



Produtividade da palma forrageira em aleias com *Gliricídia sepium* sob adubação orgânica em diferentes espaçamentos no Semiárido

Productivity of forage nopal in alley cropping of gliricídia under organic fertilization and different spacings in semi-arid conditions

Ailton Francisco dos Santos¹, Aldrin Martin Perez-Marin², Maria Iza de Arruda Sarmiento^{3*}

Resumo: No Semiárido brasileiro, a pecuária é uma das principais atividades econômicas. No entanto, a produção de biomassa pelas forrageiras é instável ao longo do tempo, pela irregularidade das chuvas, causando um desequilíbrio entre a oferta e demanda de forragem para alimentar os rebanhos. Uma das estratégias para contornar essa problemática diz respeito ao cultivo de Palma forrageira em consórcio com espécies arbóreas leguminosas. O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido e objetivou-se avaliar o efeito do espaçamento e adubação orgânica, sobre o crescimento e produtividade da palma forrageira em sistema de cultivo de aléias com *Gliricídia sepium*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3×4 , sendo três espaçamentos (2×1 m; 1×1 m e $1 \times 0,5$ m) e quatro adubações (substâncias húmicas, algas marinhas, bocashi e controle), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. As maiores produtividades, incremento corrente anual e o incremento médio anual da palma foram obtidas com o espaçamento $1 \times 0,5$ m. As adubações orgânicas, não influenciaram significativamente na produtividade da palma. Somando-se a forragem produzida pela gliricídia mais a biomassa produzida da palma forrageira, o sistema de cultivo em aléias, produziu anualmente, em média $7,3$ t ha⁻¹ de biomassa e $14,2$ st de lenha, tornando este sistema em um excelente banco de proteína e fonte de energia, como estratégia para promover maior estabilização na produção de biomassa para alimentação animal.

Palavras-chave: Sistema de cultivo agroflorestal; Terras secas; Sustentabilidade.

Abstract: In the Semi-Arid region of Brazil, livestock farming is one of the main economic activities. However, the production of biomass by fodder is unstable over time due to irregular rainfall, causing an imbalance between the supply and demand of fodder to feed the herds. One of the strategies to circumvent this problem concerns the cultivation of forage palm in a consortium with leguminous tree species. The present work was carried out at the Experimental Station of the National Semi-arid Institute and had the objective of evaluating the effect of spacing and organic fertilization on the growth and productivity of the forage palm in a system of alleys cropping with *Gliricídia sepium*. The experimental design was a randomized block design in a 3×4 factorial arrangement, with four replications, three spacing (2×1 m; 1×1 m and $1 \times 0,5$ m) and four fertilizations (humic substances, seaweed, bocashi and Control), for 48 experimental units. The highest yields, annual increment and average annual palm increment were obtained in the $1 \times 0,5$ m spacing. Organic fertilization did not significantly influence palm productivity. In addition to the forage produced by the gliricidia to that of the palm, the system of cultivation in alleys produced an average of 7.3 t ha⁻¹ biomass and 14.2 meters of wood, making this system an excellent bank of protein. As a strategy to promote greater stabilization in the production of biomass for animal feed.

Key words: Agroforestry system; Drylands systems; Sustainability.

*Autora para correspondência

Recebido para publicação em 29/04/2018; aprovado em 22/06/2018

¹Dr. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba. E-mail: ailton.agronomo@gmail.com

²Pesquisador do Núcleo de Desertificação e Agroecologia do Instituto Nacional do Semiárido e Prof. Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba.. E-mail: aldrin.perez@insa.gov.br

³Graduada em Tecnologia em Agroecologia, mestranda do Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: izasarmento1@gmail.com



INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária é a principal fonte de renda para milhões de famílias no semiárido brasileiro devido a sua maior resistência à seca quando comparada às explorações agrícolas, constituindo numa das principais estratégias para a garantia da segurança alimentar, geração de emprego e renda (MENEZES et al., 2005; ARAÚJO; CARVALHO, 2001). Porém, devido à baixa capacidade de suporte animal da vegetação nativa e a limitada área dos estabelecimentos rurais, o desempenho produtivo dos rebanhos é extremamente baixo, principalmente devido à redução da disponibilidade de alimentos no período de escassez hídrica.

Para contornar esse problema no semiárido brasileiro, prevalece o cultivo de duas espécies de palma forrageira, *Opuntia ficus indica* (L.) Mille com as cultivares redonda, gigante e o clone IPA 20 e a *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck cuja cultivar é a palma miúda ou doce. Estas espécies se têm constituído ao longo dos anos, especialmente nos períodos de grandes secas nas principais ofertas hídricas e forrageiras dos rebanhos da região semiárida do Brasil (EDVAN et al., 2013; SILVA; SANTOS, 2006; RAMOS et al., 2011). No entanto na maioria dos cultivos da palma forrageira, tem sido implantado de forma exclusiva, ou seja, em monocultivo, dispensando as práticas de manejo e tratamentos culturais (ex. adubação, espaçamentos, consórcios).

Desta maneira é premente o desenvolvimento de estratégias de manejo da palma, que possam contribuir para o incremento da produção de forragem na região. Uma dessas estratégias são os sistemas agroflorestais, como o cultivo em aléias com *Gliricídia sepium*, leguminosa arbórea resistente à seca que vem sendo cultivada como fonte de forragem e lenha em propriedades rurais da região semiárida. Este sistema pode ser capaz de amortizar os efeitos negativos da alta variabilidade da precipitação pluviométrica, aumentar ou estabilizar a disponibilidade de forragem (PEREZ-MARIN et al., 2007).

O sistema em aléias consiste no plantio de árvores ou arbustos, geralmente, leguminosas, em fileiras suficientemente espaçadas entre si para permitir o plantio de culturas agrícolas entre elas (SANCHEZ, 1995). O manejo desse sistema é baseado em cortes periódicos da parte aérea das espécies arbóreas, comumente entre dois a três cortes por ano e na utilização da biomassa na alimentação animal ou para incorporação ao solo como adubo verde. As árvores ou arbustos perenes presente nesse sistema, ao contrário das herbáceas e culturas anuais, podem explorar nichos de nutrientes e água em camadas mais profundas e são capazes de parar o crescimento em períodos de seca e retomá-lo rapidamente nos momentos de umidade favorável (VAN NOORDWIJK et al., 1996; MOKENNEN et al., 1997; ROWE et al., 1999; GATHUMBI et al., 2003). Isto é particularmente relevante nos agroecossistemas da região semiárida que funcionam de acordo com os pulsos de disponibilidade de recursos, controlados fortemente pela disponibilidade de água (ANDRADE et al., 2006; ANDRADE et al., 2010).

Entretanto, no semiárido brasileiro existem poucos dados quanto a avaliação desses processos em sistema de

cultivo de palma forrageira consorciado com espécies arbóreas. Sendo assim, com este trabalho objetivou-se avaliar a influência do espaçamento e da adubação orgânica sobre o crescimento e produtividade da palma forrageira em sistema de cultivo de aléias com *Gliricídia sepium* em condições semiáridas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Unidade de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), localizado no município de Campina Grande - PB, no planalto da Borborema, cujas coordenadas são latitude Sul 07°14'00'' longitude Oeste 35°57'00'' e altitude de 491 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh, denominado de semiárido quente e seco. O período seco é de 8 meses e a precipitação pluviométrica total anual em 2011, 2012 e 2013 foram 396 mm, 385,1 mm e 99,9 mm, respectivamente, com temperaturas médias do ar e umidade relativa de 31,5°C e 78% (Estação Meteorológica, INSA).

O solo na área experimental foi classificado como um Planossolo Nátrico textura arenosa (EMBRAPA, 2013). Para a caracterização química do solo, foram coletadas 10 amostras simples, na camada de 0-20 cm, em cada parcela, para formar uma composta. Em seguida, foram acondicionadas em saco de polietileno e encaminhadas para análises no Laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Algodão/CNPq. O solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2 mm, e caracterizado quanto aos teores de Carbono orgânico (CO); Nitrogênio (N) total pelo método Kjeldahl; Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e dosados por espectrometria de absorção atômica; Fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) foram extraídos por Mehlich-1, sendo o P determinado por colorimetria e o K e Na, por fotometria de chama; pH em água (1:2,5) (EMBRAPA, 1999), cujos resultados das análises químicas encontram-se na tabela 1.

O experimento foi instalado em uma área de aproximadamente 0,5 ha, na qual foram implantadas, em 2010, fileiras de *Gliricídia sepium* com espaçamento de 6 m entre fileiras e 1 m entre plantas. De janeiro a dezembro de 2010, a área entre as linhas de árvores foi cultivada com palma forrageira nos espaçamentos 2 × 1 m; 1 × 1 m e; 1 × 0,5 m. Em janeiro de 2011, dentro da área experimental foram demarcadas quatro parcelas de 720 m² (6 × 120 m), que corresponderam ao tamanho dos blocos. Cada bloco foi subdividido em 12 parcelas, de 60 m² (6 × 10 m), onde foram implementados os quatro tratamentos de adubação orgânica: 1) Aplicação de 4 L ha⁻¹ ano⁻¹ de Substâncias Húmicas (SH); 2) Aplicação de 4 L ha⁻¹ ano⁻¹ de Algas Marinhas (AM); 3) Aplicação de 5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de Bocado (B) e 4) tratamento controle, sem adubação (T). Os adubos foram aplicados no solo, próximo ao colo das plantas de palma e de gliricídia. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 3 × 4, com quatro repetições, ou seja, três espaçamentos vs quatro adubações.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm da área experimental cultivado com Palma Forrageira em aleias de *Gliricídia sepium* com quatro fontes de adubo orgânico, Campina Grande, PB.

Espaçamento (cm)	Adubação	pH	Ca	Mg	Na	K	SB	H+Al	T	Al	V	P	M.O
		H ₂ O	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹		
2 x 1	Substâncias húmicas	5,8	23,8	11,9	0,6	4,2	40,4	37,8	78,2	2,4	51,8	4,7	10,8
	Algas marinhas	5,6	19,2	11,4	0,7	3,1	34,3	38,8	73,1	3	47,5	3,7	11,1
	Bocashi	5,7	16,4	9,9	0,5	3,7	30,5	33,4	64	2,5	49,8	2,8	9,8
	Controle	5,4	16,7	9,8	0,6	3,2	30,2	29,7	59,9	2,9	52,5	3,5	10,8
1 x 1	Substâncias húmicas	5,5	13,2	8,4	0,4	3,3	25,2	28,9	54,1	2,9	48,8	3,8	10,0
	Algas marinhas	5,4	17,1	9,7	0,6	3,1	30,4	34,1	64,4	3	50,0	4,8	12,2
	Bocashi	5,3	14,8	9,1	0,6	2,6	27,2	38,3	65,5	4	42,5	3,7	11,3
	Controle	5,7	20,8	10,9	0,7	3,3	35,7	26,2	61,9	2,3	59,3	4,4	9,7
1 x 0,5	Substâncias húmicas	5,6	16	14,8	1	2,8	34,5	26,2	60,7	3,5	47,3	18,4	9,0
	Algas marinhas	5,4	15,9	7,8	0,4	3,4	27,6	30	57,5	3,6	49,8	3,2	7,5
	Bocashi	5,3	17,1	9	0,5	2,5	29,2	33,9	63	3,1	48,5	5,3	11,7
	Controle	5,5	13,0	8,2	0,4	2,3	24,2	27	53	14,1	51,0	2,5	9,5
	Média	6,0	17,0	10,0	1,0	3,0	31,0	32,0	63,0	4,0	50,0	5,0	10,0

Para avaliar os efeitos dos tratamentos, foram realizadas avaliações de crescimento e produtividade da palma forrageira e da gliricídia. A determinação da produtividade da cultura da palma forrageira foi avaliada aos 24 e 36 meses após o plantio. Sendo mensurado, o número de cladódios por planta (NCP), comprimento (CC), espessura (EC) e largura do cladódio (LC) e com estes dados estimou-se a produtividade da mesma. O método de estimativa de produtividade utilizado foi o descrito por Menezes et. al. (2005), método de estimativa de estoque de palma, onde é levado em consideração, o número de cladódio por planta e o volume dos cladódios (comprimento × largura × espessura) multiplicado pelo fator 0.535, em que 0.535 é um fator de correção resultante da multiplicação do fator de correção da área do cladódio (0,883) pelo peso específico corrigido do cladódio (0,772 g cm⁻³), pelo valor de π e por ¼, provenientes do cálculo da área da elipse. Os dados foram calculados para toneladas por hectare, tomando como base a densidade de plantas por área. Os dados de produtividade e crescimento foram coletados em quatro plantas de palma escolhidas aleatoriamente dentro de cada repetição, dezesseis plantas por tratamento, cento e noventa e duas plantas no total. As plantas foram identificadas e as leituras feitas anualmente, durante dois anos. Com os dados de produtividade, foi calculado o Incremento Corrente Anual (ICA) e o Incremento Médio Anual (IMA) da palma. Para o cálculo do ICA e IMA foram usadas as seguintes fórmulas:

$$ICA = V - V'$$

Sendo: ICA = Incremento Corrente Anual (t ha⁻¹); V' = Produtividade (t ha⁻¹) medido no ano atual; V = Produtividade (t ha⁻¹) medida no ano anterior.

$$IMA = V/t$$

Sendo: IMA= Incremento Médio Anual (t ha⁻¹); V = Produtividade obtido (t ha⁻¹) em função da idade t (anos); t = Idade da palma (anos).

Para determinação da produção de biomassa da gliricídia, em 2013, as aleias de gliricídia foram podadas a uma altura de 1,0 m. A quantificação da produção de biomassa foi realizada em cada um dos tratamentos (SH, AM, B e T) das áreas consorciadas com gliricídia e palma. Todas as 20 plantas de cada parcela foram podadas e o peso fresco da biomassa podada foi quantificado. A biomassa produzida

pela gliricídia foi agrupada em dois tipos: 1) lenha; e 2) folhas + galhos finos (<1 cm de diâmetro). Sub-amostras desses materiais foram retiradas, pesadas e secas em estufa a 65 °C até atingir peso constante.

Para interpretar os resultados, os dados foram trabalhados no programa estatístico SAS (versão 9.1.3, 2004) e analisados de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano, as variáveis, cladódio por planta (NCP), comprimento (CC), largura (LC), espessura do cladódio (EC), e a produtividade da palma não apresentaram diferença estatística (p≤0,05) dentre os tipos de adubação orgânica (Tabela 2). Entre os espaçamentos houve diferenças estatísticas para NCP e a produtividade. O NCP foi maior no espaçamento 2 × 1 m em comparação aos espaçamentos 1 × 1 m e 1 × 0,5 m, enquanto que a produtividade foi 68% maior no espaçamento 1 × 0,5 m em relação ao espaçamento 2 × 1 m. Entre os espaçamentos 1 × 1 m e 1 × 0,5 m não houve diferenças significativas (Tabela 2).

No segundo ano, NCP, não apresentou diferença quanto aos tipos de adubação orgânica nos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m (menos adensados). No espaçamento de 1 × 0,5 m, as parcelas adubadas com substâncias húmicas apresentaram NCP superior as parcelas sem adubação. Entre as adubações algas marinhas, bocashi e testemunha não houve diferenças significativas. Por outro lado, CC foi maior nas parcelas adubadas com bocashi (nos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m. Em relação a LC não houve diferença estatística entre os tratamentos substâncias húmicas, algas marinhas, bocashi e testemunha quando aplicados nos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m. No espaçamento 1 × 0,5 m o CL no tratamento substâncias húmicas foi superior à testemunha, porém, igual aos tratamentos algas marinhas e bocashi. Quanto a EC, verificou-se que, nas parcelas adubadas com composto bocashi no espaçamento 1 × 1 m, foi 22% superior em comparação aos tratamentos substâncias húmicas, algas marinhas e testemunha (Tabela 2). Nos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 0,5 m, os tratamentos de adubação e a testemunha não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 2). A produtividade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos substâncias húmicas, algas marinhas, bocashi e a testemunha.

Tabela 2. Número de cladódio por planta (NCP), Comprimento cladódio (CC), Largura do cladódio (LC) e produtividade (Massa Verde) de Palma Forrageira cultivada em aleias de *Glicirídia sepium* sob três espaçamentos e três tipos de adubação orgânica (SH, AM, B) em dois anos consecutivos, em Campina Grande, PB.

Espaçamento (m)	1º ano					2º ano				
	SH	AM	B	T	Média	SH	AM	B	T	Média
Nº de Cladódios por planta – NCP										
2x1	10,56a	8,50a	9,56a	9,00a	9,41A	12,88a	11,44a	12,56a	11,38a	12,06A
1x1	7,06a	7,06a	9,00a	9,75a	8,22B	11,08a	8,63a	12,00a	11,52a	10,81A
1x0,5	9,81a	5,69a	6,00a	4,50a	6,50B	11,88 ^a	7,25ab	10,96ab	6,31b	9,10B
Média	9,14	7,08	8,19	7,75	8,04	11,95	9,11	11,84	9,74	10,66
Comprimento do cladódio (cm) -CC										
2x1	26,58a	25,88a	27,56a	25,13a	26,29A	28,04ab	27,28b	31,33a	27,35ab	28,50A
1x1	26,21a	25,86a	26,73a	26,75a	26,39A	27,95b	27,26b	29,08a	28,28b	28,14A
1x0,5	26,41a	25,14a	24,59a	25,82a	25,49A	29,02a	26,27ab	26,06b	27,08ab	27,11B
Média	15,75	15,29	15,49	15,89	15,61	17,31	16,10	16,79	16,84	16,76
Largura do cladódio (cm) – LC										
2x1	15,93a	15,25a	15,96a	15,12a	15,57A	17,49a	16,02b	17,77ab	16,54ab	16,95A
1x1	15,70a	15,65a	15,66a	16,52a	15,88A	17,02a	16,49a	16,77a	17,10a	16,84A
1x0,5	15,63a	14,98a	14,84a	16,03a	15,37A	17,43a	15,78a	15,84a	16,87a	16,48B
Média	15,75	15,29	15,49	15,89	15,61	17,31	16,10	16,79	16,84	16,76
Espessura do cladódio (cm) – EC										
2x1	1,13b	1,51a	1,05b	1,30ab	1,25A	1,83a	1,90a	2,29a	1,91a	1,99A
1x1	1,23a	1,22a	1,13a	1,15a	1,18A	1,83b	1,73b	2,13a	1,75b	1,86A
1x0,5	1,24a	1,09a	1,32a	1,28a	1,23A	1,94a	1,84a	1,91a	1,88a	1,89A
Média	1,20	1,27	1,17	1,24	1,22	1,87	1,82	2,11	1,85	1,91
Produtividade de Massa Verde (MV)(t ha ⁻¹)										
2x1	13,59a	13,86a	12,21a	12,42a	13,02B	31,86a	25,87a	43,97a	27,22a	32,23B
1x1	19,45a	18,84a	22,46a	26,62a	21,84AB	52,77a	36,25a	67,92a	52,99a	52,48AB
1x0,5	56,79a	25,74a	31,71a	25,96a	35,05A	126,22a	61,58a	95,06a	58,47a	85,33A
Média	29,94	19,48	22,13	21,67	23,30	70,28	41,23	68,98	46,23	56,68

SH = Substâncias Húmicas; AM= Algas Marinhas; B = Composto Bocashi e T = Testemunha. Letras minúsculas na linha comparam o número de cladódios por planta, comprimento do cladódio, largura do cladódio, espessura do cladódio e produtividade da palma forrageira entre as adubações no mesmo espaçamento no primeiro e segundo ano; e letras maiúsculas na coluna comparam as médias entre os espaçamentos, letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na comparação dos espaçamentos, o NCP, LC, EC foram de 27%, 4% e 2,5% superiores nos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m em relação ao espaçamento 1 × 0,5 m. Já a produtividade foi 198% maior no espaçamento 1 × 0,5 m em comparação aos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m (Tabela 2).

Os principais efeitos da adubação com substâncias húmicas, algas marinhas e bocashi foram observados, sobre variáveis de crescimento da palma forrageira (NCP, CC, LC e EC), especialmente a partir do segundo ano, provavelmente influenciado pela adaptação da palma no primeiro ano de estabelecimento. É possível que o baixo desempenho das adubações orgânicas quanto a produtividade da palma e da *glicirídia*, esteja associada ao baixo nível de fertilidade do solo e disponibilidade de água, notadamente os valores P e MO (Tabela 1) (TOME JR, 1997; SALCEDO; SAMPAIO 2008). Os valores de P na área experimental variam de 5,3 a 2,5 mg kg⁻¹ de solo, exceto numa das parcelas que o valor de P foi 18 mg kg⁻¹ de solo. Já os teores de matéria orgânica oscilaram entre 12,2 g kg⁻¹ a 7,5 g kg⁻¹. Esses valores de P e MO, sob qualquer tipo de manejo que seja adotado são considerados muito baixos. Além disso, o período estudado foram anos de estiagem na região. O total anual de precipitação de 2012 e 2013 foram de apenas 385,1 e 99,9 mm respectivamente (Estação Meteorológica, INSA).

Na Tabela 3 encontram-se os dados de Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) da produtividade da palma em função dos tratamentos. Nos três espaçamentos o ICA, nas parcelas adubadas com composto B, foi 191% maior do que nas parcelas adubadas com algas marinhas. Entre os tratamentos SH, AM e T não houve diferenças significativas. Na comparação dos espaçamentos verificou-se que o ICA foi 161% e 64% maior no 1 × 0,5 m em relação aos espaçamentos 2 × 1 m e 1 × 1 m, respectivamente. Resultados similares foram obtidos quanto ao Incremento Médio Anual da produtividade da palma (Tabela 3). Nas parcelas adubadas com B, o IMA foi em média de 11,71 t ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto nas parcelas adubadas com SH, AM e T o IMA foi em média 10; 5,44 e 6,14 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. O maior IMA foi obtido no espaçamento 1 × 0,5 m (12 t ha⁻¹ ano⁻¹).

A densidade da palma forrageira nas aléias de *glicirídia* não influenciaram significativamente a produtividade de biomassa (folhas + galhos finos) e lenha da *glicirídia*. A produtividade média de folhas + galhos finos e lenha da *glicirídia* nas parcelas com adubação foi 2,57 t ha⁻¹ e 11,49 t ha⁻¹, respectivamente. Nas parcelas sem adubação foi 2 t ha⁻¹ e 10,31 t ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 3. Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) da produtividade da palma forrageira cultivada em aleias de *Glicirídia sepium* sob três espaçamentos e três tipos de adubação orgânica, em Campina Grande, PB.

Espaçamento	SH	AM	B	T	Média
Incremento corrente anual (t ha ⁻¹)					
2x1	18,27ab	12,01b	31,76a	14,8ab	19,21B
1x1	33,32ab	17,41b	45,46a	26,37ab	30,64B
1x0,5	69,43ab	35,84b	63,35a	32,51ab	50,28A
Média	40,34	21,75	46,86	24,56	33,38
Incremento médio anual (t ha ⁻¹)					
2x1	4,57ab	3,00b	7,94a	3,70ab	4,80B
1x1	8,33ab	4,35b	11,37a	6,59ab	7,66B
1x0,5	17,36ab	8,96b	15,84a	8,13ab	12,57A
Média	10,09	5,44	11,71	6,14	8,34

SH = Substancias Húmicas; AM= Algas Marinhas; B = Composto Bocashi e T = Testemunha. Letras minúsculas na linha comparam o número de cladódios por planta, comprimento do cladódio, largura do cladódio, espessura do cladódio e produtividade da Palma forrageira entre as adubações num mesmo espaçamento no primeiro e segundo ano, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produtividade de biomassa e lenha de plantas de glicirídia consorciada com palma forrageira (espaçada em três diferentes espaçamentos), submetidas à adubações orgânicas, em Campina Grande, PB.

Espaçamento da palma entre as aleias de glicirídia (m)	SH	AM	B	T	Média
Produtividade de MS (t ha ⁻¹)					
2x1	2,34a	2,87a	3,41a	1,65a	2,57a
1x1	3,22a	1,94a	2,91a	2,45a	2,63a
1x0,5	2,37a	2,22a	1,91a	2,06a	2,14a
Média	2,64	2,34	2,74	2,05	2,45
Produtividade de lenha (st ha ⁻¹)					
2x1	17,35a	19,45a	18,81a	10,72a	16,58a
1x1	17,96a	15,66a	8,24a	18,08a	14,98a
1x0,5	14,86a	8,76a	11,1a	12,03a	11,69a
Média	16,72	14,62	12,72	13,61	14,42

SH = Substancias Húmicas; AM= Algas Marinhas; B = Composto Bocashi e T = Testemunha. Letras minúsculas na linha comparam o número de cladódios por planta, comprimento do cladódio, largura do cladódio, espessura do cladódio e produtividade da palma forrageira entre as adubações num mesmo espaçamento no primeiro e segundo ano, onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto a produtividade de biomassa da glicirídia, Perez-Marin et al. (2007) em pesquisa desenvolvida no semiárido paraibano, encontraram valores em parcelas adubadas com esterco bovino e ramas de glicirídia respectivamente de 3,3 e 3,4 t ha⁻¹ de biomassa de matéria seca de glicirídia (média de três anos), sendo 38% superior aos valores médios obtidas na presente pesquisa (2,45 t ha⁻¹, tabela 4). Os mesmos autores também verificaram valores de 2,9 t ha⁻¹ de biomassa de matéria seca de glicirídia nos tratamentos sem adubação, superiores aos encontrados neste estudo (de 1,65 a 2,45 t ha⁻¹) para as parcelas sem adubação orgânica nos espaçamentos 2 × 1 m, 1 × 1 m e 1 × 0,5 m, respectivamente. Em regiões de Tabuleiro Costeiro, no município de Lagarto de Sergipe, onde a precipitação média anual de 1100 mm e menos irregular à da região semiárida, Barreto e Fernandes, (2001) verificaram valores de 5,8 t ha⁻¹ da parte aérea de glicirídia; valores superiores que as médias deste trabalho.

Somando-se a forragem (folhas e galhos) produzida pela glicirídia e a produzida pela palma forrageira, o sistema de cultivo em aleias nos dois anos de cultivo, produziu em média 7,3 t ha⁻¹ de biomassa em matéria seca. Isto torna o sistema de cultivo em aleias um excelente banco de proteína, como estratégia para promover uma maior estabilização na produção de biomassa para alimentação animal (PEREZ-MARIN et al., 2007) e demonstrando que a presença da espécie arbórea no sistema aumenta a eficiência de uso dos recursos (água, luz, nutrientes) para a produção de biomassa. Isto é particularmente importante no semiárido brasileiro, onde a produção de biomassa é um dos fatores limitantes para

a pecuária em sistemas agrícolas familiares. Considerando que a produção de biomassa de matéria seca da Caatinga é de aproximadamente 4 t ha⁻¹ ano⁻¹ (ARAÚJO FILHO; CRISPIM, 2002), mas que apenas 7% (280 kg ha⁻¹) é considerado realmente forragem (LEITE; VASCONCELOS, 2000), o valor encontrado nesse estudo para a produtividade de biomassa de matéria seca do sistema em aleias de 7,3 t ha⁻¹, equivale a 26 vezes a produção de matéria seca por hectare de Caatinga. Levando em consideração o trabalho de Leite e Vasconcelos (2000), onde são necessários 10 ha⁻¹ de Caatinga para alimentar um bovino durante um ano e 1,5 hectares para alimentar um caprino; um hectare cultivado em sistema de aleias com palma e glicirídia, alimentaria 3 bovinos e 17 caprinos por ano.

Por outra parte a lenha produzida (14,42 st ha⁻¹) nesse sistema é uma importante fonte de energia para atender as necessidades das residências domésticas dos pequenos e médios agricultores, uma vez que a lenha na região Nordeste representa 33% da matriz energética (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 2001). A glicirídia possui poder calorífico de 4.980 cal g⁻¹ (BAGGIO, 1984) maior que o da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* = 4.482 cal g⁻¹); pereiro (*Aspidosperma pycnophyllum* = 4.406 cal g⁻¹) e marmeleiro (*Croton sonderianus* = 4.388 cal g⁻¹) espécies muito usadas com fonte de lenha na região (RIEGELHAUT; PAREYN, 2010; RIEGELHAUT; FERREIRA, 2004). Além disso, o cultivo em aleias fornece também matéria prima para a confecção de cercas vivas permanentes, alternativa para substituir o uso das plantas nativas e diminuir a pressão antrópica sobre a caatinga.

CONCLUSÕES

A palma apresentou maior produtividade de biomassa no espaçamento 1 × 0,5m.

A biomassa total de forragem produzida pelo sistema de cultivo em aléias de gliricídia e palma forrageira, é de 7,3 t ha⁻¹ e 14,2 t de lenha.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; DA SILVA, DS. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.4, n.4, p.01-14, 2010.
- ANDRADE, A. P.; SOUSA, E. S.; SILVA, D. S.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S. Produção Animal no Bioma Caatinga: Paradigmas dos 'Pulsos - Reservas'. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. Suplemento, p. 138-155, 2006.
- ARAÚJO FILHO, J. A; CARVALHO, F.C. Sistemas de produção agrosilvopastoril para o Semi-Árido Nordestino. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, J.M, CARNEIRO, J.C., (Ed). *Sistemas Agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa Gado Leite; Brasília: FAO, 2001. p.101-110.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no nordeste do Brasil. In: I Conferência virtual global sobre produção orgânica de bovinos de corte, 2002, University of Contestado – UnC – Concordia Unit- Concordia – SC – Brazil, Embrapa pantanal – Corumbá – MS – Brazil, 2002. p. 1-7.
- BAGGIO, A. J.; Possibilidade de *Gliricídia sepium* (Jacq) Steud. Para Uso em Sistemas Agroflorestais. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, s/n, p. 241-245, 1984.
- BARRETO, A. C. & FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricida sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. *Revista Agropecuária Brasileira*. v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- EDVAN, R. L; FERNANDES, P. D; CARNEIRO, M.S.S; NENDER, D. G; ARAUJO, J. S; ANDRADE, A. P; SOUTO FILHO, L. T. Acúmulo de biomassa e crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 11, p. 373, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAPA. (Brasília, DF). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAPA. *Informática Agropecuária* (Brasília, DF). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 1. ed. Brasília, 1999. 370p.
- GATHUMBI, S. M., CADISCH, G., BURESH, R. J.; GILLER, K. Subsoil nitrogen capture in mixed legume stands as assessed by deep nitrogen-15 placement. *Soil Science Society American of Journal*. v. 67, n. 2, p.573-582, 2003.
- LEITE, E. R.; VASCONCELOS, V. R. Estratégias de alimentação de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do Brasil. In: Simpósio internacional sobre caprinos e ovinos de corte I, 2000. João Pessoa. Anais... 2000. João Pessoa: EMEPA-PB. P 71-80.
- 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. Recife, PE: Editora Universitária UFPE, 2005. 258 p.
- MOKENNEN, K.; BURESH, R. J.; JAMA B. Root and inorganic nitrogen distribution in sesbania fallow, natural fallow and maize fields. *Agroforestry Systems*, v.188, n. 2, p. 319-327, 1997.
- PEREZ-MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v.42 n.5 p. 669-677, 2007.
- RAMOS, J. P. de F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.
- RIEGELHAUPT, E.; FERREIRA, L. A. Estudo da dinâmica dos produtos florestais no setor industrial/comercial do estado da Paraíba. In: PARAÍBA. SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (SUDEMA). *Atualização do diagnóstico florestal do estado da Paraíba – 2004*. João Pessoa: SUDEMA, 2004. p. 191-242.
- RIEGELHAUT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (orgs). *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.
- ROWE, E. C.; HAIRIAH, K.; GILLER, K. E.; VAN NOORDWIJK, M.; CADISCH, G. Direct testing of the “safety-net” role of hedgerow tree roots by 15N placement experiments on an acid soil in Lampung (Indonesia). *Agroforestry Systems*, v. 43, n 1/3 p. 81-93. 1999.
- SALCEDO, I. H; SAMPAIO E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In SANTOS, G. A; SILVA, L. S.; CANELLAS, F. A. O (Ed). *Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais & subtropicais*. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 419-436. 654p.
- SANCHEZ, P. A. Science in agroforestry. *Agroforestry systems*, v.30, n. 1. p.5-55, 1995.
- SAS INSTITUTE Inc. SAS® 9.1.3 ETL Studio: User’s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2004
- SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Electrónica de Veterinária REDVET*, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.
- TOMÉ JR, J. B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.
- VAN NOORDWIJK, M; LAWSON, G; SOUMARÉ, A. GROOT, J.J.R; HAIRIAH, K. Root distribution of tree and crops: competition and/or complementary. In: ONG, C.K. AND HUXLEY, P. (eds) *Tree-Crop Interactions*. CAB International Wallingford. UK, pp. 319-364, 1996.