

PRODUÇÃO DE FORRAGEM PELA PALMA APÓS 19 ANOS SOB DIFERENTES INTENSIDADES DE CORTE E ESPAÇAMENTOS

Romildo Nicolau Alves

Doutorando, UFPE, Departamento de Energia Nuclear, CEP 50.740.540, Recife-PE, e-mail: nicolauvalves@yahoo.com.br

Iderval Farias

Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), CEP 50761000, Recife-PE, e-mail: iderval@ipa.br

Rômulo Simões Cezar Menezes

Eng. Agr., D.Sc. Professor Adjunto, UFPE, CEP 50.740.540, Recife-PE, e-mail: rmenezes@ufpe.br

Mário de Andrade Lira

Eng. Agr., D.Sc. Professor Adjunto, UFRPE, CEP 52171900, Recife-PE, e-mail: mariolira@terra.com.br

Djalma Cordeiro dos Santos

Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), CEP 56500000, Recife-PE, e-mail: djalma@arconet.com.br

RESUMO - A palma forrageira é uma cultura que possui um elevado potencial de produção de biomassa em agroecossistema da região semi-árida do NE do Brasil, mas apresenta um custo relativamente alto de plantio. Diante disto, é importante desenvolverem-se práticas de manejo que otimizem a produção de forragem da palma pelo maior período de tempo possível. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar, após um período de 19 anos de cultivo: 1. o efeito da intensidade de corte em diferentes espaçamentos sobre a mortalidade de plantas e a produção de forragem da cultura da palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e 2. os efeitos do cultivo da palma em longo prazo sobre a fertilidade do solo. Os resultados mostraram que, os espaçamentos, dentro de cada intensidade de corte, não se diferenciaram quanto à produção de matéria seca (MS). Esta foi superior quando na colheita se conservaram os artigos secundários em relação à preservação apenas dos artigos primários, no espaçamento 2x1. Verificou-se que as aplicações de esterco, em intervalos de dois anos e na dose de 20 t ha⁻¹, causaram acréscimo nos teores de N total (Nt) (P <0,05) do solo e também de P (P <0,01) e Na (P < 0,05), em relação ao solo sob caatinga em área adjacente ao campo de palma. Entretanto, o K extraível do solo foi menor na área cultivada com palma, apesar das aplicações de esterco, indicando que há necessidade de adicionar K através de outra fonte como forma de manter os níveis desse nutriente no solo em longo prazo.

Palavras-chaves: semi-árido, esterco, CAM.

PRICKLY PEAR (*OPUNTIA FICUS INDICA*) FODDER PRODUCTION AFTER 19 YEARS OF CULTIVATION UNDER DIFFERENT PLANTING DENSITIES AND HARVEST INTENSITIES

ABSTRACT : Prickly pear has great potential for biomass production in agroecosystems of the semi-arid region of northeastern Brazil. However, this crop has a relatively high cost of planting, therefore, studies have aimed at management practices that optimize its fodder production for the greatest possible period of time. The present work was conducted within a 19-year old prickly pear field and had the objective of evaluating the effects of different planting densities (5,000 and 10,000 plants ha⁻¹) and harvest intensities (preservation of primary or secondary cladodes during harvest) on biomass production and soil fertility. However, the preservation of secondary cladodes during harvest led to greater biomass production within the density of 5,000 plants ha⁻¹. Fertilization with 20 t ha⁻¹ of manure at 2-year intervals, increased (P < 0.05) soil total N content (Nt) and also soil P extracted by the Mehlich-1 method, in relation to soil under native vegetation in an area adjacent to the prickly pear field. However, soil K extracted by Mehlich-1 the method, was lower in the area cultivated with prickly pear, in spite of the manure applications, showing that there is a need to add K from another source, as a way of maintaining long term levels of this nutrient in the soil.

Key words : semi-arid, manure, CAM.

INTRODUÇÃO

Os agroecossistemas da região semi-árido no NE do Brasil possuem baixa capacidade de produção de forragem. A produtividade é limitada, em parte, pela reduzida disponibilidade hídrica. As médias de precipitação na região fica em torno de 300 e 800 mm ao ano, podendo atingir 1000 mm. Além disso, as chuvas são concentradas em um período de 2 a 4 meses do ano, o que provoca estresse hídrico em cerca de 6 a 9 meses do ano (Menezes e Sampaio, 2000). Isto faz com que a água seja o principal elemento limitante do semi-árido (Sampaio e Menezes, 2002). Como agravante, os solos da região semi-árida são geralmente deficientes em N e P (Sampaio et al., 1995). Diante disto, qualquer espécie vegetal que possa ser utilizada como forragem e que apresente elevada capacidade de produzir biomassa, nas condições de baixa disponibilidade hídrica e de fertilidade dos solos do semi-árido, pode ser de grande valia para a pecuária da região.

A palma tem se destacado neste contexto, uma vez que estudos têm constatado que ela possui uma eficiência de uso da água de aproximadamente 50:1, ou seja, 50 kg de água para cada 1 kg de matéria seca formada, enquanto as plantas C₃ e C₄ apresentam eficiências por volta de 1000:1 e 500:1, respectivamente (Sampaio, 2005). Sendo assim, são necessários estudos para entender melhor o manejo que se deve dar a esta cultura, na região semi-árida. Um outro ponto que vale ser ressaltado, é que, a palma pode ser “armazenada” no campo, ou seja, somente ser colhida quando necessário, sem perda da qualidade da forragem, o que confere maior produtividade e estabilidade aos sistemas de produção animal na região semi-árida. Por esses motivos, essa cultura tem-se expandido fortemente na região, sendo cultivada em aproximadamente 400 mil ha (Farias et al., 1984), apesar dos elevados custos de implantação (Farias et al., 2005).

É importante destacar que, devido aos custos de implantação, a longevidade de campos cultivados com palma torna-se um ponto da maior relevância, pois a manutenção da produtividade do palmar ao longo dos anos elimina a necessidade de renovação do mesmo, o que permitiria ao produtor reduzir gastos com preparo do solo, adubação e compra das raquetes para o plantio (Farias et al., 2005). Assim, faz-se necessário, identificar práticas de manejo capazes de manter a produtividade de uma área sob palma em longo prazo. Práticas, como, por exemplo, espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação têm sido relacionadas como de grande influência sobre a produtividade do palmar. De acordo com Farias et al., (2000), maior produção de MS de artigos de palma gigante foi obtida no espaçamento 2x1 do que no espaçamento 7x1x0,5 após um período de 12 anos. De forma semelhante, Santos et al., (1998)

ao estudarem plantios adensados de palma, 1x0,25 e 1x0,5, observaram que a palma gigante apresentou uma tendência em produzir mais MS, quando cultivada no espaçamento menos adensado.

Quanto ao manejo de colheita, a frequência e intensidade de corte podem influenciar significativamente a produção de forragem pela palma. Uma maior produção de forragem foi observada na frequência de corte de quatro anos, em relação à de dois anos, quando se conservaram os artigos primários, enquanto que na frequência de corte de dois anos, ao se conservar os artigos secundários, a produção de forragem foi superior. Estes resultados sugerem que, ao reduzir a frequência de corte para dois anos, é recomendável maior conservação de artigos secundários, provavelmente, devido ao maior índice de área de cladódio remanescente após o corte, o que permite maior eficiência fotossintética da palma (Farias et al., 2005; Farias et al., 2000).

Com relação à adubação, a aplicação de esterco animal, principalmente de bovino, juntamente com fertilizantes químicos, tem apresentado, até o momento, os melhores resultados quanto à produtividade do palmar (Dubeux JR. e Santos, 2005; Santos et al., 1996). Isto, no entanto, não reduz a importância das aplicações somente de esterco sobre a produtividade dos campos de palma. Doses de 20 a 30 t ha⁻¹ de esterco têm sido utilizadas por produtores, sendo estas aplicadas na época de preparo do solo, pouco antes do plantio, e nos anos subsequentes, após a colheita (Dubeux JR. e Santos, 2005).

Portanto, diante da importância da cultura da palma para a pecuária do semi-árido e da necessidade de entender melhor os efeitos das práticas de manejo sobre a produção desta cultura, o presente trabalho objetivou: 1. quantificar o efeito da intensidade de corte em diferentes espaçamentos na cultura da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) sobre a produção de forragem, após 19 anos de cultivo; e 2. avaliar os efeitos do cultivo de palma em longo prazo sobre a fertilidade do solo, utilizando como referência as áreas sob caatinga adjacentes as parcelas experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada para o estudo localiza-se na Estação Experimental de São Bento do Una, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), localizada na microrregião homogênea do Vale do Ipojuca, Agreste de Pernambuco. As coordenadas geográficas da estação são: 8° 31' 36" S e 36° 33' 0" W. O solo sob qual foi montado o experimento é classificado como Planossolo. O tipo climático é Dda'a' (Semi-árido megatérmico), com vegetação predominante de caatinga hipoxerófila (Farias et al.,

2000). A área experimental encontra-se em uma altitude de 650 m (Santos et al., 1996).

O experimento teve início em janeiro de 1982, no entanto, os dados utilizados para o presente estudo são referentes à colheita da palma em janeiro de 2001. Utilizou-se a palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica* Mill). Informações sobre a produtividade da palma nos primeiros 12 anos de cultivo podem ser encontradas em Farias et al., (2000). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas (28 m x 4 m) e quatro repetições. As parcelas principais (28 m x 16 m) foram constituídas pelos espaçamentos de 2x1; 3x1x0,5 e 7x1x0,5, sendo o primeiro espaçamento de filas simples, e os dois últimos, em filas duplas. As subparcelas foram constituídas pelas duas intensidades de corte avaliadas, as quais foram: conservação de todos os artículos primários ou conservação de todos os artículos secundários. A frequência de corte utilizada foi de dois anos. Na época do plantio não foi realizada adubação, mas nos anos subsequentes aplicou-se 20 t ha⁻¹ de esterco de curral em intervalos de dois anos, após a colheita. Na colheita em 2001 foi contado o número de plantas presentes em cada parcela, determinando-se assim a mortalidade após os 19 anos de cultivo.

Na ocasião da colheita, artículos foram colhidos, posteriormente, submetidos à secagem em

estufa de ventilação forçada a 65 °C, para determinação da MS. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, digerida com uma mistura de ácido sulfúrico e água oxigenada (Thomas et al., 1967) e os teores de P nos extratos da digestão foram analisados por colorimetria (Thomas et al., 1967), o Na e K por fotometria de chama, o N em auto-analisador Technicon (EPA, 1971) e Ca e Mg por espectometria de absorção atômica.

Amostras compostas de solo foram coletadas na profundidade de 0–20 cm tanto na linha como nas entrelinhas de plantio da palma de cada subparcela. Ao lado de cada bloco, coletou-se também amostra composta de solo sob caatinga na profundidade de 0–20 cm. A figura 1 ilustra como essas amostras foram coletadas. Analisou-se o P, K e Na extraível por Mehlich-1, onde o P foi determinado por colorimetria (Thomas et al., 1967) e K e Na por fotometria de chama. Para a determinação do N total no solo (Nt), amostras foram digeridas (Thomas et al., 1967) e as leituras foram feitas em auto-analisador Technicon (EPA, 1971). Utilizou-se KCl 1 mol L⁻¹ para o Ca e Mg trocáveis (EMBRAPA, 1997), determinando-os em espectometria de absorção atômica. O pH foi determinado em água, utilizando-se a relação 1:2,5 (EMBRAPA, 1997).

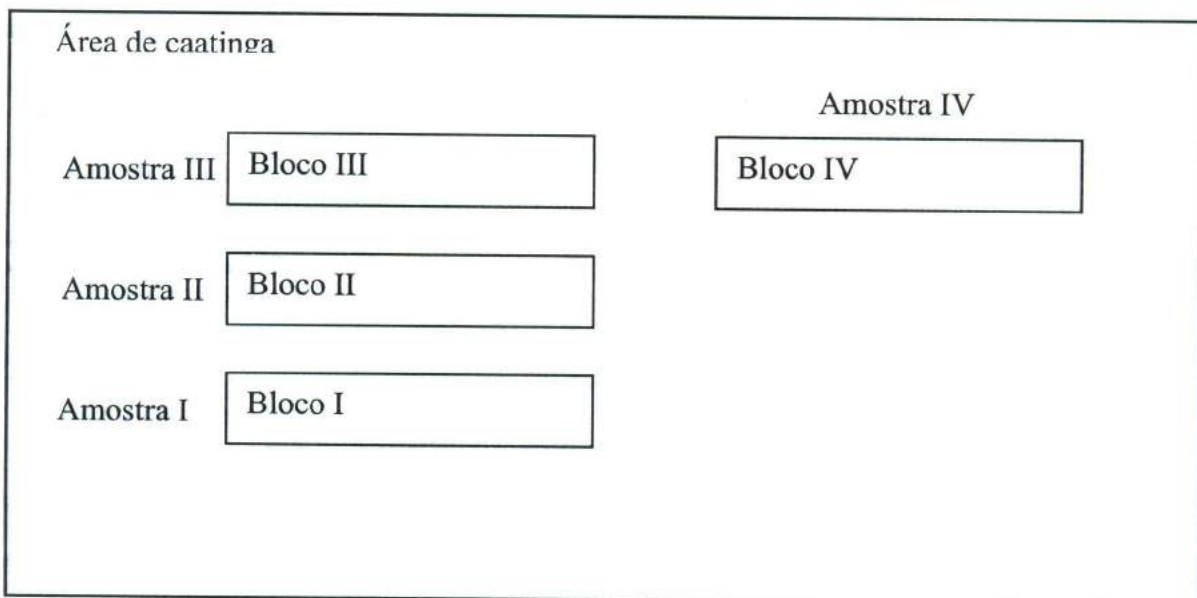


Figura 1. Desenho da área experimental e forma de amostragem na área sob caatinga.

Os dados foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Quanto

aos teores dos elementos no solo, utilizou-se o teste t a 1 e 5%, para se comparar à área sob palma e sob

caatinga. Para análise dos dados, utilizou-se o SAEG versão 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade de biomassa e concentração de nutrientes na matéria seca

De maneira geral, a produção de MS foi sempre maior quando na colheita conservaram-se os artigos secundários (Tabela 1). Este resultado corrobora com o observado por Farias et al., (2000),

onde se verificou que, ao se conservar os artigos secundários, maior produção de biomassa foi obtida. Isto, segundo esses autores, deveu-se a um maior índice de área de cladódio remanescente após a colheita, o que possibilitou às plantas maior eficiência fotossintética. De forma semelhante Carneiro et al., (1989), ao trabalharem com o espaçamento 1x1 e duas intensidades de corte (na junta da raquete secundária e no terço inferior da raquete secundária), verificaram que o corte preservando o terço inferior da raquete secundária permitiu maior produção de forragem.

Tabela 1. Efeito do espaçamento e intensidade de corte de artigos de palma sobre a produção de MS após 19 anos de cultivo de palma.

Esp ⁽¹⁾	Plantas/ha	Intensidades de cortes (conservação dos artigos)	
		Primário	Secundário
-----MS t ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----			
2x1	5000	6,24Ab	13,26Aa
3x1x0,5	10000	5,55Aa	7,84Aa
7x1x0,5	5000	4,95Ab	9,52Aa

⁽¹⁾ Espaçamento. Letras maiúsculas na coluna comparam os espaçamentos dentro de cada intensidade de corte e letras minúsculas na linha comparam intensidades de cortes dentro de cada espaçamento, onde letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Independente do espaçamento e intensidade de corte foi observada uma redução no stand final em relação ao inicial (Tabela 2). Constata-se que os espaçamentos 2x1 e 7x1x0,5 não se diferenciaram (P >0,05) dentro das intensidades de cortes. O espaçamento 3x1x0,5 se diferenciou estatisticamente

(P<0,05) dos demais, em ambas intensidades de cortes, resultado de uma certa forma esperado já que o arranjo espacial permitiu cultivar duas vezes mais plantas em uma mesma área. Quanto se comparou intensidade de corte dentro de cada espaçamento, verificou-se que não diferiram (P >0,05) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito do espaçamento e intensidade de corte sobre número final e mortalidade de plantas de palma, após 19 anos de cultivo da palma.

Esp ⁽¹⁾	Stand ⁽²⁾	Intensidades de cortes (conservação dos artigos)			
		Primário	Secundário	Primário	Secundário
		-----Stand ⁽³⁾ -----		-----Mortalidade % ⁽⁴⁾ -----	
2x1	5000	4.218 Ba	4.140 Ba	16 Aa	17 Aa
3x1x0,5	10000	8.203 Aa	8.281 Aa	18 Aa	17 Aa
7x1x0,5	5000	4.687 Ba	4.375 Ba	6 Aa	12 Aa

(1) Espaçamento. (2) Stand Inicial: número de planta ha⁻¹ no início do experimento. (3) Stand final: número de plantas por hectare no final do experimento. (4) A mortalidade foi obtida pela diferença entre o stand inicial menos o final. Letras maiúsculas na coluna comparam os espaçamentos dentro de cada intensidade de corte e letras minúsculas na linha comparam intensidades de cortes dentro de cada espaçamento, onde letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

(2)

As concentrações de nutrientes na matéria seca, entre os espaçamentos não diferiram estatisticamente (P >0,05) para as concentrações de N, Ca, e Mg; por outro lado, diferiram (P <0,05) para P, K e Na (Tabela 3). Os teores de N, P e K encontrados no presente estudo, independente do espaçamento, encontram-se dentro das faixas verificadas por Menezes et al., (2005), em amostras de palma de 50 propriedades rurais dos estados da Paraíba e

Pernambuco. Santos et al., (1996) encontraram, após quatro colheitas em intervalos de dois anos, com aplicações de 10 t ha⁻¹ de esterco após cada colheita, teor médio de 1,40 g kg⁻¹ de P na MS. As concentrações de Ca e Mg encontram-se dentro dos intervalos verificados por Dubeux JR. e Santos (2005). Santos et al. (1996) relatam concentração média de Ca de 14,9 g kg⁻¹ na MS da *Opuntia ficus indica* Mill.

TABELA 3. Efeito do espaçamento nas concentrações de nutrientes na matéria seca e efeito do espaçamento e intensidade de corte (conservação dos artigos) nos teores exportados pela colheita dos artigos.

Elemento	Esp ⁽¹⁾	CMS ⁽²⁾	Intensidade de corte (conservação dos artigos)	
			Primário	Secundário
		--g kg ⁻¹ --	-----kg ha ⁻¹ -----	
N	2x1	10,89 A ⁽³⁾	59,94 Ab ⁽⁴⁾	151,06 Aa
	3x1x0,5	11,48 A	57,18 Aa	99,41 Aa
	7x1x0,5	13,66 A	69,36 Ab	127,78 Aa
P	2x1	1,76 B	10,56 Ab	24,48 Aa
	3x1x0,5	1,85 AB	9,66 Aa	15,56 Aa
	7x1x0,5	2,56 A	11,60 Ab	27,02 Aa
K	2x1	8,65 AB	51,91 Ab	125,06 Aa
	3x1x0,5	7,76 B	37,87 Aa	67,25 Aa
	7x1x0,5	11,07 A	62,69 Aa	97,22 Aa
Ca	2x1	27,90 A	152,43 Ab	418,13 Aa
	3x1x0,5	25,56 A	137,97 Ab	202,79 Aa
	7x1x0,5	24,36 A	110,82 Ab	249,07 Aa
Mg	2x1	10,61 A	69,74 Ab	133,21 Aa
	3x1x0,5	10,61 A	54,14 Aa	95,18 Aa
	7x1x0,5	11,73 A	59,25 Aa	113,93 Aa
Na	2x1	0,99 B	5,68 Ab	13,96 Aa
	3x1x0,5	0,85 B	4,49 Aa	7,15 Ba
	7x1x0,5	1,23 A	6,82 Aa	10,76 ABa

⁽¹⁾ Espaçamento. ⁽²⁾ Concentração na Matéria Seca. ⁽³⁾ Letras maiúsculas na coluna comparam os espaçamentos, para cada elemento, onde letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ⁽⁴⁾ Letras maiúsculas comparam os espaçamentos dentro de cada intensidade de corte e letras minúsculas na linha comparam intensidades de cortes dentro de cada espaçamento, para cada elemento, onde letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As concentrações de Na na MS, independente do espaçamento, ficaram acima dos valores relatados por Dubeux JR. e Santos (2005), para palma do gênero *Opuntia* (Tabela 3). Nobel e Berry (1985) encontraram concentração de Na de 0,9 mg kg⁻¹ na MS da parte aérea da *Opuntia ficus indica*, a qual encontra-se próxima da verificada no presente estudo. Os valores exportados dos elementos, quando se conservaram os artigos secundários no espaçamento 2x1, foram superiores em relação à conservação dos artigos primários, diferindo entre si (P <0,05) (Tabela 3). Estes valores encontram-se diretamente relacionados com a produção de MS seca, logo estes resultados já eram de uma certa forma esperados, já que a produção de MS, ao se conservar os artigos secundários, apresentou valores superiores. Entre os macronutrientes, o Ca e P foram os elementos mais e menos exportados, respectivamente (Tabela 3), o que se encontra de acordo com Dubeux JR. e Santos (2005).

Nutrientes no solo sob caatinga ou cultivado com palma

Verificou-se que apenas o P (P <0,01) e N, K, e Na (P <0,05) diferiram quanto ao uso da terra pelo Teste t, enquanto que o Ca, Mg e pH não diferiram (P >0,05) (Tabela 4). A concentração de Nt do solo sob o cultivo da palma, provavelmente devido ao longo período de aplicações de esterco, elevou-se significativamente (P <0,05) em relação à caatinga (Tabela 4). De forma semelhante, um acréscimo no conteúdo de Nt do solo foi observado com aplicações de esterco caprino no Agreste paraibano (Menezes e Sampaio, 2002). O conteúdo de Nt do solo sob caatinga, do presente trabalho, é inferior ao conteúdo médio de 0,1 dag kg⁻¹ relatado por Menezes et al., (2005), para 50 solos do semi-árido da Paraíba e Pernambuco. O aporte de esterco nas parcelas em que a palma foi cultivada, o conteúdo de Nt do solo manteve-se acima do conteúdo de Nt do solo sob caatinga, o que reforça a importância da adubação orgânica na manutenção da fertilidade do solo.

TABELA 4. Teores de nutrientes e pH no solo em área sob caatinga e em parcelas adjacentes cultivadas com palma ao longo de 19 anos em São Bento do Una.

Uso da terra	Elemento						pH ⁽¹⁾
	N -dag kg ⁻¹ -	P	K mg/kg	Na	Mg cmolc/kg	Ca	
Caatinga	0,051 B	4,2 B	169,05 A	18,86 B	1,23 A	2,18 A	5,41 A
Palmal	0,061 A	27,6 A	97,47 B	29,44 A	1,10 A	2,51 A	5,19 A
P < ⁽²⁾	0,05	0,01	0,05	0,05	ns ⁽³⁾	ns	ns

⁽¹⁾ Em água (1;2,5); ⁽²⁾ Grau de significância. ⁽³⁾ não significativo.

Observa-se que, para o P, houve um acréscimo nos teores extraídos pelo Mehlich 1 nas parcelas em que a palma foi cultivada com aplicações de esterco, diferindo ($P < 0,01$) dos teores verificados para caatinga (Tabela 4). No presente estudo, o solo sob caatinga apresentou teores médios extraíveis pelo Mehlich 1 que variaram de 3,4 a 5,7 mg kg⁻¹ de P (dados não mostrados), enquanto que Fraga e Salcedo (2004) ao estudarem diferentes intensidades de uso da terra no semi-árido nordestino, verificaram um teor médio de P disponível de 3,01 mg kg⁻¹ para os solos sob caatinga conservada. Quanto ao P extraível, Santos et al., (1996) determinaram um teor extraível médio de 24 mg kg⁻¹ de P, em uma área com palma, com aplicações de 10 t de esterco após cada colheita, as quais eram feitas em intervalos de 2 anos durante um período de 8 anos. Nota-se, que aplicações de esterco elevam os teores extraíveis de P no solo, o que pode ser atribuído ao efeito residual deste adubo orgânico. Menezes e Silva (2005) verificaram também acréscimo nos teores de P extraíveis em um Neossolo Regolítico no Agreste paraibano, após aplicações de doses de 15 t ha⁻¹ de esterco de caprino.

Quanto aos teores extraíveis de K no solo, constata-se que a área sob caatinga apresentou teores maiores do que a área com palma (Tabela 4). Isto, provavelmente, deve-se ao extenso sistema radicular, o que aumenta o volume de solo explorado pela planta de palma, juntamente com a elevada absorção desse elemento pela palma. De acordo com Dubeux JR. e Santos (2005) e Nobel e Berry (1985) o K é um dos macros mais absorvido pela cultura da palma. Santos et al., (1996) encontraram 89 mg kg⁻¹ de K, após aplicações de 10 t ha⁻¹, em intervalos de 2, em uma área com palma. Em relação ao Na, este apresentou valores mais elevados nas parcelas com palma diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) da área com caatinga (Tabela 4). O acréscimo dos teores de Na nas parcelas sob palma foram causados, provavelmente, pelas adições de esterco. Por outro lado, os teores trocáveis de Ca e Mg e o pH do solo não diferiram ($P > 0,05$) entre os usos da terra.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, conclui-se:

1. Os espaçamentos de plantio ou intensidade de corte da palma não diferiram quanto à mortalidade de plantas após 19 anos de cultivo.
2. A preservação dos artigos secundários no momento da colheita da palma levou à maior produtividade de biomassa após 19 anos de cultivo.
3. Os espaçamentos de plantio não tiveram influência sobre a produtividade de biomassa da palma.
4. A aplicação de esterco após cada colheita elevou os teores de Nt, P e Na em relação à área sob caatinga, já os teores de K no solo foram menores na área cultivada com palma, sugerindo que há necessidade de aplicação de outras fontes de K para a manutenção da fertilidade do solo em longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, M. S. S.; VIANA, O. J.; ALBUQUERQUE, J. J. L.; ALMEIDA, F. A. G. Manejo de corte em palma gigante – *Opuntia ficus indica* (L.) Mill – e palma doce – *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dick. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. v.18, n.6, p.526-531, nov/dez.1989.
- DUBEUX JR, J. C. B; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. UFPE: Recife, 2005. p.105-127.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de pesquisa de Solos. 1997. 212p.

- EPA. Methods for chemical analysis of waters and wastes. Environmental Protection Agency. Cincinnati - Ohio. 1971. 312p.
- FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FERNANDES, A. P. M.; FRANÇAS, M. P. O consórcio de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). Caderno Ômega. v.2, p.131-145. 1986.
- FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; FILHO, J. J. T.; SANTOS, M. V. F.; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. v.35, n.2, p.341-347, 2000.
- FRAGA, V. S.; SALCEDO, I.) Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. Soil Science Society of America Journal. v.68, p.215-224, 2004.
- INGLESE, P. Plantação e manejo do pomar. In: INGLESE, P.; BARBELA, G.; BARRIOS, E. P. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. SEBRAE/PB. p.79-93, 2001
- LIMA, N. C. A.; FERNANDES, A. P. M.; FARIAS, I.; ARAUJO, P. E. S.; CAVALCANTI, M. F. M.; DANTAS, A. P. Comparação entre espécies e de espaçamento da palma forrageira, em dois municípios do Agreste de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Fortaleza. Anais. 1974.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JR.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.21-45.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Simulação dos fluxos e balanços do fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no semi-árido paraibano. In: SILVEIRA, L. PETERSEN, P. SABOURIN, E. Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p.249-260.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVEIRA, L. M.; TIESSEN, H.; SALCEDO, I. H. Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: SILVEIRA, L. PETERSEN, P. SABOURIN, E. Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p.249-260.
- MENEZES, R. S. C.; SIVA, O. S. Dinâmica da disponibilidade de nutrientes no solo após adubação com esterco e/ou crotalária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Recife. 2005. CD - ROM.
- NOBEL, P. S.; BERRY, W. L. Influence of soil and mineral stresses on cacti. Journal Plant Nutrition. V.8, p.679-696. 1985.
- SAMPAIO E. V. S. B; SALCEDO I. H & SILVA F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. Reunião Brasileira de Fertilidade dos solos e Nutrição de Plantas, 21, Petrolina, 1994. Anais do Simpósio: Fertilizantes: insumo básico para a agricultura e combate à fome. Petrolina, EMBRAPA-CPTSA/SBCS, p. 51-71. 1995.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Perspectivas de uso do solo no semi-árido nordestino. In: ARAUJO, Q. R. 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus: Ba, 2002. p.339-363.
- SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MORENO, J. A. Produção e composição química da palma forrageira cv. Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem, no Agreste semi-árido de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Pernambucana. v.9, n. especial, p.69-78, 1996.
- SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F. FARIAS, I.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M.; SANTOS, V. F. Adensamento e freqüências de cortes em cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). In: XXXV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. BOTUCATU. 1998.