a produção máxima de MV (293,00 Mg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com aplicação de 36,52 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino.

Resultados diferentes foram encontrados por Cunha et al. (2012) quando avaliaram parâmetros morfológicos e de produção da palma forrageira Miúda, sob doses de adubação nitrogenada, que não observaram efeito significativo na produção de MV, obtendo média de 180,39 Mg ha<sup>-1</sup> aos 20 meses de idade. Tal diferença de resposta pode ser explicada pela utilização da irrigação neste trabalho, que mesmo com pequena quantidade de água pode ter favorecido o desempenho da palma até certa dose de adubação orgânica.

Souto et al. (2005) avaliaram a velocidade de decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades, e a taxa foi fortemente influenciada pela pluviosidade ocorrida no período experimental. Souto et al. (2013) observaram que fatores como, elevação no conteúdo de água e a influência da temperatura no solo favoreceram a decomposição dos

esterco incubados, pela ação dos microrganismos, com consequente liberação dos nutrientes. Fatondji et al. (2009) afirmam que a manutenção da umidade do solo é um dos fatores que mais contribuem para mineralização da matéria orgânica.

Nas diferentes doses de esterco bovino as produções de matéria seca (MS) da palma forrageira diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 7). Na dose 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco, a produção de MS foi maior quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios secundários, valor intermediário quando deixado todos os cladódios primários e menor produção de MS quando deixado somente o cladódio mãe. Enquanto nas doses de 40 e 60 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco as produções de MS foram maiores quando preservados todos os cladódios secundários, em relação às intensidades de corte quando deixando todos os cladódios primários e cladódio mãe. Verificou-se efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) da adubação orgânica para produção de MS, nas diferentes intensidades de corte. Quando o corte foi no cladódio mãe o valor máximo de produção de MS foi de 16,06 Mg ha<sup>-1</sup> com adição de 41,27 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. Para o corte preservando todos os cladódios primários a produção máxima de MS foi de 17,87 Mg ha<sup>-1</sup> com adição de 38,70 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino, enquanto na intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários foi obtida produção máxima de MS de 30,47 Mg ha<sup>-1</sup> com aplicação de 37,47 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino.

Zúñiga-Tarango et al. (2009) objetivando avaliar doses de esterco bovino (100 e 300 Mg ha<sup>-1</sup>) e fertilização mineral em diferentes profundidades (0-18, 18-36 e 36-54 cm) de aplicação, obtiveram maiores produções de matéria seca da palma *Opuntia ficus indica* com aplicação de 100 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco a uma profundidade de 0-18 cm. Tais resultados levam a entender que a palma responde a adubação orgânica, mais doses elevadas não implicam em

Tabela 7. Produção de matéria seca (Mg ha<sup>-1</sup>) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	10,94 c	15,42 b	10,78 b	12,38 b
Preservando cladódios primários	15,83 b	16,70 b	12,99 b	15,18 b
Preservando cladódios secundários	25,99 a	29,75 a	21,99 a	25,91 a
Média	17,59	20,63	15,26	
Coefficiente de variação (%)	10,70			
	Equações			r <sup>2</sup>
Preservando o cladódio mãe	Y= - 2,68 + 0,908x - 0,011x <sup>2</sup> **			0,6
Preservando cladódios primários	Y= 10,38 + 0,387x - 0,005x <sup>2</sup> **			0,7
Preservando cladódios secundários	Y= 10,71 + 1,052x - 0,014x <sup>2</sup> **			0,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r<sup>2</sup> – coeficiente de determinação; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

maiores produções, o que foi visto também nesta pesquisa.

A taxa de acúmulo diário de matéria seca de uma forragem é obtida através da razão entre produção total de matéria seca e o número de dias do período experimental (idade de corte). Desta forma a taxa de acúmulo de matéria seca da palma Miúda na intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários obtida na produção máxima de matéria seca (30,47 Mg ha<sup>-1</sup>) foi de 83,48 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Este valor encontrado pode ser considerado bastante expressivo, devido se tratar de uma forrageira de mecanismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas), que são consideradas plantas de crescimento lento. Vale ressaltar que tal produtividade foi obtida com apenas 168 mm de precipitação e 120 mm oriundos da irrigação.

Estes resultados comprovam a importância do manejo da palma forrageira Miúda, com maior área residual após o corte, ou seja, quando preservados todos os cladódios secundários, pois maiores produções (30,47 Mg ha<sup>-1</sup>) foram alcançadas com uma necessidade menor de esterco bovino (37,47 Mg ha<sup>-1</sup>). Em comparação o corte deixando todos os cladódios primários, promoveu uma produção de 17,87 Mg ha<sup>-1</sup> de MS com a dose de 38,70 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco e no corte deixando somente o cladódio

mãe a produção máxima de MS (16,06 Mg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a dose de 41,27 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino. Quando o corte preservou todos os cladódios secundários à produção de MS foi 89,73% superior ao corte deixando somente o cladódio mãe e 70,51% em relação ao corte preservando todos os cladódios primários e com uma necessidade menor de esterco.

### Conclusão

A adubação orgânica afetou a altura, número de cladódios por planta, índice de área de cladódio, área de cladódio, produção de matéria verde e seca, quando da preservação dos cladódios mãe, primários e secundários. As características morfológicas e de produção de matéria verde e seca foram afetadas pelas intensidades de corte. A maior produção de matéria seca (30,47 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) foi obtida quando a intensidade de corte foi conservando todos os cladódios secundários e com aplicação de 37,5 Mg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de esterco bovino.

### Agradecimento

Agradecimento ao Banco do Nordeste do Brasil/ETENE-FUNDECI pelo apoio financeiro à realização da pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, J.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. Desempenho vegetativo da palma forrageira. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v.8, n.15, 2012. p.571-581.
- ALVES, R.N.; FARIAS, I.; MENEZES, R.S.C. et al. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. Revista Caatinga, v.20, n.4, p.38-44, 2007.
- CONSOLI, S.; INGLESE, G.; INGLESE, P. Determination of Evapotranspiration and Annual Biomass Productivity of a Cactus Pear [*Opuntia ficus-indica* L. (Mill.)] Orchard in a Semiarid Environment. Journal of irrigation and drainage engineering. v.139, p.680-890, 2013.
- CUNHA, D.N.F.V.; GOMES, E.S.; MARTUSCELLO, J.A. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.13, n.4, p.1156-1165, 2012.
- DONATO, P.E.R.; PIRES, A.J.V.; DONATO, S.L.R. et al. Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.9, n.1, p.151-158, 2014.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T. de; 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.
- FARIAS, I. ; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. et al.. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero no Agreste de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.2, p.341-347, 2000.
- FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo da 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. Recife: Ed. UFPE, 2005. p. 81–104.
- FATONDI, D.; MARTIUS, C.; ZOUGMORE, R. et al. Decomposition of organic amendment and nutrient release under the zai technique in the Sahel. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.85, n.3, p.225-239, 2009.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. 2012. Mapa de observações meteorológicas mensais. INMET. Brasília-DF-Brasil.
- LEITE, M.L. M.V.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. et al.. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. Revista Caatinga, v.27, n.2, p.192-200, 2014.
- LIMA, G.F.C., RÊGO, M.M.T., AGUIAR, E.M. et al. 2015. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea* forage cactus. Acta Hort. (ISHS), v.1067, p.253-258, 2015.
- LIRA, M.A.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. et al. Cactus forage and semiarid sustainability. Acta Hort. (ISHS), v.811, p.327-331. 2009.
- MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germoplasm resources and breeding *Opuntia* for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. (Eds.). Cactus (*Opuntia spp.*) as forage. Rome: FAO, 2001. p.21-28.
- NOBEL, P. S. Biologia Ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESA, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Eds.) Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-48.
- PIZARRO, F. Drenagem agrícola y recuperassem de selos salinos. 2. ed. Madrid: Editorial Espátula S. A, 1985. 542 p.
- SAMPAIO, E.V.S. Fisiologia da palma. In: MENEZES R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e

- novas perspectivas de uso. Recife: Ed. UFPE, 2005, p. 43-56.
- SANTOS, D.C. Estimativa de parâmetros em caracteres de clones da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dick). Recife: UFRPE, 1992.119 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E. M. et al. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.5, n.1, p.1-6, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SOUTO, P.C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, n.1, 2005.
- SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; NASCIMENTO, J.A.M. Liberação de nutrientes de esterco em luvisolo no semiárido paraibano. Revista Caatinga, v.26, n.4, p.69-78, 2013.
- ZÚNIGA-TARANGO, R.; ORANO-CASTILLO, I.; VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, C. et al. Desarrollo radical, rendimiento y concentración mineral en diferentes tratamientos de fertilización. Journal of the Professional Association for Cactus Development, n.11, p.53-68, 2009.