

Características agrônômicas e composição química da palma forrageira em função de diferentes sistemas de plantio

Peixoto, M.J.A.¹; Carneiro, M.S.de.S.¹; Amorim, D.S.^{2@}; Edvan, R.L.²; Pereira, E.S.¹ e Costa, M.R.G.F.¹

¹Universidade Federal do Ceará. Departamento de Zootecnia. Fortaleza. Ce. Brasil.

²Universidade Federal do Piauí. Curso de Zootecnia. Bom Jesus. Pi. Brasil.

PALAVRAS CHAVES ADICIONAIS

Bromatologia.
Cactácea.
Sistema de cultivo.
Semiárido.

ADDITIONAL KEYWORDS

Bromatology.
Cactus.
Cultivation.
Semiarid.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 11.11.2016
Aceptado/Accepted: 11.05.2017
On-line: 15.01.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
diego.zootecnista@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill) é um importante recurso forrageiro nas regiões semiáridas do Brasil devido ao seu potencial de produção de biomassa em condições de baixa pluviosidade com

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características agrônômicas e composição química em relação a diferentes sistemas de plantio da cultura da Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com arranjo fatorial 2x2x2 com 4 repetições. Os fatores corresponderam a plantas expostas ao sol ou sombreadas (por plantas de *Spondias* spp.), posição de plantio do cladódio da Palma Forrageira (face larga voltada para leste/oeste ou norte/sul) e com ou sem adubação orgânica com esterco de bovino de corte. A Palma Forrageira foi plantada com espaçamento de 1,0m x 0,5m em Quixadá, Ceará, Brasil. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2003 a novembro de 2007, sendo realizado dois corte. Foi avaliada a produção de massa verde a cada dois anos e a produção de massa seca. A composição química foi avaliada no último corte. O sombreamento com Cajá (*Spondias* spp.) com 1,5m de altura promoveu redução na produção de massa verde da palma forrageira, fato não observado no segundo corte para massa seca. No segundo corte a palma que recebeu adubação orgânica obteve maior produção de massa verde com 60,48t ha⁻¹. A posição de plantio do cladódio de palma forrageira influenciou a quantidade de fibra em detergente ácido. A palma forrageira deve ser plantada sem sombreamento, com direcionamento da parte mais larga do cladódio no plantio leste/oeste e com adubação orgânica de esterco bovino.

Agronomic characteristics and chemical composition of the forage palm for different cropping systems

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics and chemical composition for different cropping systems of the culture of forage palm (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill). The experimental design was a randomized complete block design with factorial arrangement 2x2x2 with four repetitions. The factors corresponded to plants exposed to the sun or shaded (by *Spondias* spp.), Cladodes planting position of forage palm (facing wide face east/west or north/south) and with or without organic fertilization with cattle manure cutting. The Forager Palma was planted with a spacing of 1,0m x 0,5m in Quixadá, Ceará, Brazil. The experiment was conducted from November 2003 to November 2007, being held two cutting. green mass production every two years and the dry matter production was evaluated. The chemical composition was evaluated in the final cut. Shading with Caja (*Spondias* spp.) With 1,5m tall promoted reduction in green mass production of forage cactus, which was not observed in the second cut to dry mass. In the second cut palm that received organic fertilizer obtained higher green mass production with 60,48t ha⁻¹. Planting position of the spineless cactus cladodes influenced the amount of acid detergent fiber. The spineless cactus must be planted without shading, with direction of the widest part of cladodes in the east/west planting and organic fertilization of manure.

elevada capacidade de produção de biomassa se comparada à vegetação nativa da caatinga (Neto et al. 2016, p. 323). O potencial de produção está associada à fisiologia da planta, caracterizada pelo seu processo fotossintético, que ao contrário do que ocorre com as

plantas C3 e C4, capta a energia solar durante o dia e a fixa o CO₂ durante a noite (Donato et al. 2014a, p. 152). A Palma forrageira é considerada uma fonte energética de grande potencial para a alimentação de ruminantes, no entanto, possui baixos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB), em relação à recomendação de níveis mínimos indicados para esses animais (Cavalcante et al. 2014a, p. 425). Na cultura da Palma Forrageira o sombreamento e posicionamento do plantio do cladódio podem influenciar a interceptação da luz e eficiência fotossintética, comprometendo o desenvolvimento e produtividade da cultura. A adubação é estratégia de manejo fundamental para aumentar a eficiência da produção de forragem (Ramos et al. 2011a, p. 43). O manejo de adubação, conforme Silva et al. (2016, p. 997) pode melhorar o uso da radiação e o teor nutricional da planta com incremento nas taxas fotossintéticas, no crescimento, na produtividade e, conseqüentemente, no valor nutritivo da forragem produzida. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do sombreamento, posições de plantio e adubação orgânica sobre a produtividade e composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá, Ceará, Brasil, com altitude de 190 m, relevo plano, precipitação pluviométrica média anual de 838 mm, temperatura média entre 26°C a 28°C e radiação média anual de 2210 μmol m².s. O clima é classificado como do tipo Bsh tropical quente e semiárido, segundo a classificação de Köppen. Antes do plantio foram coletadas amostras de solo a uma profundidade de 0 a 20 cm e encaminhadas ao laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) para realização das análises físicas e químicas. O solo foi classificado como Luvisso de textura Franco Arenosa, (Santos et al. 2006, p. 177). De acordo com análise do solo apresentado na **Tabela I** não foi necessário fazer a correção do mesmo. O delineamen-

to experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso com arranjo fatorial (2 x 2 x 2) com 4 repetições. Os fatoriais corresponderam a plantas expostas ao sol ou sombreadas, posição de plantio do cladódio de palma forrageira (face larga voltada para leste/oeste ou norte/sul) e com ou sem adubação orgânica. O plantio foi realizado em novembro de 2003, após o preparo da área, com cladódios de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill) variedade Gigante obtidos no município de Madalena, Ceará, Brasil. A posição de plantio dos cladódios foi orientada de acordo com os tratamentos, sendo enterrados dois terços do cladódio. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas com área útil de 2,0 m², correspondendo a quatro plantas úteis por parcela. Para os tratamentos que receberam adubação, aplicou-se 1 kg de esterco bovino (**Tabela I**) curtido por cova, correspondendo a 20t ha⁻¹ aplicados no plantio em novembro de 2003 e após o primeiro corte em novembro de 2005. Não foi utilizado nenhum tipo de fertilizante agrícola no plantio de palma forrageira e durante o período experimental. As palma forrageiras sombreadas foram cultivadas nas entrelinhas de plantas de Cajá (*Spondias* ssp.), plantadas em 1998 em espaçamento de 7 m x 7 m, que ao longo do período experimental manteve-se a base da copa das árvores a 1,5 m de altura do solo. Os cortes para avaliar a produção de biomassa foram realizados após dois anos (novembro de 2005) e quatro anos (novembro de 2007) do plantio, com colheita no terço inferior do cladódio secundário, e após a colheita os cladódios foram, pesados para determinar a produção de massa verde por hectare. Para determinação da massa seca por hectare as amostras foram levadas para o laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, UFC. As amostras dos cortes da palma forrageira em cada época foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C por 72 horas. As análises da composição química foram realizadas com amostras obtidas no segundo corte (após quatro anos de crescimento) que foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de crivo de 1 mm e acondicionadas em recipientes plástico com capacidade para 100 g. Foram realizadas as determinações

Tabela I. Caracterização do solo e esterco bovino, em Quixadá, Ceará (Soil characterization and manure in Quixadá, Ceará).

Análise Química do Solo									
pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	MO		
-mg kg ⁻¹		-----cmol kg ⁻¹ -----					-g kg ⁻¹ -		
7,20	112,00	0,65	2,30 ^c	1,30	0,08	0,00	8,27		
Análise Granulométrica Solo									
Areia grossa		Areia fina			Silte		Argila		
-----g kg ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----			-----g kg ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----		
400		360			140		100		
Análise Química do Esterco bovino									
N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	
----- g Kg ⁻¹ -----					----- mg Kg ⁻¹ -----				
15,5	9,5	2,0	72,9	17,5	2.089,2	89,0	479,8	589,6	

*pH em água, teores de fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺) e teores de matéria orgânica (MO).

dos teores de matéria seca, proteína bruta em aparelho destilador de nitrogênio, método de Kjeldahl; extrato etéreo em aparelho Goldfish; matéria mineral em mufla elétrica a 600°C, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido realizadas em determinador de fibra modelo ANKOM. Foram usados os métodos descritos em AOAC (*Analytical Methods Association of Official Analytical Chemists*) para determinar os teores de matéria seca (MS, método n° 930.15), cinzas (CZ, método n° 942,05), proteína bruta (PB, método n° 984,13), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo Van Soest et al. (1991, p. 50). Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a fórmula: $CT (\%MS) = 100 - (\%PB + \%EE + \%RM)$. Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância dos tratamentos (sol e sombra, leste/oeste e norte/sul, adubado e não adubado e interação entre os tratamentos), sendo avaliados pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. O modelo matemático utilizado para análise estatística foi:

X_{ijkl} = variável dependente;

$X_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + (\alpha.\beta)_{jk} + (\alpha.\gamma)_{jl} + (\beta.\gamma)_{kl} + (\alpha.\beta.\gamma)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$, em que:

μ = média geral;

ρ_i = efeito do bloco i; i (i = 1, 2, 3,4);

α_j = efeito sol/sombra j, j (j = 1= sol; 2 = sombra);

β_k = efeito leste/oeste norte/sul k, k (k = 1 = leste/oeste; 2 = norte/sul);

γ_l = efeito adubado/não adubado l, l (l = 1 = adubado; 2 = não adubado);

$(\alpha.\beta)_{jk}$ = efeito da interação entre sol/sombra e leste/oeste norte/sul;

$(\alpha.\gamma)_{jl}$ = efeito da interação entre sol/sombra e adubado/não adubado;

$(\beta.\gamma)_{kl}$ = efeito da interação entre leste/oeste norte/sul e adubado/não adubado;

$(\alpha.\beta.\gamma)_{jkl}$ = efeito da interação entre sol/sombra, leste/oeste norte/sul e adubado/não adubado;

ϵ_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados de produção e composição químicas foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para todos os dados. As análises estatísticas

Tabela II. Produção de massa verde ($t\ ha^{-1}$) de palma forrageira (Green mass production ($t\ ha^{-1}$) of forage cactos).

1° Corte (Nov. 2005)	Adubado	Não adubado
Plantio exposto ao sol	41,16 ^{aA*}	30,94 ^{bA}
Plantio com sombreamento	29,32 ^{aB}	28,08 ^{aA}
CV = 105,75		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na coluna) e mesma letra minúscula (na linha) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

foram realizadas com auxílio do pacote computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da interação entre os fatores adubação (com adubação orgânica, sem adubação orgânica) e sombreamento (sombreadas e não sombreada) para produção de massa verde, **Tabela II**. No primeiro corte a produção média de massa verde ($t\ ha^{-1}$) da palma forrageira adubada e exposta ao sol foi maior que no plantio sombreado com plantas de Cajá (*Spondias* spp.). Os cladódios plantados expostos ao sol receberam maior incidência de luminosidade e temperatura favorecendo o processo fotossintético e seu desenvolvimento. O sombreamento pode ter interferido negativamente na produtividade da palma forrageira, em virtude da pequena altura da copa das plantas de *Spondias* sp. (1,5 m), causando um efeito estufa. Bosi et al. (2014, p. 453) trabalhando com plantas forrageiras sombreada em São Paulo, observaram que o sombreamento influenciou negativamente na produção, comportamento semelhante ao encontrado nesta pesquisa. A produção média de massa verde ($t\ ha^{-1}$) da palma forrageira exposta ao sol e adubada com esterco bovino foi 33,03% superior ao não adubado, tendo em vista que o adubo contribui na melhoria da estrutura do solo, além de disponibilizar um maior aporte de nutrientes. Comportamento semelhante foi verificado por Ramos et al. (2014, p.26), avaliando o efeito da adubação orgânica no crescimento vegetativo e rendimento forrageiro de palma forrageira, em que verificou um incremento na produtividade de massa de forragem. Para a produção de massa seca ($t\ ha^{-1}$) houve efeito significativo ($P < 0,05$) para todos os fatores individualmente (**Tabela III**) no primeiro corte (Novembro 2005). A maior produção de massa seca ($t\ ha^{-1}$) foi obtida nos cladódios plantados expostos ao sol, com posição de plantio leste/oeste e adubado com esterco bovino. Isto ocorreu em decorrência da combinação da maior captação de luz e maior absorção de nutrientes, contribuindo positivamente para o desenvolvimento da planta. Segundo Donato et al. (2014b, p. 164) a adubação com matéria orgânica induz o crescimento da planta promovendo o aparecimento de novos cladódios, o que pode justificar o aumento na produção de massa seca de

Tabela III. Produção de massa seca de palma forrageira (Dry matter production of forage cactos).

Produção de matéria seca ($t\ ha^{-1}$) 1° Corte (Nov. 2005)	
Plantio exposto ao sol	9,00 ^{A*}
Plantio com sombreamento	5,38 ^B
Leste/Oeste	8,88 ^A
Norte/Sul	5,53 ^B
Adubado	8,96 ^A
Não Adubado	5,52 ^B
CV (%) = 94,15	

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada parâmetro, (na coluna), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

forragem. No segundo corte realizado em novembro 2007 constatou que houve diferença ($p < 0,05$) apenas para a adubação orgânica, em que as palmas adubadas com esterco bovino apresentaram maior produção de massa verde ($60,48t\ ha^{-1}$) em 59,91% em relação ao não adubado ($37,82t\ ha^{-1}$), em razão provavelmente da melhoria das características físicas e químicas promovidas pela adubação orgânica. Segundo Dubeux Júnior et al. (2013, p. 31) a adubação é fator determinante na produção de massa verde, principalmente nos plantios adensados de palma forrageira. Ainda neste contexto Almeida et al. (2012, p. 575) afirmam que as aplicações de esterco, em intervalos de dois anos e na dose de $20t\ ha^{-1}$, causaram acréscimo nos teores de N total (Nt) do solo e também de fósforo e sódio, em relação ao solo sob caatinga em área adjacente ao campo de palma. É importante ressaltar que para o posicionamento de plantio do cladódio e sombreamento não houve efeito ($p > 0,05$) em relação à produção de massa verde de forragem para o segundo corte (4 anos após o plantio), demonstrando que esses métodos de plantio só tem influência nos primeiros dois anos do cultivo da palma forrageira de sequeiro. Segundo Oliveira et al. (2011a, p. 52) a produtividade da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill) em cultivo adensado após dois anos do plantio pode chegar a $220t\ ha^{-1}$ de massa verde. Esses resultados se devem a utilização de fertilizantes químicos, sendo que os mesmos não foram utilizados neste experimento. Para produção de massa seca de palma forrageira variedade Gigante colhida em novembro de 2007 não houve diferença significativa para o sombreamento, posicionamento de plantio do cladódio e adubação orgânica. Diferentemente do observado na produção de massa verde (Tabela III) para o mesmo corte, fato que comprova que a palma quando adubada com esterco bovino armazena quantidade maior de água em seus cladódios. Houve efeito

($p < 0,05$) de interação entre os fatores sombreamento e posicionamento do cladódio no plantio para palma forrageira variedade Gigante em relação aos teores de fibra detergente ácido (FDA). Para a quantidade de resíduo mineral (RM) e carboidratos totais (CT) observou-se efeito de interação entre os fatores sombreamento e adubação orgânica (Tabela IV). Neste sentido observou-se que os cladódios plantados na sombra e com face mais larga no sentido norte/sul influenciou negativamente no teor de FDA, esse fato pode ter ocorrido devido à menor presença de fibras estruturais nas plantas ocasionadas pelo sombreamento que comprometeu o processo fotossintético. Redução na quantidade de fibra em palma forrageira pode restringir a utilização dessa planta como alimento (Ramos et al. 2015, p. 190), pois baixa quantidade de fibra na alimentação de ruminantes ocasionam distúrbios nutricionais. De acordo com Oliveira et al. (2011b, p. 55) a palma forrageira deve ser fornecida juntamente com fontes alternativas de proteína e de fibra. O sombreamento possui efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade, desenvolvimento morfológico e produção das forrageiras, em que o efeito direto se dá pela alteração da intensidade e qualidade da radiação disponível para as plantas. Pode reduzir a disponibilidade de fotoassimilados para a formação da parede celular secundária. Entretanto, Tonato et al. (2014, 107), avaliando o efeito da luminosidade na resposta de espécies forrageiras, observaram que os efeitos do sombreamento sobre os constituintes da parede celular tem sido geralmente pequenos e inconsistentes, geralmente com maiores diferenças entre as espécies forrageiras do que entre os níveis de sombreamento. Em trabalho realizado por Ramos et al. (2011b, p. 45) para avaliar a composição bromatológica da palma forrageira em função de diferentes espaçamentos, foi encontrado teores de FDA entre 22% e 25%, sendo estes valores superiores aos encontrados neste trabalho. Os cladódios de palma forrageira cultivados sombreados e que não foram adubados com esterco bovino apresentaram maior teor de carboidratos totais. As plantas cultivadas neste sistema tiveram menores quantidades de fibras estruturais e maior quantidade de carboidratos não fibrosos, com isso aumentando os carboidratos totais. Na palma forrageira o uso da radiação é processado pelo cladódio, que promove a produção de carboidratos e de matéria seca (Pinheiro et al. 2014, p. 940). Em relação ao teor de proteína bruta (PB) a palma forrageira apresentou diferença significativa para adubação (Tabela V), em que a palma adubada com esterco bovino obteve maior quantidade de PB (5,15% MS) quando comparada com a não adubada (4,29% PB), resultados semelhantes ao encontrado por Cavalcante et al. (2014b, p. 429) em clones de *Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill que obtiveram teor de proteína bruta ($5,42\% \pm 1,16\%$), fibra em detergente ácido ($20,03\% \pm 3,17\%$) e teores consideráveis de matéria mineral ($15,94\% \pm 4,7\%$). Não houve significância para nenhum dos fatores avaliados em relação aos teores de extrato etéreo e lignina. O teor de matéria orgânica foi maior (78,94% MS) no cladódio da palma forrageira quando cultivada diretamente no sol do que a sombreada (77,44% MS) com cajá.

Tabela IV. Parâmetros de composição química da palma forrageira (Chemical composition parameters of forage cactos).

Fibra detergente ácido (%MS)			
	Leste/oeste	Norte/sul	CV (%)
Plantio exposto ao sol	18,78 ^{aA*}	19,50 ^{aA}	13,44
Plantio com sombreamento	19,79 ^{aA}	16,64 ^{bB}	
Resíduo mineral (%MS)			
	Adubado	Não adubado	CV (%)
Plantio exposto ao sol	13,84 ^{aA*}	14,63 ^{aA}	13,71
Plantio com sombreamento	13,57 ^{aA}	11,48 ^{bA}	
Carboidratos totais (%)			
	Adubado	Não adubado	CV (%)
Plantio exposto ao sol	79,96 ^{aA}	79,74 ^{aA}	2,67
Plantio com sombreamento	79,85 ^{aA}	82,93 ^{bA}	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na coluna) e mesma letra minúscula (na linha) dentro de cada parâmetro não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela V. Composição química da palma forrageira, nos tratamentos sol/sombra, leste-oeste/norte-sul e adubado/não adubado (Chemical composition of forage cactus, treatments sun/shade, east-west/north-south and fertilized/unfertilized).

Tratamento	PB ¹ (%MS)	EE ² (%MS)	MO ³ (%MS)	RM ⁴ (%MS)	CT ⁵ (%MS)	FDA ⁶ (%MS)	LIG ⁷ (%MS)
Sol	4,59 ^A	1,31 ^A	78,94 ^A	14,23 ^A	81,36 ^A	19,14 ^A	3,08 ^A
Sombra	4,89 ^A	1,22 ^A	77,44 ^B	12,52 ^B	79,85 ^A	18,27 ^A	2,84 ^A
Leste/oeste	4,81 ^A	1,36 ^A	78,35 ^A	12,90 ^A	80,91 ^A	19,28 ^A	3,28 ^A
Norte/sul	4,65 ^A	1,16 ^A	77,97 ^A	13,94 ^A	80,23 ^A	18,11 ^A	2,64 ^A
Adubado	5,15 ^A	1,22 ^A	77,61 ^A	13,70 ^A	79,90 ^A	18,53 ^A	3,24 ^A
Não adubado	4,29 ^B	1,31 ^A	78,75 ^A	13,08 ^A	81,30 ^A	18,92 ^A	2,68 ^A
CV (%) ⁸	13,80	26,60	2,57	13,71	2,67	13,44	38,37

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada parâmetro, (na coluna), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹Teor médio de proteína bruta (PB), ²estrato etéreo (EE), ³matéria orgânica (MO), ⁴resíduo mineral (RM), ⁵carboidratos totais (CT), ⁶fibra detergente ácido (FDA) e ⁷lignina (LIG) na matéria seca da palma forrageira, ⁸coeficiente de variação (CV).

CONCLUSÃO

O sombreamento com cajá (*Spondias ssp.*) de 1,5 m de altura promove redução na produção de massa verde da palma forrageira. A adubação com esterco bovino e o posicionamento de plantio leste/oeste promovem maior incremento de produtividade na palma forrageira. A palma forrageira pode ser plantada nas posições leste/oeste ou norte/sul sem interferência na composição química.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, J, Peixoto, CP, & Ledo, CAS 2012, 'Desempenho vegetativo da palma forrageira', *Revista Enciclopédia Biosfera*, vol. 8, no. 15, pp. 571-581.
- AOAC, 1990, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 'Official methods of analysis', 15.ed. Washington: AOAC, 1298p.
- Bosi, C, Pezzopane, JRM, Sentelhas, PC, Santos, PM, & Nicodemo, MLF 2014, 'Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril', *Revista Pesquisa agropecuária brasileira*, vol. 49, no. 6, pp. 449-456.
- Cavalcante, LAD, Santos, GRA, Silva, LM, Fagundes, JL, & Silva, MA 2014a, 'Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo', *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 44, no. 4, pp. 424-433.
- Cavalcante, LAD, Santos, GRA, Silva, LM, Fagundes, JL, & Silva, MA 2014b, 'Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo', *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 44, no. 4, pp. 424-433.
- Donato, PER, Pires, AJV, Donato, SLR, Bonomo, P, Silva, JA, & Aquino, AA 2014a, 'Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica', *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 9, no. 1, pp. 151-158.
- Donato, PER, Pires, AJV, Donato, SLR, Silva, JA, & Aquino, AA 2014b, 'Valor nutritivo da palma forrageira 'gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino', *Revista Caatinga*, vol. 27, no. 1, pp. 163-172.
- Dubeux Júnior, JCB, Araújo Filho, JT, Santos, MVF, Lira, MA, Santos, DC, & Pessoa, RAS 2013, 'Potential of cactus pear in South América', *Cactusnet Newsletter*, vol. 13, edição especial, pp. 29-40.
- Neto, JP, Soares, PC, Batista, AMV, Andrade, SFJ, Andrade, RPX, Lucena, RB, & Guim, A 2016, 'Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck]', *Revista Pesquisa Veterinária Brasileira*, vol. 36, no. 4, pp. 322-328.
- Oliveira, ASC, Cavalcante Filho, FN, Rangel, AHN, & Lopes, KBP 2011a, 'A palma forrageira: alternativa para o semiárido', *Revista Verde*, vol. 6, no. 3, pp. 49-58.
- Oliveira, ASC, Cavalcante Filho, FN, Rangel, AHN, & Lopes, KBP 2011b, 'A palma forrageira: alternativa para o semiárido', *Revista Verde*, vol. 6, no. 3, pp. 49-58.
- Pinheiro, KM, Silva, TGF, Carvalho, HFS, Santos, JEO, Moraes, JEF, Zolnier, S, & Santos, DC 2014, 'Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira', *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 49, no. 12, pp. 939-947.
- Ramos, AO, Ferreira, MA, Santos, DC, Vêras, ASC, Conceição, MG, Silva, EC, Souza, ARDL, & Salla, LE 2015, 'Associação de palma forrageira com feno de maniçoba ou silagem de sorgo e duas proporções de concentrado na dieta de vacas em lactação', *Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 67, no. 1, pp. 189-197.
- Ramos, JPF, Leite, MLMV, Oliveira Junior, S, Nascimento, JP, & Santos, EM 2011a, 'Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos', *Revista Caatinga*, vol. 24, no. 3, pp. 41-48.
- Ramos, JPF, Leite, MLMV, Oliveira Junior, S, Nascimento, JP, & Santos, EM 2011b, 'Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos', *Revista Caatinga*, vol. 24, no. 3, pp. 41-48.
- Ramos, JPF, Santos, EM, Freitas, FF, Candido, EP, Lima Junior, AC, Leite, MLV, & Oliveira Junior, S 2014, 'Caracterização técnica dos sistemas de produção de palma forrageira em Soledade, PB', *Revista Agropecuária Técnica*, vol. 35, no. 1, pp. 23-30.
- Tonato, F, Pedreira, BC, Pedreira, CGS, & Pequeno, DNL 2014, 'Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo', *Revista Ciência Rural*, vol. 44, no. 1, pp. 104-110.
- Van Soest, PJ, Robertson, JB, & Lewis, BA 1991, 'Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition', *Journal of Dairy Science*, vol. 74, no. 10, pp. 35-83.
- Santos, HG, Jacomine, PKT, Anjos, LHC, Oliveira, VA, Oliveira, JB, Coelho, MR, Lumberras, JF, & Cunha, TJJ 2006, 'Sistema brasileiro de classificação de solos', Rio de Janeiro, Brasil, 306 pp.
- SAS, 2004, User's Guide, 'Statistical Analysis System Institute', Cary, North Carolina. 5135 pp.
- Silva, NGM, Santos, MVF, Dubeux Júnior, JCB, Cunha, MV, Lira, MA, & Ferraz, I 2016, 'Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear', *Revista Caatinga*, vol. 29, no. 4, pp. 976-983.