

Palma forrageira na presença ou ausência de nitrogênio e adubação fosfatada

¹ Leandro Alves Pinto, ¹ Antonio Alves Pinto, ² Marcos Silva Tavares, ¹ Luis Fernando Vieira da Silva, ² Felipe Thomaz da Câmara

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita, Rua Quirino de Andrade, 215, Centro, CEP 01049-010, São Paulo, SP, Brasil. E-mails: leandroalvespinto96@gmail.com, antonioufca@gmail.com, Luis_fernandosilva2013@Hotmail.com

² Universidade Federal do Cariri, Avenida Ten. Raimundo Rocha, 1639, Cidade Universitária, CEP 63048-080, Juazeiro do Norte, CE, Brasil. E-mails: Marcfilho021@outlook.com, felipe.camara@ufca.edu.br

Resumo: objetivou-se avaliar a produtividade da palma forrageira submetida a doses de nitrogênio e fósforo em sistema de cultivo adensado. O experimento foi realizado no sítio Croatá, no município de Bodocó – PE. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x2, com três repetições, totalizando 30 parcelas experimentais, sendo o primeiro fator constituído por cinco doses de fósforo (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), que correspondem, respectivamente, a 0, 167, 334, 501 e 668 kg ha⁻¹ de superfosfato simples) e o segundo com a presença ou ausência de nitrogênio (0 e 63 kg ha⁻¹ de N), equivalentes a 0 e 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, respectivamente. As variáveis analisadas foram largura e comprimento dos cladódios, espessura dos cladódios, número de cladódios por metro linear, massa fresca do cladódio e produtividade por hectare. Os resultados demonstraram que os fatores nitrogênio e fósforo apresentaram significância a 0,01 de probabilidade para as variáveis espessura de cladódio e o número de cladódios por metro, respectivamente. A máxima produtividade da palma foi obtida na dose de 69,50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A aplicação do fósforo foi determinante para o aumento da produtividade da palma forrageira. A aplicação do nitrogênio na palma não demonstrou resultados promissores.

Palavras chave: Fertilização, Cactácea, *Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.

Development of forage palm subjected to nitrogen and phosphorus doses

Abstract: The objective was to evaluate the productivity of forage palm submitted to doses of nitrogen and phosphorus in a densely cultivated system. The experiment was conducted in Croatá farm, in the municipality of Bodocó - PE. The experiment was conducted in randomized block design, with 5 x 2 factorial scheme, with three repetitions, totaling 30 experimental plots, being the first factor constituted by five doses of phosphorus (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅), (0, 167, 334, 501 and 668 kg ha⁻¹ of superphosphate simple) and the second with the presence or absence of nitrogen (0 and 63 kg ha⁻¹ of N), equivalent to 0 and 300 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate, respectively. The variables analyzed were cladode width and length, cladode thickness, number of cladodes per linear meter, cladode fresh mass, and yield per hectare. The results showed that nitrogen and phosphorus factors were significant at 0.01 probability for the variables cladode thickness and the number of cladodes per meter, respectively. The maximum productivity of the palm was obtained at a dose of 69.50 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The application of phosphorus was determinant for the increase in the productivity of the forage palm. The application of nitrogen to the palm did not show promising results.

Keywords: Fertilization, Cactácea, *Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.

Introdução

A produção agropecuária das regiões semiáridas precisa ser manejada de forma sustentável, a fim de possibilitar a utilização dessas áreas pelas gerações seguintes. Para isso, é fundamental o uso de espécies adaptadas às condições adversas como altas temperaturas e déficit hídrico (Oliveira et al., 2010 & Pinheiro et al., 2014).

Algumas plantas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) em virtude da alta eficácia no aproveitamento da água tornam-se ótimas opções para o aumento nos rendimentos agropecuários destas regiões. Dentre essas plantas, a palma forrageira (*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill) originária do México se destaca por possui vantagens como resistência à cochonilha-do-carmim e o menor requerimento em fertilidade do solo (Vasconcelos et al., 2009). Scheinvar (2001) relatou algumas de suas características como a presença de espinhos (característica indesejável na alimentação animal), caule suculento, casca verde, porte arborescente de 3 a 5 m de altura, cladódios ovalados com 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e 19 a 28 mm de espessura. Essa espécie se adaptou bem às condições semiáridas em função das características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, decorrentes da adaptação aos rigores climáticos (Soares, 2017).

No Brasil, aproximadamente 600.000 hectares são cultivados com palma, com produtividade no primeiro ano de cultivo em torno de 600 toneladas de massa verde ha⁻¹, quando cultivada sob adubação, sistema de irrigação e adensamento aumentado de acordo com Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [SEBRAE] (2010). Conforme Dubeux et al. (2013), no Nordeste as áreas cultivadas com palma são destinadas a alimentação animal, entretanto, grandes são os esforços governamentais para diversificar o uso da cultura, sendo a fabricação de etanol um dos interesses em decorrência da vasta disponibilidade dessa planta.

O aumento da produtividade da cultura pode ser alcançado mediante a utilização de manejos eficientes da adubação e água, melhorando a disponibilidade desse alimento para os ruminantes e reduzindo os gastos com outros insumos que são responsáveis por cerca de 60 a 70% dos custos da produção pecuária (Ferraz et al., 2019).

Silva et al. (2013) afirmam que a população dessa planta varia de acordo com a fertilidade do solo, quantidade de chuva, tipo de exploração e espécies ou cultivares utilizadas. A cultura apresenta alta capacidade produtiva e, por isso, é capaz de retirar elevadas quantidades de nutrientes do solo, o que foi verificado por Silva (2017) ao testar adubação orgânica nas quantidades 0,0 e 90000 kg ha⁻¹, observaram extração média de 240,1; 35,3; 714,5 e 547,3 kg ha⁻¹ de N, P, K e Ca, para uma produtividade média de 18200 kg ha⁻¹ de matéria seca. Silva et al. (2016) encontraram extrações de nitrogênio pela cultura da palma (*Opuntia*) da ordem de 177 kg de N para cada 10 toneladas de matéria seca produzida.

De acordo com Oliveira (2016), a principal fonte de N para as plantas não leguminosas é o solo, sendo a matéria orgânica a fração do solo mais rica nesse nutriente, mas para suprir às necessidades das culturas e para repor os nutrientes exportados pela colheita, é preciso adicionar nitrogênio aos sistemas produtivos. Outro importante nutriente exigido pela cultura é o fósforo que, conforme Meneghette et al. (2017), é considerado essencial para ocorrer aumentos na produtividade das lavouras, pois faz parte da estrutura da adenosina trifosfato, a qual libera energia para as plantas permitindo que a mesma realize suas funções vitais.

Portanto, é importante a adoção de novas tecnologias que justifique a utilização da adubação, visando o incremento da biomassa da palma forrageira, tendo a rentabilidade do sistema produtivo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a produtividade da palma forrageira submetida a doses de nitrogênio e fósforo em sistema de cultivo adensado.

Material e métodos

O experimento foi realizado no sítio Croatá, no município de Bodocó – PE, situado sob as coordenadas geográficas 40°02'8,16" W, 7°39'51,84" S, a 400 m de altitude, no período de novembro de 2017 a agosto de 2019.

Caracterização da área experimental

De acordo com a classificação de média intensidade de Santos et al. (2018), o solo dessa região é classificado como um Latossolo

Vermelho-Amarelo (Oxisol) distrófico, textura média, relevo suave ondulado. As características

químicas do solo constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados referentes a análise de solo da área experimental.

Análise do Solo												
Amostra	Areia	Silte	Argila	pH	P _(resina)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V
Cm	----- g kg ⁻¹ -----			H ₂ O	mg/ dm ³	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					%	
0-30	398	302	300	5,3	20	1,40	1,90	0,86	0,15	3,52	7,68	53,5

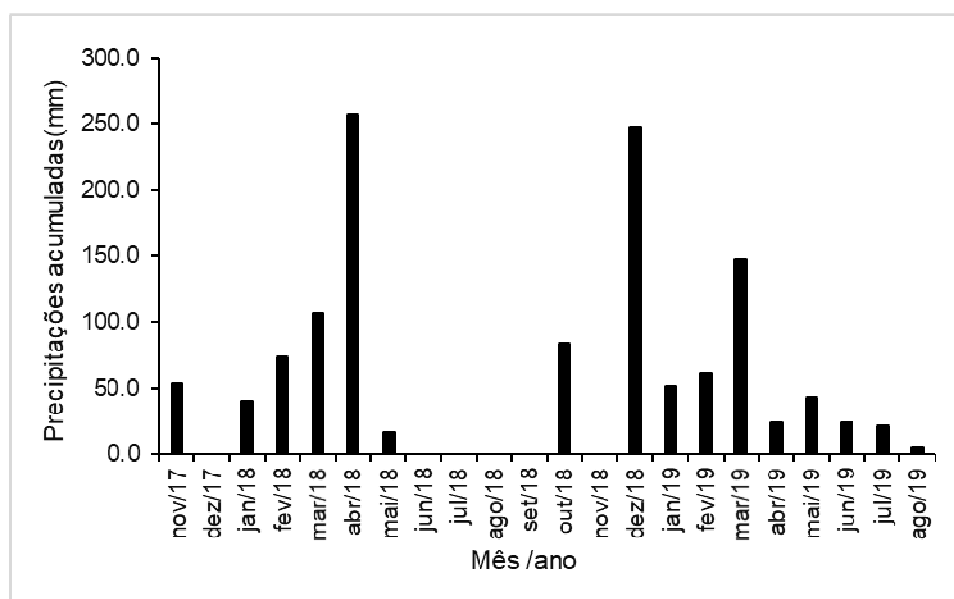
Nota: pH= Potencial hidrogeniônico; P_(resina)= Fósforo; K⁺= Potássio; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; H+Al= Acidez trocável (hidrogênio mais alumínio); CTC= Capacidade de troca de cátions; V= Saturação por bases

O tipo climático BSw^h, caracterizado como semiárido, quente, com estação chuvosa retardada para outono. O mês mais frio apresenta temperatura superior a 18 °C, sendo a estação chuvosa no verão, apresentando inverno seco e verão que concentra toda a precipitação anual. A estação seca pode se prolongar por 7 a 10

meses, com precipitações médias entre 700 e 800 mm.

Os dados das precipitações pluviométricas acumuladas foram extraídos da Agência Pernambucana de Águas e Clima [APAC] (2019), sendo os valores demonstrados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitações acumuladas de novembro de 2017 a agosto de 2019, município de Bodocó.



Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (2019).

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, com três repetições, totalizando 30 parcelas experimentais, sendo o primeiro fator constituído por cinco doses de fósforo (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), que correspondem a 0, 167, 334, 501 e 668 kg ha⁻¹ de superfosfato simples) e o segundo com a

presença ou ausência de nitrogênio (0 e 63 kg ha⁻¹ de N), equivalentes a 0 e 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, respectivamente.

As parcelas experimentais foram constituídas por 5 m de comprimento de fileiras duplas, sendo 2,5 m entre as linhas de mangueira de gotejo e 0,5 m entre as fileiras da palma, e a distribuição na linha de cultivo foi realizada em

fluxo contínuo de cladódios, com um total de 5 cladódios por metro.

Condução do experimento

Inicialmente, realizou-se o preparo da área com a utilização de um trator agrícola acoplado a um arado de discos. Posteriormente foram abertos os sulcos de forma manual utilizando enxadas para realizar a adubação de fundação no limite inferior do sulco, colocando-se apenas o superfosfato simples e coberto com uma fina camada de solo.

A cultivar utilizada foi a *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill conhecida popularmente como “Orelha de elefante”, um clone importado do México. Os cladódios mães permaneceram por um período de 15 dias secando na sombra para perderem o excesso de água e cicatrizarem os ferimentos causados devido ao destaque da planta anterior. A implantação ocorreu no dia 10 de novembro de 2017, colocando-as a uma profundidade de 2/3 do seu tamanho, na quantidade de 5 cladódios por metro. Todas foram depositadas no sentido Leste-Oeste, pois esse sentido possibilita melhor aproveitamento da radiação solar por ambas as faces da palma, permitindo que o propágulo utilize o máximo de luz disponível para produzir fotoassimilados (Lopes, 2012).

Durante a condução do experimento foram realizadas duas capinas manuais com objetivo de eliminar as plantas daninhas diminuindo a competição por água, luz e nutrientes. Apesar de se desenvolver em regiões com pouca precipitação, a palma necessita de água e de outros fatores para expressar o máximo potencial produtivo, com esse propósito, realizou-se a instalação do sistema de irrigação por gotejamento, sendo adicionada a cada 15 dias, no período estiagem, uma lâmina equivalente a $7,5 \text{ L m}^{-1}$, de acordo com a metodologia utilizada por Pereira et al. (2015).

Análise de dados

A colheita foi realizada de forma manual no dia 23 de agosto de 2019, coletando em um metro da parcela todos os cladódios existentes com exceção do cladódio mãe. As variáveis analisadas foram: largura e comprimento dos cladódios, espessura dos cladódios, número de cladódios por metro, massa fresca do cladódio e produtividade por hectare.

Os valores das variáveis largura e comprimento dos cladódios foram mensurados através de uma fita métrica, tendo como

referência o centro do caule modificado e coletando-se os valores de dez cladódios por parcela. As medidas da espessura dos cladódios foram analisadas com um paquímetro digital com três unidades após a vírgula, sendo obtidas sempre da parte central do cladódio. O número de cladódios por metro foi determinado através da contagem de todos os cladódios presentes na parcela útil com um metro de comprimento. A massa fresca do cladódio foi determinada com auxílio de uma balança semi-analítica com precisão de três casas decimais para gramas. A produtividade por hectare foi determinada coletando-se a massa de todos os cladódios em um metro quadrado e depois extrapolado para quilograma por hectare.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e quando significativos, realizou-se o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade para o fator nitrogênio e a análise de regressão para o fósforo, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (Barbosa & Maldonado, 2015).

Resultados e discussões

Os resultados da Tabela 2 demonstraram que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores estudados. Para o fator nitrogênio apenas a espessura de cladódio foi significativamente afetada a 0,01 de probabilidade, ressaltando-se que, para essa variável, a não aplicação de nitrogênio (0 kg ha^{-1} de N) resultou em média superior a aplicação de 300 kg ha^{-1} de N.

Nota-se ainda que, os valores do coeficiente de variação foram baixos ($< 10\%$) e médios (10 e 20%), o que caracteriza uma boa condução do experimento de acordo com Gomes (2009).

Padilha et al. (2016) analisando as características morfométricas e rendimento da palma forrageira cultivar Gigante sobre diferentes configurações de plantio e adubações química, observaram que nenhum dos tratamentos com adubação mineral foi capaz de promover aumentos na largura e comprimento dos cladódios. Conforme Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001) as características genotípicas, largura e comprimento dos cladódios são pouco influenciadas pela adubação química.

Tabela 2 - Análise de variância, análise de regressão e do teste de médias para as variáveis largura (m), comprimento (m) e espessura (m) do cladódio e número de cladódios por metro.

Fonte de Variação	Valores de F			
	Largura	Espessura	Comprimento	Nº cladódio
Blocos	3,39 ^{ns}	3,34 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Fósforo (F)	0,81 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,89 ^{ns}	5,22**
Nitrogênio (N)	2,07 ^{ns}	9,82**	0,31 ^{ns}	3,56 ^{ns}
F x N	1,87 ^{ns}	2,70 ^{ns}	0,84 ^{ns}	2,56 ^{ns}
CV%	4,60	6,52	5,07	16,31
Análise de regressão para o Fósforo				
Linear	1,27 ^{ns}	4,06 ^{ns}	1,51 ^{ns}	12,03**
Quadrática	0,00 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Cúbica	0,15 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,02 ^{ns}	6,52*
Médias de tukey e erro padrão para Nitrogênio				
Nitrogênio	-----m-----			Unidades
Sem	0,21 ± 0,00a	0,015 ± 0,00a	0,27 ± 0,00a	21,93 ± 1,41a
Com	0,20 ± 0,00a	0,014 ± 0,00b	0,27 ± 0,00a	19,60 ± 0,85a

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); CV%: coeficiente de variação. ns: não significativo.

Silva et al. (2011), analisando os aspectos morfológicos e a produção da palma forrageira, cultivar gigante, em sistema de adensamento e submetida à adubação nitrogenada constataram que a máxima espessura do cladódio foi verificada na dose de 0 e 76 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio. Para Silva et al. (2010), o reduzido número de cladódios da cultivar orelha de elefante mexicana pode estar relacionado ao hábito de crescimento ereto e semiaberto, que favorecem a emissão da maioria dos cladódios no ápice do cladódio “mãe”, dificultando a emissão de cladódios laterais, reduzindo assim o número de cladódios por planta.

Verifica-se que o fósforo não influenciou significativamente as variáveis largura, comprimento e espessura do cladódio; todavia, aumentou o número de cladódios por metro (p<0,01). Nascimento (2008), estudando a caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-índica* (L.) Mill sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semiárido da Paraíba, observou que a adubação fosfatada não surtiu efeito sobre as características comprimento e largura da palma forrageira.

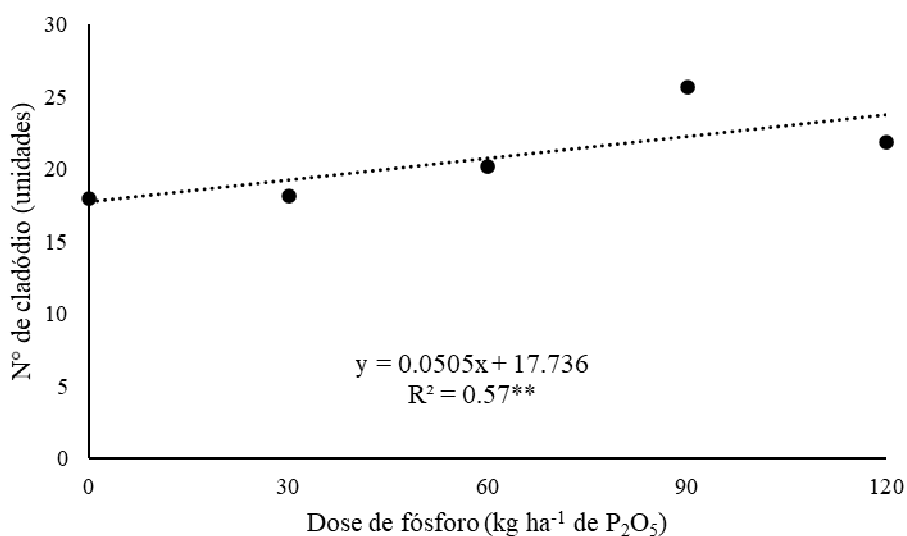
Cavalcanti et al. (2000), trabalhando com solo oriundo de São Bento do Una – PE, testaram níveis de fósforo e potássio sobre o crescimento

da palma forrageira clone IPA-20 e concluíram que não houve efeitos dos tratamentos sobre o comprimento, largura e perímetro da palma.

Na análise de regressão (Tabela 2), observa-se que apenas o número de cladódios por metro obteve significância a 0,05 de probabilidade, com linha de tendência se ajustando ao modelo linear (Figura 2). O acréscimo das doses de fósforo proporcionou aumento do número de cladódios.

Supostamente, pode ter ocorrido alguma influência dos fatores ligados à fertilidade do solo, sendo que a mesma mancha de solo pode apresentar oscilações com relação aos atributos químicos. Montezano (2006) relatou a existência de heterogeneidade dos atributos químicos e físicos de um solo, mesmo que a área seja considerada uniforme.

Resultados semelhantes foram observados por Nascimento (2008) ao analisar a caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo, apresentando significância a 0,01 de probabilidade e o gráfico de regressão se ajustando ao modelo cúbico. O autor observou ainda que a partir da dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ocorreu um acréscimo no número de cladódios.

Figura 2 - Análise da regressão para a variável número de cladódio por metro linear.

Dubeux et al. (2010), avaliando o efeito da adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira-Clone, IPA-201, constataram que não houve influência da adubação fosfatada sobre o número de cladódios, resultado que difere do observado nessa pesquisa.

Na análise de variância (Tabela 3), verifica-se que não houve influência do nitrogênio sobre

as variáveis massa fresca do cladódio e produtividade, enquanto que o fósforo afetou ($p < 0,01$) ambas as variáveis citadas anteriormente. Uma provável explicação para o efeito do P nas variáveis é devido à baixa fertilidade natural dos solos do Nordeste que apresentam baixos teores desse elemento (Soares, 2017).

Tabela 3 - Análise de variância, análise de regressão e do teste de médias para as variáveis massa fresca do cladódio (Mas. /cladódio) e Produtividade da palma por hectare (kg ha⁻¹).

Fonte de Variação	Valores de F	
	Mas. /cladódio	Produtividade
Blocos	0,69 ^{ns}	0,30 ^{ns}
Fósforo (F)	22,19 ^{**}	5,71 ^{**}
Nitrogênio (N)	0,32 ^{ns}	3,20 ^{ns}
F x N	6,37 ^{**}	0,98 ^{ns}
CV%	5,81	18,07
Análise de regressão para o Fósforo		
Linear	-	2,64 ^{ns}
Quadrática	-	9,23 ^{**}
Cúbica	-	5,12 [*]
Médias de tukey e erro padrão para Nitrogênio		
Nitrogênio		kg ha ⁻¹
Sem	-	241293,33 ± 16145,13 a
Com	-	214414,99 ± 10264,93 a

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. **: significativo ($P < 0,01$); *: significativo ($P < 0,05$); CV%: coeficiente de variação. ns: não significativo.

Com relação ao nitrogênio, uma provável explicação para a ausência de significância nos resultados pode ser a baixa dose utilizada, uma vez que Silva (2017) estudando o

desenvolvimento e produtividade da palma sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada verificou que a dose de 600 kg de N

ha⁻¹ aplicada pelo sistema de irrigação foi a que proporcionou maiores produtividades.

Na Tabela 3, nota-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) para interação entre os fatores nitrogênio x fósforo na massa fresca de cladódio, resultados semelhantes aos encontrados por Silva (2012) ao cultivar palma forrageira sob diferentes arranjos espaciais e adubações químicas, onde observou que a massa das plantas adubadas com nitrogênio e

fósforo foram superiores às adubadas apenas com fósforo.

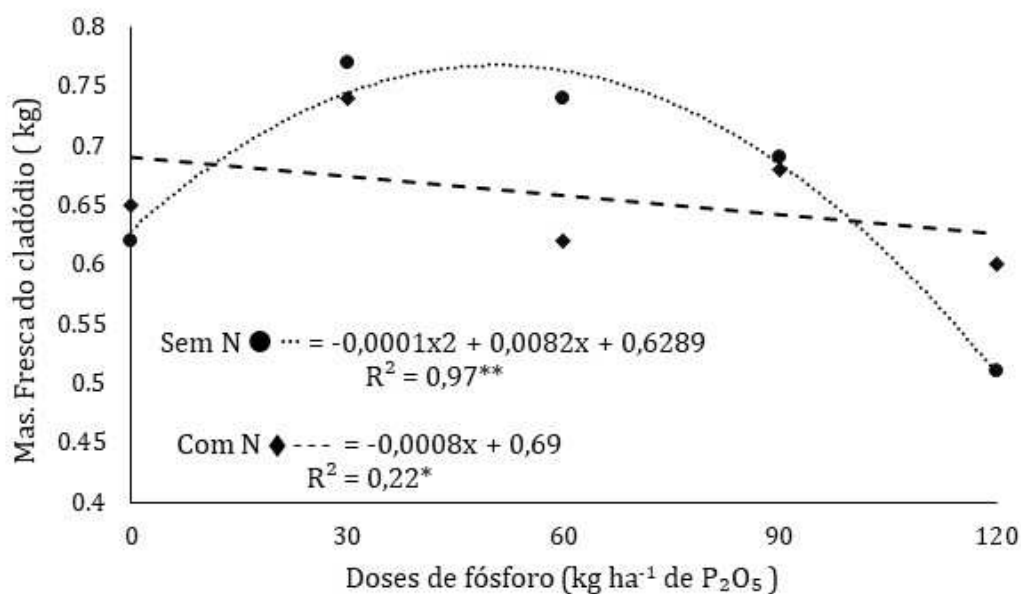
Avaliando o efeito do nitrogênio em cada dose de P (Tabela 4), pode-se verificar que sem a aplicação do nitrogênio a regressão apresentou um modelo polinomial de segunda ordem (Figura 3), sendo o maior valor obtido na dose de 41 kg ha⁻¹ de fósforo, correspondendo a um valor de 0,76 kg ha⁻¹ de massa fresca por cladódio.

Tabela 4 - Desdobramento da interação, fator fósforo dentro da presença ou ausência de nitrogênio para a variável massa fresca do cladódio (kg).

Dose de Fósforo	Nitrogênio	
	(0 kg ha ⁻¹ de N)	(300 kg ha ⁻¹ de N)
0	0,62 ± 0,01 A	0,65 ± 0,01 A
30	0,77 ± 0,00 A	0,74 ± 0,01 A
60	0,74 ± 0,01 A	0,62 ± 0,00 B
90	0,69 ± 0,00 A	0,68 ± 0,00 A
120	0,51 ± 0,07 B	0,60 ± 0,01 A

Nota: Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Figura 3 - Desdobramento da interação, fator nitrogênio dentro de cada nível do fósforo para a variável massa fresca do cladódio.



Com a aplicação de nitrogênio, o modelo da regressão foi do tipo linear onde observa-se que a produtividade da massa diminuiu à medida que aumentou a quantidade de fósforo no solo. Essa ocorrência pode ser atribuída ao fato de que os elementos interagem entre si e podem

competir pelo mesmo sítio de transporte, sendo transportado em maior quantidade o elemento mais abundante no solo.

Na Tabela 4, nota-se o efeito do fósforo dentro das doses 0 e 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia, apenas as doses de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅

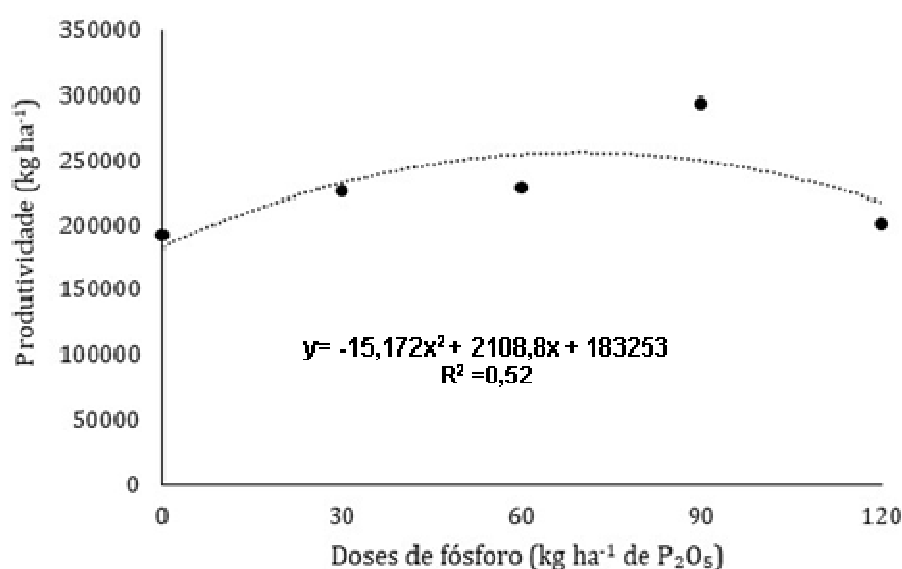
no tratamento sem nitrogênio e a dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no tratamento com nitrogênio obtiveram diferenças significativas. Esse tratamento pode ter sido influenciado pelos vários fatores não controláveis, especialmente os relacionados ao solo, que exibem grande heterogeneidade e variabilidade espacial dos atributos químicos do mesmo (Artur et al., 2014).

A dose de 120 kg ha⁻¹ de fósforo com 300 kg ha⁻¹ de N, influenciou de forma significativa a massa fresca do cladódio da palma, sendo o maior valor obtido com a dose de 120 kg ha⁻¹ de fósforo e 0 kg ha⁻¹ de nitrogênio. De acordo Cantarella (2007), o aumento da produção pode ser atribuído à maior absorção de P e a interação existente entre N e P uma vez que essa interação amplia a absorção do fósforo pela planta.

Cantarella (2007) afirmaram que a adição de N promove o aumento da absorção de P mesmo em solos com alta disponibilidade deste último, nos quais a adubação com fósforo tem pouco ou nenhum efeito.

Verifica-se na Tabela 3, que a análise de regressão demonstrou significância ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) para a variável produtividade da palma por hectare. O modelo polinomial de segunda ordem foi o que melhor representou a análise de regressão, com R² de 52% (Figura 4). Constatase que o aumento das doses de fósforo influenciou de forma positiva a produção da palma forrageira até a dose de 69,50 kg ha⁻¹ de P, onde obteve a máxima produtividade de massa verde de 256.530 kg ha⁻¹.

Figura 4 - Análise de regressão para variável produtividade da palma por hectare.



Padilha et al. (2016) analisando as características morfométricas e rendimento da palma forrageira cultivar Gigante sobre diferentes configurações de plantio e adubações química, também notou que a produção de matéria fresca diferiu entre as doses de adubação e demonstrou que os tratamentos sem adubação de NPK, proporcionou a palma produtividades inferiores à 115.250 kg ha⁻¹, ao passo que os demais tratamentos mostraram acentuada superioridade sendo significativa a 0,05 de probabilidade, atingindo produtividade média de até 226.350 kg

ha⁻¹, valor similar ao obtido nesta pesquisa, com uso da mesma cultivar.

Diante dos resultados obtidos no experimento, ressaltamos que se faz necessário a realização de novas pesquisas em outros ambientes e maiores doses para analisar a resposta à adubação.

Conclusão

A aplicação do fósforo foi determinante

para elevar a produtividade da palma forrageira, sendo a dose de 69,50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ano⁻¹, ideal para as condições ambientais e cultivar em estudo.

A utilização do nitrogênio na palma não demonstrou resultados promissores na dose avaliada.

Referência

- Agência Pernambucana de Águas e Clima. (2019). *Boletins climáticos*. Recuperado de <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/>.
- Artur, A. G., et al. (2014). Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (2), 141-149. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200003>
- Barbosa, J. C., & Maldonado Jr., W. (2015). *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos* (396p). Jaboticabal: FCAV/UNESP.
- Cantarella, H. (2007). Nitrogênio. In: Novais, R. F. et al. (Eds.). *Fertilidade do solo* (pp. 375-470). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Cavalcanti, L. F. M., Santos, M. V. F., & Dubeux Jr., J. C. (2000). Efeito da adição de P e K no crescimento da palma clone IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill.). In: *Jornada de Iniciação Científica* (pp.293). Recife: Ed. FACEPE, 4.
- Dubeux Jr., C. B., et al. (2013). Potential of cactus pear in South America. *Cactusnet Newsletter*, 13 (nosp), 29-40.
- Dubeux Jr., C. B., et al. (2010). Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira-Clone IPA-201. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5 (1), 129-135.
- Ferraz, R. L. S., et al. (2019). Estimation of productivity gain by irrigated and fertilized forage palm plants (*'Opuntia ficus-indica'*(L.) Mill. and *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck): systematic review and meta-analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 13 (11), 1873. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.19.13.11.p2095>
- Gomes, F. G. (2009). *Curso de estatística experimental* (15 ed., 451p). Piracicaba: FEALQ.
- Lopes, E. B. (Org.) (2012). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino* (20p). João Pessoa: EMEPA/FAEPA.
- Meneghette, H. H. A., et al. (2017). Doses de fósforo e potássio em plantas de amendoim na presença e ausência de adubação foliar/doses of phosphorus and potassium in peanut plant in the presence and absence of foliar fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 11 (2), 125-134. DOI: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2017v11n2p125-134>
- Mondragón-Jacobo, C., & Pérez-González, S. (2001). Germplasm resources and breeding *Opuntia* for fodder production. In: Mondragón-Jacobo, C. & Pérez-González, S. *Cactus (Opuntia spp.) as forage* (pp.21-28). Rome: FAO Plant Production and Protection Paper.
- Montezano, Z. F., Corazza, E. J., & Muraoka, T. (2006). Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30 (5), 839-847.
- Nascimento, J. P. (2008). *Caracterização morfológica e estimativa da produção de Opuntia ficus-indica* (L) Mill. *sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semi-árido da Paraíba, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, PB, Brasil.
- Oliveira, F. T., et al. (2010). Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5 (4), 27-37.
- Oliveira Neto, T. I., Costa, M. C. G., & Oliveira, V. P. V. (2016). Acúmulo de nitrogênio em plantas de milho crioulo em resposta à adubação orgânica. *Revista Equador*, 5 (4), 207-220.
- Padilha Jr., M. C., et al. (2016). Características morfológicas e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes adubações e configurações de plantio. *Revista Verde de*

Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 11 (1), 11. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i1.3710>

Pereira, P. D. C., et al. (2015). Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. *Revista Caatinga*, 28 (3), 184-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n321rc>

Pinheiro, K. M., et al. (2014). Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49 (12), 939-947. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200004>

Santos, H. G., et al. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de solos* (356p). Brasília: Embrapa.

Scheinvar, L. (2001). Taxonomia das Opuntia utilizadas. In: Inglese, P., Barbera, G., & Pimenta B. E. (Eds.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2010). *Palma forrageira e adensada e irrigada*. Natal: SEBRAE/RN.

Silva, J. G. M., et al. (2011). *Características morfológicas e produção de matéria seca da palma forrageira cv. gigante adensada submetida à adubação nitrogenada*. Brasília, DF: Embrapa Caprinos e Ovinos.

Silva, J. A. (2012). *Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.

Silva, J. A., et al. (2013). Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8 (2), 342-350. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2431>

Silva, J. A. D., et al. (2016). Extraction/export of nutrients in Opuntia ficus-indica under different spacings and chemical fertilizers. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20 (3), 236-242. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p236-242>

Silva, N. G. D. M., et al. (2010). Relationship between morphological characteristics and productivity of cactus forage clones. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (11), 2389-2397. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100011>

Silva, P. F. (2017). *Crescimento e produtividade de palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

Soares, M. S. (2017). Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. *Nutritime Revista Eletrônica, Viçosa*, 14 (4), 6041-6055

Vasconcelos, A. G. V. D., et al. (2009). Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (5), 827-831.

Recebido em: 15/09/2020

Aceito em: 14/08/2021