



**PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE'
CULTIVADA EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS COM ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

JOAQUIM LIMA DE BARROS

2014

JOAQUIM LIMA DE BARROS

**PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE' CULTIVADA EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes

UNIMONTES
MINAS GERAIS-BRASIL
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Barros, Joaquim Lima de

B277p Palma forrageira ‘Gigante’ cultivada em diferentes espaçamentos com adubação orgânica [manuscrito] / Joaquim Lima de Barros. – 2014.

64 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014.

Orientador: Prof. D.Sc. Virgílio Mesquita Gomes.

1. Adubação orgânica. 2. Esterco bovino. 3. Palma forrageira. I. Gomes, Virgílio Mesquita. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.20868

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

JOAQUIM LIMA DE BARROS

**PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE' CULTIVADA COM ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA EM 27 DE MARÇO DE 2014

Prof. Dr. Dorismar Davi Alves - UNIMONTES

Prof. Dra. Prof^a Eleuza Clarete Junqueira Sales. - UNIMONTES

Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato - IF BAIANO GUANAMBI

Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes
UNIMONTES
Orientador

UNIMONTES
MINAS GERAIS-BRASIL
2014

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Virgílio Mesquita Gomes, pela orientação, confiança, amizade e toda ajuda dedicada no decorrer do curso.

Ao Prof. Dorismar David Alves, pela coorientação e toda ajuda disponibilizada.

Ao Prof. Sérgio Luiz Rodrigues Donato, pela coorientação, presteza, esforço e exemplo de dedicação, que Deus o ilumine nos caminhos da vida.

Aos colaboradores Prof. Paulo Emílio Rodrigues Donato, João Abel da Silva, que contribuíram muito para a execução desta dissertação.

À Unimontes – Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Janaúba, em especial aos professores do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Instituto Federal Baiano – Campus Guanambi, nas pessoas dos professores Sérgio Luiz Rodrigues Donato, Paulo Emílio Rodrigues Donato, João Abel Cotrim da Silva, Aureluci Alves de Aquino e Carlos Elízio Cotrim, que viabilizaram a realização deste projeto.

Ao laboratório de Bromatologia da Unimontes Campus de Janaúba na pessoa da Prof^a Eleuza Clarete Junqueira Sales.

Aos meus meninos, Lucas, João Pedro e João Vítor, que contribuíram na colheita do experimento.

À coordenação do programa de pós-graduação em Zootecnia, na pessoa da professora Maria Dulcinéia, pela oportunidade, credibilidade e apoio moral; a minha gratidão.

Ao amigo Bernardo Vianna no suporte dado com a utilização da informática.

Aos meus pais, Franco e Anália (*In memoriam*).

Em especial a Leidimar Teixeira Ledo, esposa e companheira.

Enfim, a todas as pessoas que de uma forma direta ou indireta tenham contribuído para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Adubação Orgânica	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Descrição das condições experimentais.....	18
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3. Avaliações.....	24
3.3.1. Características estruturais	24
3.3.2. Composição bromatológica	25
3.3.3. Rendimento forrageiro.....	27
3.4. Processamento e análise.....	28
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Características estruturais	29
4.1.2. Número de cladódios	29
4.1.3. Altura da planta.....	32
4.1.4. Largura dos cladódios.....	33
4.1.5. Comprimento do cladódio	35
4.1.6. Índice de área do cladódio	37
4.2. Rendimento forrageiro.....	38
4.2.1. Produção de massa verde.....	38
4.2.2. Produção de matéria seca.....	40
4.3. Composição bromatológica	42
4.3.1. Proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e cinzas	43
4.3.2. Teor de matéria seca	48
4.3.3. Nitrogênio não proteico	52
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

RESUMO

BARROS, Joaquim Lima de. **Palma forrageira 'Gigante' cultivada com adubação orgânica**. 2014. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

A sustentabilidade da agricultura depende de manutenção de níveis adequados ou de incorporação de matéria orgânica ao solo, especialmente no semiárido. Trabalho com incremento de doses de esterco bovino mostra maior extração de nutrientes do solo, aumento dos seus teores nos cladódios, melhoria da qualidade e da produtividade de forragem pela palma 'Gigante'. Contudo, por se tratar de uma cultura perene, esses resultados requerem avaliação em mais de um ciclo para segurança na extrapolação, pois há diferenças entre anos, particularmente com relação aos fatores climáticos. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar características estruturais, bromatológicas e a produtividade da palma forrageira 'Gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos de plantio e doses de adubação orgânica com esterco bovino, no segundo corte, num Latossolo Vermelho-Amarelo. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 3, quatro doses de adubação orgânica com esterco bovino (0; 30; 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) e três espaçamentos (1,00 x 0,50; 2,00 x 0,25 e 3,00 x 1,00 x 0,25 m), num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Aos 930 dias após o plantio, 330 dias após o primeiro corte determinaram-se altura da planta, número, comprimento, largura e índice de área dos cladódios, teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido, nitrogênio não proteico, produção de massa verde e de matéria seca. Submeteram-se os dados à análise de variância e posteriormente realizaram-se comparações entre as médias dos diferentes espaçamentos pelo Teste de Tukey (P<0,05) e análise de regressão para as diferentes doses de esterco e, quando significativas, as interações foram desdobradas. O incremento das doses de esterco bovino até 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ melhoram as características estruturais e o rendimento da palma forrageira 'Gigante', expressos pelo aumento da quantidade de cladódios por planta, altura da planta, índice de área de cladódios, produção de massa verde e de matéria seca, independentemente dos espaçamentos utilizados. O incremento das doses de esterco bovino até 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ aumentam os teores de proteína bruta e fibra em detergente ácido e decresce os teores de matéria seca em palma forrageira 'Gigante'.

Palavras-chave: Arranjo populacional, características estruturais, esterco bovino, *Opuntia*, produção, qualidade nutricional.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Virgílio Mesquita Gomes (Orientador) - UNIMONTES; Prof. Sérgio Luiz Rodrigues Donato (Coorientador) - IF Baiano

ABSTRACT

BARROS, Joaquim Lima de. '**Gigante**' forage cactus cultivated with organic fertilization. 2014 .72 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG².

The sustainability of agriculture depends on maintaining adequate levels or incorporation of organic matter in the soil, especially in the semi-arid. Work with increment of doses of cattle manure shows a greater extraction of nutrients from the soil, increase of their contents in cladodes, improving of the quality and productivity of forage by the 'Gigante' cactus. However, because it is a perennial crop, these results require assessment in more than one cycle for safety on extrapolation, since there are differences between years, particularly in relation to climatic factors. Thus, the objective of this work was to evaluate structural characteristics, bromatological ones and productivity of 'Gigante' forage cactus grown under different planting spacing and levels of organic fertilization with cattle manure, in the second cut, on a red-yellow latosol. The treatments were arranged in a 4 x 3 factorial scheme, four doses of organic fertilization with cattle manure (0; 30; 60 and 90 Mg ha⁻¹ year⁻¹), three planting spacings (1.00 x 0.50; 2.00 x 3.00 x 1.00 and 0.25 x 0.25 m) in a randomized block design, with three replicates. At 930 days after planting, 330 days after first cut, we determined plant height, number, length, width and index of cladodes area, content of dry matter, crude protein, acid detergent fiber, non-protein nitrogen, production of fresh mass and dry matter. The data were submitted to analysis of variance, proceeded to comparisons between the averages of the spacing by Tukey's test (P < 0.05) and regression analysis for different levels of manure and, as they were significant, the interactions were unfolded. Increasing doses of cattle manure up to 90 Mg ha⁻¹ year⁻¹ improve the structural characteristics and yield of 'Gigante' forage cactus, expressed by increasing the amount of cladodes per plant, plant height, cladodes area index, production of fresh mass and dry matter, regardless of the used spacing. Increasing doses of cattle manure up to 90 Mg ha⁻¹ year⁻¹ increase the levels of crude protein and acid detergent fiber, and decreases the levels of dry matter in 'Gigante' forage cactus.

Keywords: cattle manure, nutritional quality, *Opuntia*, population arrangement, production, structural features.

² **Guidance Committee:** Prof. Virgílio Mesquita Gomes (Adviser) - UNIMONTES;
Prof. Sérgio Luiz Rodrigues Donato (Co-adviser) - IF Baiano

1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro abrange uma área de 969.589,4 km², representa 11,39 % do território brasileiro, 60 % da região Nordeste e possui mais de 20 milhões de pessoas, cerca de 8 milhões em área rural (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). Esse "Estado do Sertão" (MELO, 2014) inclui municípios da região Nordeste e também do estado de Minas Gerais, tem no clima o seu elemento natural de identidade, caracterizado pela baixa quantidade e irregularidade das chuvas, excesso de radiação, temperaturas altas, ventos com velocidade elevada, que constituem fatores de estresse e limitam o desenvolvimento normal de atividades econômicas tradicionais como pecuária e agricultura, o que resulta em grandes custos sociais. O total de chuvas anual situa-se entre 300 e 800 mm, com média em torno dos 700 mm, concentrados entre três a cinco meses, seguido por uma estação seca que dura de sete a nove meses (CODEVASF, 2011).

Essas condições adversas tornam a produção de forragem sazonal, com abundância na época chuvosa e escassez no período seco, o que constitui entrave ao sucesso da atividade pecuária. A sustentabilidade desses ecossistemas demanda manejos dos sistemas agrícolas fundamentados no uso de espécies e práticas de cultivo adaptados às suas condições para manutenção da sua resiliência.

A geração de tecnologias capazes de contribuir para o processo de transformação desta realidade perpassa a exploração de culturas mais apropriadas a suportarem os fatores de estresse abióticos predominantes nessas regiões, que exijam poucos insumos externos à propriedade, demandem manejo cultural simples, tenham longevidade e produtividades adequadas de alimento e forragem. Esse fato impulsiona e justifica a realização de pesquisas com objetivo de encontrar alternativas de manejo para viabilizar o desenvolvimento de tais

localidades, pois sistemas tradicionais de manejo levam à redução na qualidade, resistência e resiliência dos solos do semiárido brasileiro (FIALHO *et al.*, 2013), especialmente na superfície do solo e requer períodos de repouso longos para retornar suas propriedades.

A palma forrageira 'Gigante' (*Opuntia ficus-indica* Mill) constitui alternativa comprovada para os rebanhos das regiões semiáridas. Os sistemas de cultivo da palma forrageira, como qualquer cultura, são influenciados por diversos fatores: condições climáticas, qualidade do solo, tamanho da propriedade, oferta de mão de obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, custos de aquisição de insumos, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, pragas e doenças, cultivo consorciado ou solteiro e espaçamento utilizado, dentre outros. Apesar de bastante plantada em todo o semiárido, sua produtividade ainda é considerada baixa, embora tenha melhorado nos últimos anos. Atualmente há uma expansão do cultivo da palma forrageira na região semiárida da Bahia, cuja principal finalidade é a produção de forragem (ALMEIDA, 2011).

A palma forrageira possui mecanismos fisiológicos especiais quanto à absorção, aproveitamento e perda de água. Sob estresses ambientais intensos a palma expressa a sua capacidade adaptativa. Entretanto, nas épocas de maior disponibilidade de água e de nutrientes, sobretudo com adoção de estratégias de manejo de espaçamentos, densidades de plantio e adubações mais adequadas, altera o seu comportamento fisiológico com conseqüente incremento no crescimento, na produtividade e na qualidade nutricional (NOBEL, 2001).

A sustentabilidade da agricultura é dependente de manutenção de níveis adequados ou de incorporação de matéria orgânica ao solo, especialmente no semiárido (FIALHO *et al.*, 2013), o que contribui para aumentar a resiliência no solo. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar características estruturais, bromatológicas e a produtividade da palma forrageira 'Gigante' cultivada sob

diferentes espaçamentos de plantio e doses de adubação orgânica com esterco bovino, no segundo corte da cultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A palma forrageira foi introduzida no Brasil por volta de 1880, no estado de Pernambuco (PESSOA, 1967). É considerada uma das principais plantas capazes de produzir grande quantidade de matéria seca para alimentação de ruminantes no semiárido. A microrregião de Guanambi, localizada no sudoeste da Bahia, no semiárido nordestino, ou seja, no polígono das secas, experimenta os mesmos problemas relacionados à alimentação de ruminantes durante os longos períodos de estiagem.

Devido às suas características morfofisiológicas, a palma forrageira é uma cultura bastante adaptada às condições adversas do semiárido no Nordeste do Brasil, principalmente por se desenvolver bem, mesmo com a distribuição irregular das chuvas regionais. Nas duas últimas décadas, o interesse pelo cultivo e o conhecimento dessa forrageira têm crescido muito por parte dos produtores rurais, notadamente aqueles que estão envolvidos com a pecuária leiteira. A ocorrência no aparecimento de anos secos faz da palma forrageira um alimento classificado como estratégico para esses períodos, quando o crescimento de outras forrageiras é limitado pelo baixo índice pluviométrico (CAVALCANTE, 2007).

É inegável o potencial da cultura da palma para contribuir no desenvolvimento das zonas áridas e semiáridas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde a exploração racional e econômica de suas espécies contribui para conservação do meio ambiente e segurança alimentar dos rebanhos (CHIACCHIO *et al.*, 2006). A palma forrageira é a opção de cultura xerófila com maior potencial de exploração no Nordeste, constituindo-se em importante recurso forrageiro nos períodos de estiagens, devido ao seu elevado potencial de produção de fitomassa nas condições do semiárido.

A importância da palma é hoje reconhecida por quase a totalidade dos pecuaristas do semiárido. A percepção dessa importância varia no tempo, em função da frequência e da extensão dos períodos de estiagem. A situação típica constatada no campo, principalmente entre os produtores de menor poder aquisitivo, caracteriza-se por práticas culturais deficientes para o cultivo da palma. O plantio, geralmente é feito nos piores locais da propriedade, quase sempre sem preparo do solo, não se observa alinhamento de plantio e nem espaçamento adequado entre plantas. As lavouras são conduzidas de forma rudimentar e muitos produtores se limitam a realizar apenas capina das plantas daninhas apenas próximo à colheita. O controle de pragas e adubação, são inexistentes na maioria das propriedades, resultando em baixas produtividades (DATAMETRICA, 2004).

Os sistemas de exploração da cultura da palma forrageira são influenciados por diversos fatores, tais como: condições climáticas, qualidade do solo, tamanho da propriedade, oferta de mão de obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, pragas e doenças, cultivo consorciado ou solteiro e espaçamento utilizado, dentre outros (DUBEUX JÚNIOR e SANTOS, 2005; FARIAS *et al.*, 2005). O espaçamento de plantio da palma forrageira tem sido pesquisado no Brasil com a finalidade de se encontrar a distância na linha e plantas que se ajustem melhor aos sistemas de produção adotados pelo produtor.

A adubação e o espaçamento da palma forrageira, como estratégia de manejo, são pontos importantes no estabelecimento da cultura, por interferirem na disponibilidade de nutrientes no solo. Consideram a variedade Gigante mais produtiva, 93,7 % preferem variedades do gênero *Opuntia*. Outras cultivares têm sido introduzidas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, com o objetivo de obter clones mais produtivos, de melhor valor nutritivo e resistentes a pragas e doenças (CAVALCANTE *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a palma apresenta-se como suporte forrageiro imprescindível à sustentabilidade dos sistemas de criação nas regiões semiáridas (TELES *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2008). É vista também como uma alternativa primordial para esta região, visto que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial quanto a absorção, aproveitamento e perda de água, suportando prolongados períodos de estiagem (TELES *et al.*, 2002).

A palma forrageira é constantemente encontrada nas propriedades agrícolas de todo o semiárido, fazendo parte dos poucos alimentos disponíveis para fornecimento aos animais. Todavia, sua produtividade ainda é considerada baixa, muito aquém do seu potencial produtivo, devido principalmente ao baixo nível tecnológico empregado no plantio e condução da cultura (DATAMERICA, 2004).

O espaçamento no plantio da palma forrageira deve variar de acordo com a fertilidade do solo, quantidade de chuvas, finalidade de exploração e com sua utilização ou não em consórcio com outras culturas (FARIAS *et al.*, 2005). Também tem relação direta com a interceptação de luz pela cultura. Em espaçamentos mais adensados, os tratos culturais e a colheita são dificultados, aumentando os gastos com a mão de obra e herbicidas. Além desses aspectos, neste caso, ocorre uma maior quantidade de nutrientes extraídos do solo, considerando que em espaçamento (1,00 x 0,25 m) a quantidade de plantas é oito vezes maior, ou seja, 40.000 plantas ha⁻¹, sendo necessário um maior cuidado com as adubações (TELES *et al.*, 2002).

A definição correta do espaçamento para palma forrageira constitui estratégia de manejo importante, o estabelecimento e condução do palmal, uma vez que a população de plantas deve variar de acordo com fertilidade do solo, quantidade de chuvas, finalidade da exploração e com o consórcio a ser utilizado (OLIVEIRA Jr. *et al.*, 2009). O cultivo adensado da palma vem sendo bastante utilizado, visa a um incremento na produção de forragem, reduzindo a

vulnerabilidade das propriedades rurais aos períodos de secas. Essa tecnologia, embora propicie resultados expressivos em produção com 250 a 300 Mg ha⁻¹ de MV dois anos após o plantio, demanda níveis de adubação mais altos e maiores requerimentos em tratos culturais (SANTOS *et al.*, 2006).

Para Santos *et al.* (2006), adubação orgânica ou mineral pode aumentar em mais de 100 % a produção de palma. A planta apresenta elevado potencial de produção de fitomassa; entretanto, a extração de nutrientes do solo é alta. Assim, sem um programa de adubação baseado no requerimento da planta, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma tende ao decréscimo ao longo do tempo, devido, principalmente, à redução na fertilidade dos solos (DUBEUX JUNIOR *et al.*, 2006).

Em pesquisas feitas no Agreste e Sertão pernambucanos, trabalhando com diferentes espaçamentos e níveis de adubação, Dubeux Júnior *et al.* (2006) perceberam influência da população de plantas na produtividade em várias localidades. A produção de matéria seca variou de 6 a 17 Mg ha⁻¹ na densidade de 5.000 plantas ha⁻¹ e de 17,8 para 33,7 Mg ha⁻¹ com 40.000 plantas ha⁻¹, quando espaçadas 2,00 x 1,00 m e 1,00 x 0,25 m, respectivamente. Ao avaliar o crescimento da cultura em quatro espaçamentos 1,00 x 1,00 m, 1,00 x 0,50 m, 2,00 x 1,00 m, 2,00 x 0,50 m, Ramos *et al.* (2011) concluíram que o espaçamento influenciou os teores de fibra em detergente neutro e que a produção de fitomassa por área e a eficiência de uso da chuva pela palma forrageira são incrementadas com maiores densidades populacionais, sendo os melhores resultados observados no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, resultando numa maior quantidade de forragem produzida por área e por unidade de chuva.

2.1 Adubação Orgânica

A adubação orgânica é uma prática antiga que consiste na utilização de resíduos vegetal e animal para o fornecimento de nutrientes às plantas, normalmente após um processo de compostagem, aproveitando os recursos existentes na propriedade (BUSATO, 2008).

No semiárido, em função do baixo índice pluviométrico, a velocidade de decomposição dos esterco (bovino, caprino, ovino e asinino) é mais lenta na superfície do solo. Em seis meses, a decomposição do esterco incorporado a uma profundidade de 10 cm é de 45 % e na superfície do solo apenas 15 % (SOUTO *et al.*, 2005). Segundo Dubeux Junior e Santos (2005), nos experimentos com adubação orgânica houve tendência linear de aumento de produtividade da palma forrageira de 92,4g kg⁻¹, 178,5g kg⁻¹ e 186,3 g kg⁻¹ em função do aumento da dose de esterco (0;10 e 20 Mg ha⁻¹ de esterco de bovino, respectivamente). Silva *et al.* (2012; 2013), em Guanambi-BA, comprovaram, respectivamente, que: as adubações químicas elevaram os teores de nutrientes principalmente nitrogênio e fósforo melhorando o valor nutricional; a adição de NPK e NP melhorou a qualidade bromatológica da palma. O teor médio de proteína bruta foi de 107,0 g kg⁻¹. A palma forrageira tradicionalmente é conhecida como uma planta com baixo teor de proteína bruta, em média, os teores encontrados na literatura variam de 40 g kg⁻¹ a 100 g kg⁻¹, a depender do manejo aplicado. A produtividade média de matéria seca foi 17,10 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, as planta no espaçamento 1,00 x 0,50 m com NPK, NP e P produziram mais matéria seca que as plantas sem adubação. Donato (2011), em Guanambi- BA, verificou que o incremento de doses de esterco bovino de 0 até 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ promoveu uma maior extração de nutrientes da planta, elevou os seus teores nos cladódios, aumentou a altura das plantas, a quantidade e o comprimento dos cladódios, melhoraram a qualidade e aumentaram a produção de forragem pela palma

'Gigante'. Contudo, por se tratar de uma cultura perene, esses resultados precisam ser avaliados em mais de um ciclo para verificação da sua sustentabilidade, visto que há diferenças entre anos, particularmente com relação aos fatores climáticos.

A adubação da palma, independentemente do cultivar utilizado, concorre para incremento da área do cladódio e de matéria seca, refletindo no crescimento da planta e, conseqüentemente, na produtividade, o que acontece também para o plantio adensado e para a adubação orgânica associada à adubação química (ALMEIDA, 2011). Alves *et al.* (2007), ao adicionarem esterco bovino nas parcelas em que a palma foi cultivada, observaram que o conteúdo de nitrogênio total do solo manteve-se acima do conteúdo de nitrogênio total do solo sob caatinga, o que reforça a importância da adubação orgânica na manutenção da fertilidade do solo. Em trabalho realizado no Ceará com o cultivar 'Gigante' *Opuntia ficus-indica*, Peixoto (2009) estudou o cultivo da palma adubada com esterco bovino, em condição de sombreamento ou não, e concluiu que a adubação orgânica com 20 Mg ha⁻¹ com espaçamento 1,00 x 0,50 m e plantio sob sol induzem a um melhor desempenho da palma forrageira. Uma produção de massa verde de 41,2 Mg ha⁻¹ para áreas não adubadas foi de 30,9 Mg ha⁻¹. Santos *et al.* (2002) recomendaram adubação orgânica com esterco bovino ou caprino, da ordem de 10 a 30 Mg ha⁻¹ no plantio e posteriormente a cada dois anos, após o corte, ainda preconizam a utilização de 30 Mg ha⁻¹ quando o plantio for adensado (1,00 x 0,25 m).

Em trabalho realizado no Instituto Federal Baiano, Guanambi sudoeste da Bahia, com o cultivar (*Opuntia Ficus-indica* Mill), Donato (2011) avaliou o teor de fósforo em tecido de cladódios de palma forrageira adubada com esterco bovino nas doses 0, 30, 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Os teores médios de fósforo em tecidos de cladódios da palma forrageira variaram de 12 g kg⁻¹ para o tratamento sem adição de esterco bovino, até 24 g kg⁻¹ correspondendo à dose de 90 Mg ha⁻¹

¹ ano⁻¹ de esterco bovino. O incremento foi de 100 % no teor de fósforo. As doses de esterco bovino influenciaram o teor de fósforo nos tecidos dos cladódios a ($P < 0,05$) de probabilidade, independentemente dos espaçamentos utilizados.

Donato (2011), em avaliação referente ao número de cladódios por planta, avaliado aos 600 Dias Após o Plantio (DAP), em palma forrageira, registrou média de 22,5. A maior média de número de cladódios, 36,6, foi encontrada no espaçamento 1,00 x 0,50 m, com dose de 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco, e a menor no espaçamento 3,00 x 1,00 x 0,25 m sem adubação, com 12,6. Sem adição de esterco bovino ao solo, o número de cladódios da palma forrageira foi semelhante para os três espaçamentos de plantio utilizados. Na dose de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, o número de cladódios foi maior no espaçamento 1,00 x 0,50 m, comparado ao espaçamento 3,00 x 1,00 x 0,25 m. Nas doses de 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino aplicadas ao solo, o número de cladódios da palma forrageira foi maior no espaçamento 1,00 x 0,50 m, em relação ao 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25m.

Dubeux Junior *et al.* (2006) verificaram influência dos espaçamentos, com redução no número de cladódios por planta no plantio mais adensado de palma forrageira. Esses resultados são semelhantes aos encontrados no trabalho de Donato (2011), pois apesar de não haver adensamento de plantas, todas as combinações de espaçamentos continham a mesma população. Nos espaçamentos 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m, há uma maior proximidade entre as plantas nas fileiras, o que resulta em maior competição e alterações na fisiologia e morfologia da planta.

Nos espaçamentos 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m, a distância entre plantas na linha era de 0,25 m, o que corresponde à metade da distância entre plantas do espaçamento 1,0 x 0,50 m. No espaçamento 3,0 x 1,0 x 0,25 m, a concorrência foi maior ainda, uma vez que as fileiras simples das fileiras duplas se encontraram a uma distância de 1,0 m, e as plantas dentro da fileira a

25 cm uma da outra o que representa uma combinação de um lado da fileira de $0,25 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$, fazendo com que essa planta se comporte como se tivesse sido plantada no espaçamento de $1,0 \times 0,25 \text{ m}$. O número médio de cladódios foi 35,5 % maior no $1,0 \times 0,50$ em relação ao $3,0 \times 1,0 \times 0,25 \text{ m}$.

Silva (2009), trabalhando com o cultivar ‘Gigante’, *Opuntia ficus-indica*, reportou que o comprimento em cladódio primário é maior, e decresce em função do aparecimento de outras ordens de cladódios.

No estudo de Peixoto (2009), em plantas de palma adubadas com 20 Mg ha^{-1} de esterco bovino, o comprimento dos cladódios primários atingiu 29,20 cm, aos 720 DAP. Ferreira *et al.* (2003) encontraram para a cv. Gigante, valores médios de 33,6 cm para comprimento do cladódio de 1ª, 2ª e 3ª ordem aos 720 DAP, cultivado no espaçamento de $1,00 \times 0,50 \text{ m}$. Aos 270 DAP, Teles *et al.* (2002) registraram comprimento médio do cladódio de 29,10 cm, em palma cultivada em vasos.

Em trabalho realizado no Instituto Federal Baiano, Guanambi, sudoeste da Bahia, com o cultivar ‘Gigante’, *Opuntia ficus-indica*, Silva (2012) relatou interações ($P < 0,05$) entre os espaçamentos de plantio e as adubações químicas nas doses (000,000,000; 200, 150,100; 200,150, 000 e 000, 150,000 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ N, P_2O_5 e K_2O), no período compreendido entre 90 e 390 dias após o plantio (DAP), para altura da planta, número de cladódios por planta e índice de área de cladódios. Nos espaçamentos $1,00 \times 0,50 \text{ m}$ e $3,00 \times 1,00 \times 0,25 \text{ m}$, as plantas adubadas com NPK e NP apresentaram maior altura e maior número de cladódios ($P < 0,05$), respectivamente, comparados aos tratamentos sem adição de adubo e com aplicação de P. Enquanto nos espaçamentos $1,00 \times 0,50 \text{ m}$, para número de cladódios e $2,00 \times 0,25 \text{ m}$, para número de cladódios e índice de área de cladódios, os valores foram maiores nas plantas adubadas com NPK comparativamente à NP. As plantas adubadas com P e sem adubação expressaram os menores valores para estas características. Altura da planta, no

espaçamento 2,00 x 0,25 m, foi maior para as plantas com NP em comparação à P, e no espaçamento 3,00 x 1,00 x 0,25 m, maior nas plantas adubadas com NPK que nas plantas sem adubação. Comportamento semelhante ocorreu para índice de área de cladódios no espaçamento 3,00 x 1,00 x 0,25 m. No espaçamento 1,00 x 0,50 m, o índice de área de cladódios diferiu entre as adubações aplicadas às plantas, com ordem decrescente de valores, de NPK, para NP, P e sem adição de adubo.

Donato (2011), avaliando a largura dos cladódios colhidos aos 600 DAP, em palma forrageira cv. Gigante não diferiu ($P > 0,05$) entre espaçamentos de plantio utilizados, entre doses de esterco aplicadas ao solo, nem teve efeito de interação entre os fatores estudados. A largura média dos cladódios foi 16,30 cm. A largura dos cladódios se manteve praticamente constante, independentemente das diferentes doses de esterco de bovino adicionadas ao solo e do espaçamento utilizado para plantio. A ausência de diferenças entre os tratamentos testados, para a largura dos cladódios, evidencia a pouca influência ambiental e de manejo sobre esta característica, pois, como afirmam Mondragón e Gonzáles (2001), o tamanho dos cladódios é uma característica genética, sendo em menor escala determinada pela posição de plantio e fertilidade do solo.

Sales *et al.* (2003) comentam que, além da genética da planta, as oscilações climáticas exercem influência na largura e comprimento dos cladódios, afetando, desse modo, a produção. Peixoto (2009) constatou para a largura dos cladódios de 14,10 a 11,80 cm para cv. Gigante adubada com esterco na dose de 20 Mg ha⁻¹ e sem adubação, respectivamente, aos 720 DAP.

Consoante Nobel (2001), um índice de área do cladódio (IAC) de 4 a 5 indica que a área de ambos os lados dos cladódios é quatro a cinco vezes maior que a área do solo, e a produtividade é máxima. Cortazar *et al.* (2001) encontraram IAC da ordem de 4,7 a 7,4 para áreas sem e com aplicação de

biofertilizante (60 Mg ha^{-1}) proveniente de guano e atum, atingindo produção de matéria seca de $18,0$ e $19,9 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente.

Dubeux Junior *et al.* (2006) encontraram efeito para população de plantas e IAC, quando estudaram densidades de 5.000 e 40.000 plantas ha^{-1} , concluindo que quanto maior população maior o IAC. Nesse mesmo trabalho, os autores também constataram efeito para dose de fósforo e IAC, quando estudaram a população de 40.000 plantas ha^{-1} , verificando que com a adubação fosfatada houve incremento do IAC. Almeida (2011) relatou IAC da ordem de $4,1$ trabalhando com 40.000 plantas ha^{-1} , adubadas com adubo orgânico e químico aos 900 DAP. Alves *et al.* (2007) reportaram que ao se conservar os cladódios secundários na época da colheita, maior produção de matéria seca foi obtida. Com uma população de 5.000 plantas, a produção foi de $6,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ preservando cladódios primários, e $13,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, preservando cladódios secundários. Isso, segundo esses autores, deveu-se a um maior IAC remanescente após a colheita, o que possibilitou às plantas maior eficiência fotossintética.

A análise bromatológica tem como objetivo principal conhecer a composição química dos alimentos analisados, além de verificar sua identidade e pureza, sejam elas de natureza orgânica ou inorgânica (SILVA e QUEIROZ, 2009). Donato (2011), trabalhando com palma forrageira, com 12 tratamentos, com quatro doses de esterco bovino (0 ; 30 ; 60 ; e $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e três espaçamentos de plantio dois em fileira simples ($1,0 \times 0,50$ e $2,0 \times 0,25 \text{ m}$) e um em fileira dupla ($3,0 \times 1,0 \times 0,25 \text{ m}$), encontrou produção média de matéria seca de $18,2 \text{ Mg ha}^{-1}$. As produções de matéria seca registradas nos espaçamentos em fileira simples foram similares ($P < 0,05$), $21,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $18,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, para $1,00 \times 0,5 \text{ m}$, $2,00 \times 0,25 \text{ m}$ respectivamente, e superiores à produção obtida sob espaçamento em fileira dupla ($3,00 \times 1,00 \times 0,25 \text{ m}$) $14,7 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Dubeux Junior *et al.* (2006) registraram produção de matéria seca média de 23,8 Mg ha⁻¹ para palma forrageira clone IPA-20, com população de 40.000 plantas ha⁻¹ em quatro localidades no Estado de Pernambuco (Arcoverde, São Bento do Una, Serra Talhada e Sertânia). Silva *et al.* (2010) em sua revisão citam que o arranjo das plantas pode ser modificado pela variação na população de plantas e pelo espaçamento entre linhas, alterando a área e a forma da área disponível para cada planta.

A maior altura média da palma forrageira, em valor absoluto, 121,9 cm, ocorreu no espaçamento 1,00 x 0,50 m, chegando a 8,3 % mais alta que as plantas do espaçamento 2,0 x 0,25 m e 10,5 % superior ao espaçamento em fileira dupla 3,00x 1,0 x 0,25 m. Esses dados estão de acordo com os de Silva *et al.* (2010), que avaliando 50 clones de palma forrageira aos 720 DAP encontraram valores de altura de planta variando de 45,2 a 127,3 cm com média de 90,1 cm; trabalhando com densidade de 20.000 plantas ha⁻¹ e espaçamento de 1,00 x 0,5 m em que as mesmas foram adubadas com adubos orgânico e químico segundo análise de solo.

Ferreira *et al.* (2003) encontraram plantas com 103,5 cm de altura no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, com adubação química e orgânica, para o cv. Gigante. Oliveira Junior (2009), avaliando, aos 330 DAP, palma cv. Italiana plantada no espaçamento de 1,0 x 0,5 m e adubada com 15 Mg ha⁻¹ de esterco de caprino, constaram altura da planta de 72,5 cm.

Donato (2011) avaliou a produção de massa verde encontrada na maioria dos trabalhos foi estimada em função de equações (NASCIMENTO, 2008; ANDRADE, 2009; ALMEIDA, 2011). A produção de massa verde diferiu entre os espaçamentos de plantio e doses de esterco bovino (P<0,05), de forma independente. Não ocorreu interação entre os fatores estudados para essa variável.

Almeida (2011), trabalhando com palma, testando doses de esterco bovino (0,20, e 40 Mg ha⁻¹) na densidade de plantio de 40.000 plantas ha⁻¹, aos 720 dias após o plantio, estimou uma produção de massa verde de 489 Mg ha⁻¹ para a área não adubada e de 625 Mg ha⁻¹ para a área adubada com 30 Mg ha⁻¹ de esterco. Nascimento (2008) estimou em 53,40 Mg ha⁻¹ a produção de massa verde da cv. Gigante adubada com esterco bovino, 30 Mg ha⁻¹ e fósforo 84 kg ha⁻¹ de P, com população de 23.820 plantas ha⁻¹, aos 330 DAP.

Peixoto (2009) descreveu uma produção de massa verde da ordem de 41,2 Mg ha⁻¹ e 30,9 Mg ha⁻¹ para áreas adubadas com 20 Mg ha⁻¹ de esterco e não adubadas, respectivamente, ambas com população de 20.000 plantas ha⁻¹. Andrade (2009) estimou produção de massa verde da ordem de 211,9 Mg ha⁻¹ aos 510 DAP, da cv. Gigante adubada com esterco bovino, 40 Mg ha⁻¹, e fósforo, 42,00 kg ha⁻¹ P, com população de 23.820 plantas ha⁻¹. Araújo (2009), trabalhando com o cv. Gigante e adubação química e orgânica, 30 Mg ha⁻¹ de esterco bovino e fósforo na dose de 21,00 kg ha⁻¹ de P, registrou aos 600 DAP, com população de 23.529 plantas ha⁻¹, a produção de 170 Mg ha⁻¹. Ferreira (2003), avaliando diversos clones de palma forrageira plantados no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, constatou para o cv. Gigante a produção de 342,8 Mg ha⁻¹ de massa verde aos 720 DAP.

Farias *et al.* (2000), estudando o teor médio de MS na palma forrageira, encontraram efeito para espaçamentos de plantio, com valores entre 91 e 101 g kg⁻¹, cujo maior teor ocorreu no espaçamento de fileira simples (2,00 x 0,25 m) e o menor no de fileiras dupla (3,00 x 1,00 x 0,25 m) no qual se manteve a mesma densidade populacional de 20.000 plantas ha⁻¹. Consoante Teles *et al.* (2002), o teor de MS na palma forrageira cv. Gigante foi de 73 g kg⁻¹, justificado pela menor idade da planta, nove meses de cultivo, e pelo manejo aplicado, pois se tratava de palma com 270 dias após plantio (DAP) e cultivada em vasos

plásticos medindo 0,30 cm de diâmetro por 22 cm altura, em casa de vegetação com frequentes irrigações semanais.

Dubeux Junior *et al.* (2010), também trabalhando com palma em casa de vegetação e diferentes doses de adubação, encontraram teor médio de MS da ordem de 61 g kg⁻¹ aos 180 DAP, não verificando significância para dose de fósforo e potássio, quando relacionado à MS. Tosto *et al.* (2007) relatam que o teor médio de MS na palma forrageira foi de 78 g kg⁻¹. Andrade *et al.* (2002) e Albuquerque *et al.* (2002), trabalhando com palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras, descrevem o teor médio de MS da ordem de 126 g kg⁻¹ e 116 g kg⁻¹. Araújo (2009) encontrou efeito para espaçamentos de plantio e dose de fósforo (10; 15; 20 e 25 g planta⁻¹), em trabalho com palma forrageira, sendo o teor médio constatado para a população de 23.529 plantas ha⁻¹ de 11,9 g kg⁻¹ de MS.

Donato (2011), avaliando espaçamentos de plantio e doses de esterco bovino, não encontrou efeito (P>0,05) para os teores de cinzas nos cladódios da palma cv. Gigante, o teor médio de cinzas foi de 141 g kg⁻¹. As médias diferiram estatisticamente (P<0,05) para espaçamentos, independentemente das doses de esterco bovino aplicadas ao solo. O maior teor 149 g kg⁻¹ ocorreu no espaçamento (2,00 x 0,25 m) e o menor 13,2 g kg⁻¹ no (1,00 x 0,50 m), sendo que não houve diferença entre os espaçamentos (2,00 x 0,25 m) e (3,0 x 1,00 x 0,25 m), assim como entre (1,00 x 0,50 m) e (3,00 x 1,00 x 0,25 m).

Em trabalho realizado por Donato (2011), as médias dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) não diferiram entre si para os fatores testados (P>0,05). O teor médio de fibra em detergente neutro (FDN) foi de 293 g kg⁻¹, valor superior aos encontrados por Wanderley *et al.* (2002) de 262 g kg⁻¹; Melo *et al.* (2003) de 254 g kg⁻¹ e Albuquerque *et al.* (2002) de 256 g kg⁻¹; e equivalente ao determinado por Tosto *et al.* (2007) de 290 g kg⁻¹.

O experimento de Donato (2011) constatou que as médias dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) não diferiram entre si para os fatores testados ($P>0,05$). O teor médio de fibra em detergente ácido (FDA) encontrado por Donato (2011) foi de 170 g kg^{-1} , que foi inferior ao descrito por Pessoa *et al.* (2009) de 225 g kg^{-1} ; Melo *et al.* (2006) de 223 g kg^{-1} ; Magalhães *et al.* (2004) de 239 g kg^{-1} ; Wanderley *et al.* (2002) de 205 g kg^{-1} ; Tosto *et al.* (2007) de 258 g kg^{-1} , e correspondente ao encontrado por Albuquerque *et al.* (2002) de 172 g kg^{-1} e Peixoto (2009) de 187 g kg^{-1} ; ressaltando que o último autor trabalhou com palma forrageira adubada com esterco bovino na dose de 20 Mg ha^{-1} .

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição das condições experimentais

O palmal experimental foi implantado em setembro de 2009, com o cultivar Gigante *Opuntia ficus-indica*. O solo da área experimental corresponde a classificação Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, A fraco, textura média, fase Caatinga hipoxerófila, relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA/SUDENE, 1979; EMBRAPA, 2013). A área pertence ao Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, Bahia, à 14°13'30"S; 42°46'53"W, altitude de 525 m e possui clima tipo Aw pela classificação de Koppen e Geiger (1931), com médias anuais de precipitação de 680 mm e temperatura de 26°C.

O período experimental compreendeu a segunda colheita ou corte, e sua condução ocorreu entre julho de 2011 e julho de 2012. A segunda colheita foi efetivada aos 330 dias após a primeira, correspondendo a 930 DAP. A precipitação no período de condução do experimento foi de 548,27 mm: 289,47 mm entre outubro e dezembro de 2011 e 258,80 mm entre janeiro e maio de 2012 (FIGURA 1). A umidade relativa e as temperaturas médias, máximas e mínimas registradas no período experimental constam nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

A implantação e condução do palmal experimental seguiram as práticas culturais recomendadas para a cultura conforme descrito e adotado por Donato (2011), Silva (2012) e Silva *et al.* (2012, 2013).

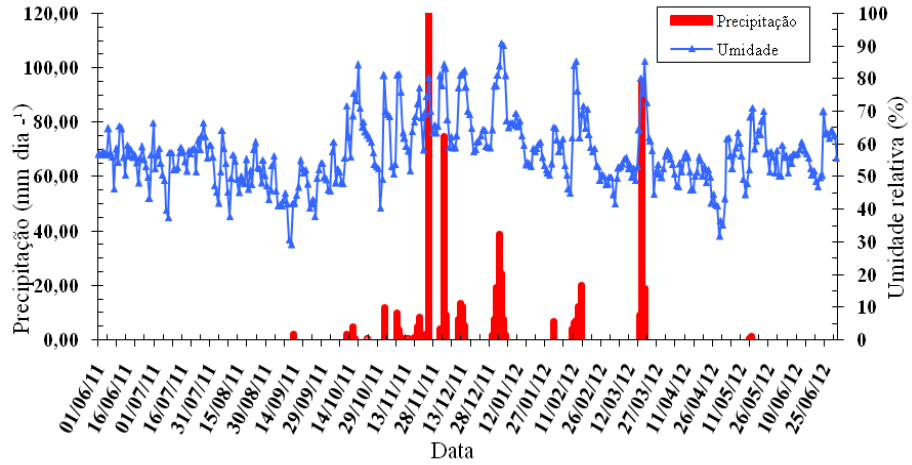


FIGURA 1. Precipitação e umidade relativa na área do palmar durante o período de junho de 2011 a junho de 2012, Guanambi-BA.

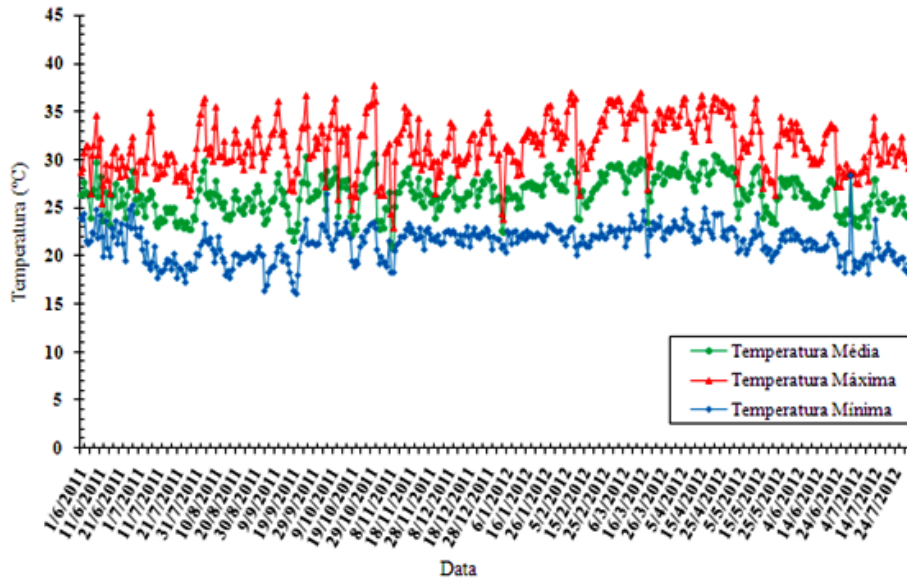


Figura 2. Temperatura média, máxima e mínima na área do palmar durante o período de junho de 2011 a julho de 2012, Guanambi-BA.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos, quatro doses de adubação orgânica com esterco bovino (0; 30; 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) e três espaçamentos: E₁ (1,00 x 0,50 m), E₂ (2,00 x 0,25 m), e E₃ (3,00 x 1,00 x 0,25 m), em uma mesma densidade de plantio correspondendo a 20.000 plantas ha⁻¹ foram dispostos no campo em esquema fatorial 4 x 3, num delineamento em blocos casualizados, com três repetições, conforme croqui de campo esquematizado na Figura 3.

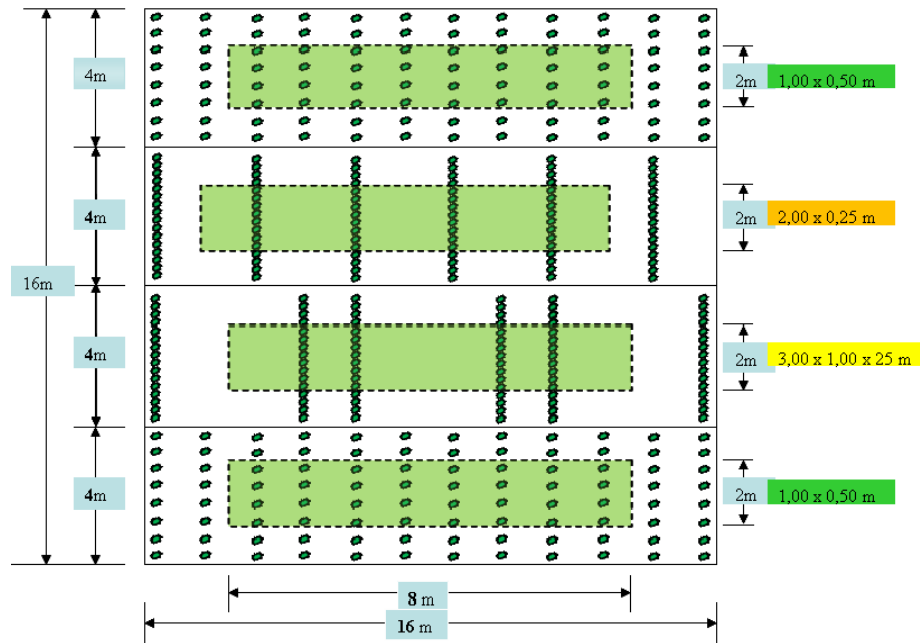


FIGURA 3. Detalhes das unidades experimentais, Guanambi, BA, 2011-2012.
Fonte: Donato (2011).

A área da parcela foi de 64 m² (16 x 4 m), com área útil de 16 m² (8 x 2 m), ocupando área total de 2.304 m². Nos espaçamentos de plantio utilizados, manteve-se a densidade populacional de 20.000 plantas ha⁻¹.

A composição química e física do esterco bovino utilizado (DONATO, 2011) são: teor de matéria orgânica de 63,73 g kg⁻¹; umidade a 65 °C 16,72 %; teores de macronutrientes: Ca = 1,7 g kg⁻¹, Mg = 0,2 g kg⁻¹, K = 2,5 g kg⁻¹, P = 4,7 g kg⁻¹, N = 5,2 g kg⁻¹ e S = 2,3 g kg⁻¹; teores de micronutrientes: B = 2,1 mg kg⁻¹, Cu = 45,2 mg kg⁻¹, Zn = 200,5 mg kg⁻¹, Mn = 391,8 mg kg⁻¹ e Fe = 1.932,4 mg kg⁻¹; pH = 7,42 e densidade 0,38 g cm⁻³. As doses 0, 30, 60 e 90 t ha⁻¹ aportam ao solo, respectivamente, 0-0-0; 130-272-75; 260-544-150 e 390-816-225 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O. A adubação orgânica realizada na área em uma única aplicação foi em cobertura no início do período chuvoso. A quantidade de esterco bovino adicionada ao solo seguiu os tratamentos e sua aplicação foi feita em cobertura ao lado das plantas nas fileiras de plantio.

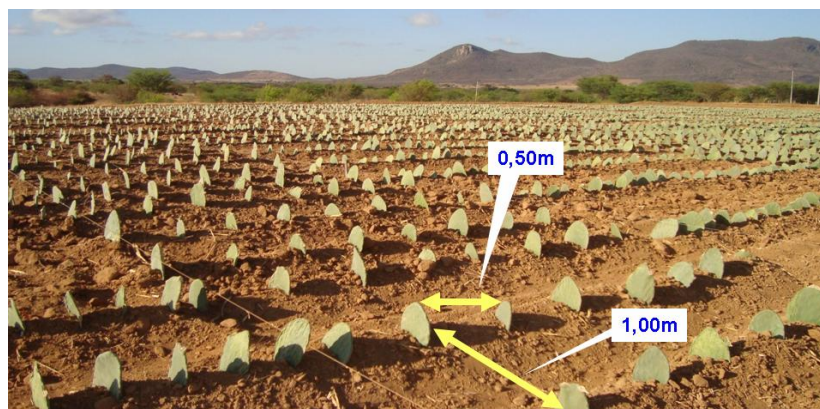


FIGURA 4. Espaçamento de plantio - Fileira simples: E₁ (1,00 x 0,50 m).
Fonte: Donato (2011).

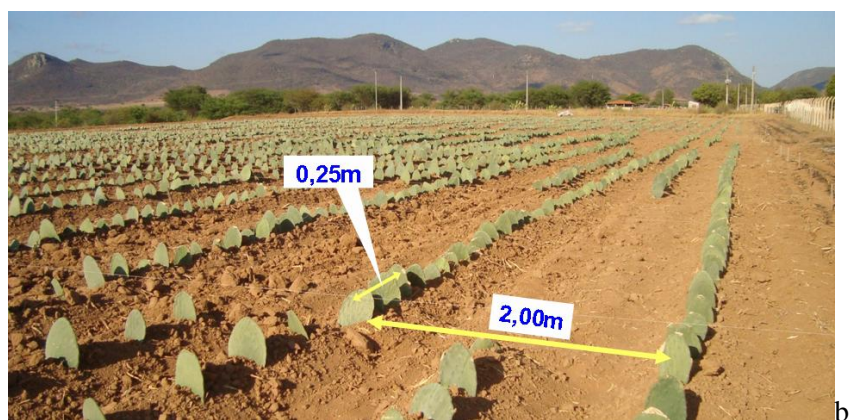


FIGURA 5. Espaçamento de plantio - Fileira simples: E_2 (2,00 x 0,25 m).
Fonte: Donato (2011).

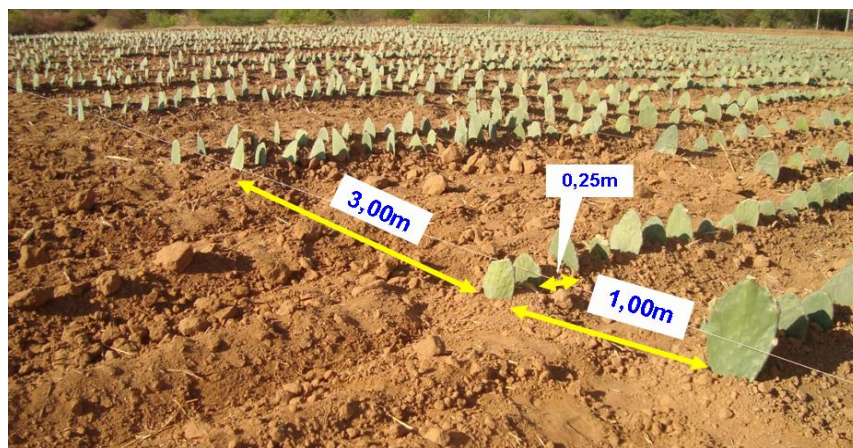


FIGURA 6. Espaçamento de plantio - Fileira dupla: E_3 (3,00 x 1,00 x 0,25 m).
Fonte: Donato (2011).

Os atributos químicos e a classe textural do solo, antes da implantação do palmar constam na Tabela 1.

TABELA 1. Atributos químicos e classe textural do solo da área experimental. Guanambi-BA, 2010.

Atributos	Unidade	Média	Desvio padrão
pH	-	5,42	0,16
P	mg dm ⁻³	16,33	9,45
K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,29	0,02
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	2,02	0,39
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,90	0,02
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,16	0,04
H ⁺	cmol _c dm ⁻³	1,69	0,02
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,04	0,04
S.B. ¹	cmol _c dm ⁻³	3,21	0,38
t ²	cmol _c dm ⁻³	3,36	0,35
T ³	cmol _c dm ⁻³	5,05	0,34
V ⁴	%	63,14	3,14
m ⁵	%	4,86	1,58
PST ⁶	%	0,67	0,58
M.O. ⁷	g dm ⁻³	14,67	1,39
Cu ⁺⁺	mg dm ⁻³	0,36	0,03
Mn ⁺⁺	mg dm ⁻³	17,61	1,95
Zn ⁺⁺	mg dm ⁻³	1,42	0,53
Fe ⁺⁺	mg dm ⁻³	6,32	0,32
Classe textural	Franco-argilo-arenosa		

¹soma de bases; ²capacidade de troca catiônica efetiva, CTC efetiva; ³CTC a pH 7,0; ⁴satuação por bases; ⁵satuação por alumínio; ⁶porcentagem de sódio trocável; ⁷matéria orgânica do solo
Fonte: Donato (2011).

3.3. Avaliações

3.3.1. Características estruturais

Aos 930 dias após o plantio (DAP), 330 dias após a primeira colheita, quatro plantas da área da parcela útil foram sorteadas para cada tratamento para avaliações das características estruturais, totalizando 144 plantas, com a realização das mensurações em todos os cladódios (DONATO,2011).

Tomaram-se as medidas de comprimento (CC), largura (LC) dos cladódios e de altura da planta com o auxílio de uma fita métrica (FIGURA 3). Realizou-se a contagem do número de cladódios em plantas sorteadas dentro da parcela. Estimaram-se as áreas dos cladódios (AC), conforme metodologia descrita por Pinto *et al.* (2002), com uso da equação $AC (cm^2) = CC \times LC \times 0,693$, em que: CC representa o comprimento do cladódio (cm); LC, a largura do cladódio em (cm) e 0,693 é um fator de correção em função da forma de elipse do cladódio. Com os dados da área e do número de cladódios por planta foi calculado o índice de área dos cladódios (IAC), que mensura a área total dos cladódios da planta, considerando-se os dois lados e divide-se pela área ocupada pela planta no solo (m^2 de área de cladódio m^{-2} de solo).

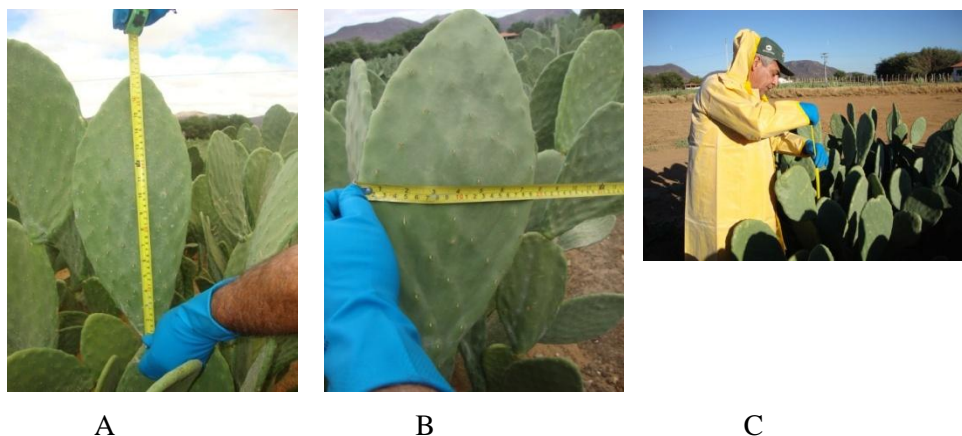


FIGURA 7. Mensuração das características estruturais em palma forrageira 'Gigante': comprimento (A) e largura (B) dos cladódios; altura da planta (C). Guanambi, BA, (2011-2012).

3.3.2. Composição bromatológica

Nos tecidos dos cladódios da palma forrageira foram determinadas as características bromatológicas: teor de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Cinzas, conforme a metodologia descrita por Silva e Queiroz(2009), expressos em g kg^{-1} . As determinações do Nitrogênio Não Proteico foram procedidas de acordo com metodologia descrita no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT- CA, 2012).

Na época da segunda colheita, aos 930 DAP, coletaram-se amostras de tecidos dos cladódios maduros (FIGURA 4) para avaliação de características bromatológicas da planta, no total de 50 amostras por parcela experimental, dentro da área útil, com aproximadamente 40 g cada uma, de modo a amostrar todas as ordens de cladódios que seriam colhidos; para este processo foi utilizada uma serra-copo com 5,00 cm de diâmetro e 4,00 cm de profundidade,

adaptada a uma furadeira a bateria, que era acionada sobre o cladódio para retirada de uma fatia circular e uniforme da amostra (DONATO, 2011; SILVA *et al.*, 2013). Após a coleta, as amostras foram fatiadas, misturadas, e pesados 2,0 kg de massa verde que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 h. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos e analisadas no laboratório da UNIMONTES, *Campus Janaúba*, Minas Gerais.



A



B



C



D



E



F

FIGURA 8. Amostragem de tecido de cladódios e colheita do segundo corte de palma forrageira 'Gigante': coleta de amostra para análises bromatológicas (A, B); pontos de amostragem para análises bromatológicas na área útil colhida (C); parcela útil colhida (D); planta colhida com preservação de três cladódios primários (E); amostras fatiadas para secagem (F). Guanambi-BA, (2011-2012).

3.3.3. Rendimento forrageiro

A colheita (FIGURA 8D), do segundo corte, referente ao período experimental foi realizada quando o palmar atingiu 930 DAP, 330 dias após o primeiro corte. Para o corte utilizou-se uma faca e foram preservados três cladódios primários por planta (FIGURA 4E). A área colhida foi de 16 m², correspondendo a 32 plantas de cada parcela experimental (DONATO, 2011). Os cladódios foram cortados na junção entre eles de modo a não provocar danos nos que permaneceram na planta. Todos os cladódios colhidos foram acondicionados em sacos de ráfia, identificados e posteriormente conduzidos ao galpão para a pesagem e determinação da produção de massa verde (PMV) (Mg ha⁻¹).

A produção de matéria seca (PMS) foi calculada em função do teor de matéria seca (MS) do tratamento multiplicado pela produção de massa verde (PMV), obtendo-se, assim, a PMS expressa em (Mg ha^{-1}).

3.4. Processamento e análise

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância. Posteriormente foram realizadas comparações entre as médias dos diferentes espaçamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e análise de regressão para as diferentes doses de esterco. Para as variáveis que apresentaram interações significativas, procederam-se ao desdobramento e análises de regressões dentro de cada espaçamento. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram a adequação aos fenômenos estudados, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t. Os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o programa SAEG 2007 versão 9.1 da Universidade Federal de Viçosa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características estruturais

A quantidade de cladódios por planta (FIGURA 5), altura da planta (FIGURA 6) e índice de área de cladódio (FIGURA 9) de palma forrageira 'Gigante', diferiram ($P < 0,05$) entre as doses de esterco bovino, independentemente dos espaçamentos de plantio utilizados. Interações significativas ($P < 0,05$) entre doses de esterco e espaçamentos foram registradas para largura (FIGURA 7) e comprimento dos cladódios (FIGURA 8).

4.1.2 Número de cladódios

A quantidade de cladódio por planta de palma forrageira 'Gigante' avaliada aos 330 dias após a primeira colheita, 930 DAP, dias após o plantio, variou de forma linear crescente com o incremento das doses (FIGURA 5). O modelo estima um aumento de 0,159 unidades de cladódios para cada $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco de bovino adicionado. O aumento do número de cladódios para a maior dose de esterco ($90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em comparação à dose $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ foi da ordem de 191,77 %, com 7,17 para 20,9 cladódios.

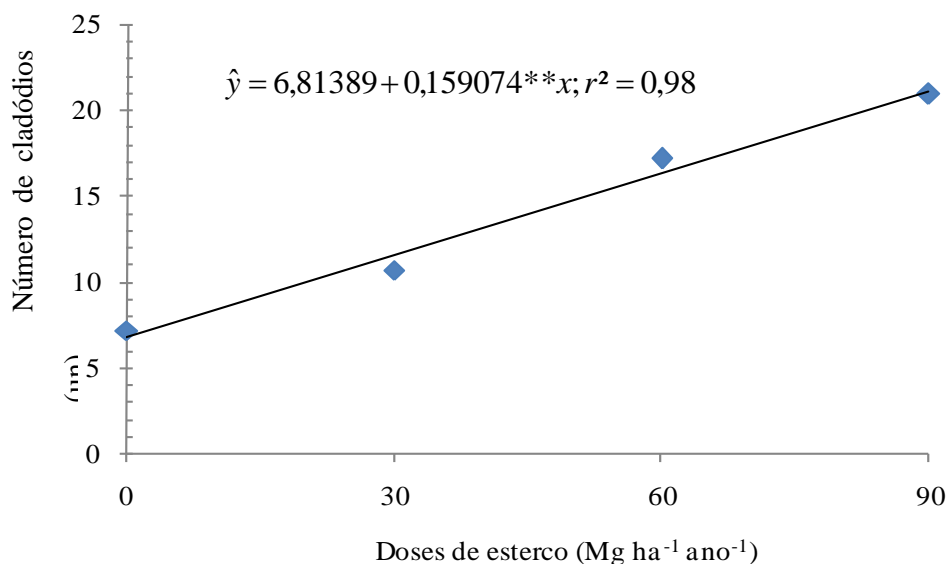


FIGURA 9. Número médio de cladódios de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Donato (2011), no mesmo palmar, no primeiro ciclo de produção, 600 DAP, dias após o plantio, encontrou interação entre espaçamento e dose de esterco para número de cladódios por planta. Esse número variou ($P < 0,01$) de maneira linear crescente em função das diferentes doses de esterco bovino, para os diferentes espaçamentos de plantio utilizados, E1 (1,00 x 0,50 m), E2 (2,00 x 0,25 m) e E3 (3,00 x 1,00 x 0,25 m), com maior incremento para 1,00 x 0,50 m. Nesse espaçamento, o incremento do número de cladódios por planta da dose 0 para 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ foi de 124,07 %, 16,2 para 36,3 cladódios. Sem adição de esterco, o número de cladódios da palma forrageira foi semelhante para os três espaçamentos utilizados. As doses de esterco bovino aplicadas 0; 30; 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ aportam ao solo, respectivamente, 0-0-0; 130-272-75; 260-544-150 e 390-816-225 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O. Como o primeiro corte foi realizado aos 600 DAP após duas adubações, foram aportados ao solo,

respectivamente, 0-0-0; 260-544-150; 518-1.088-300 e 777-1.632-450 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, enquanto no segundo corte, aplicaram-se a metade dessas quantidades. Além do maior tempo para o crescimento e desenvolvimento das plantas até o primeiro corte e da maior quantidade de nutrientes aportadas, a precipitação no período do cultivo, que corresponde de setembro de 2009 a junho de 2011, foi de 1.393,26 mm divididas em duas estações de chuva: 611,21 mm no período de setembro de 2009 a maio de 2010 e 782,05 no período de outubro de 2010 a maio de 2011 (DONATO *et al.*, 2014a,b), enquanto no segundo corte, de julho de 2011 a julho de 2012 foi de 548,27 mm: 289,47 mm entre outubro e dezembro de 2011 e 258,80 mm entre janeiro e maio de 2012. Esses argumentos justificam o maior número de cladódios registrados no primeiro corte, para os tratamentos 0 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, 16,2 e 36,6 cladódios, respectivamente (DONATO, 2011), correspondente a 75 e 125 % mais cladódios, comparados a 7,17 e 20,9 no segundo corte, para os mesmos tratamentos.

Silva (2012) trabalhou com palmar de primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, num Latossolo Vermelho-Amarelo, com três espaçamentos: 1,00 x 0,50; 2,00 x 0,25 e 3,00 x 1,00 x 0,25 m e quatro adubações química: 000-000-000; 000-150-000; 200-150-000; 200-150-100, kg ha⁻¹, de N, P₂O₅ e K₂O. O autor encontrou interação entre espaçamento e adubação, com maior quantidade de cladódios para plantas que receberam NPK (9,53 cladódios) plantadas no espaçamento 1,0 x 0,5 m, seguidas por plantas que receberam adubação NP, que superaram as plantas adubadas com P e sem adubação. O maior número de cladódios observado por Silva (2012) foi 2,20 vezes e 3,84 vezes menor que os valores registrados para as doses máximas de esterco no presente trabalho e por Donato (2011), respectivamente. As causas estão relacionadas às maiores doses de nutrientes aportadas via adubação orgânica 777-1.632-450 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O (DONATO, 2011) e 390-816-

225 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O (para 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino) no presente trabalho, comparada a 200-150-100 kg ha⁻¹, de N, P₂O₅ e K₂O (SILVA, 2012). Adicionalmente, os demais nutrientes contidos no esterco bovino e provavelmente a melhoria das propriedades físicas do solo justificam esses resultados.

Ferreira *et al.* (2003) avaliaram clones de palma forrageira e encontraram 24 cladódios por planta aos 720 DAP, plantada no espaçamento de 1,00 x 0,50 m e fertilizada com adubação química e orgânica. Almeida (2011) constatou para a palma 'Gigante' aos 720 DAP, no espaçamento de 1,00 x 0,25 m, sem adubação e com 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, número médio de 12,5 e 16 cladódios por planta, respectivamente. Peixoto (2009) constatou 11,6 cladódios por planta de palma 'Gigante', aos 720 DAP, utilizando adubação orgânica de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e plantio no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, e 8,9 cladódios por planta, nas mesmas condições, porém, sem adubação, num Luvissole-franco-arenoso, em condições semiáridas (Quixadá-CE), com precipitação média de 838 mm.

4.1.3. Altura da planta

Para a altura média da planta de palma forrageira 'Gigante', ajustou-se um modelo de regressão linear crescente (P<0,01) em função das doses de esterco, independentemente do espaçamento (FIGURA 10). Donato (2011) constatou o mesmo efeito para dose e também efeito de espaçamento, independente da dose de esterco no primeiro corte. Para cada Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco adicionado, houve aumento de 0,40 cm na altura da planta. A altura média da planta aumentou 46 % entre as doses 0 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, de 76,79 cm para 117,06 cm.

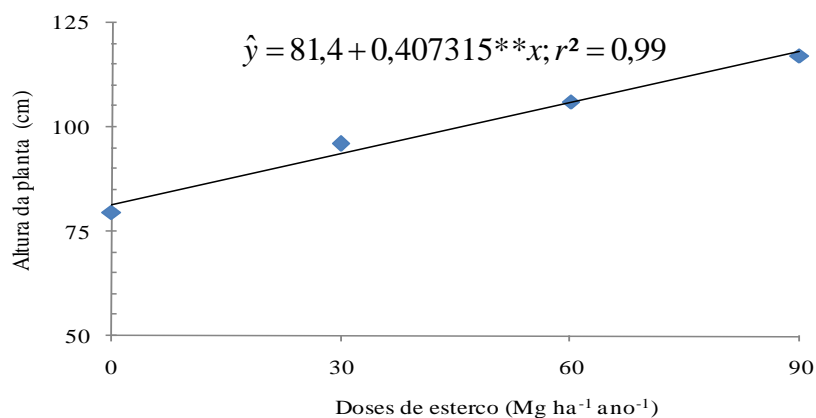


FIGURA 10. Altura da planta de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Silva (2012) verificou interação entre espaçamento e adubação, com o cultivar 'Gigante' (*Opuntia Ficus-indica*), maior altura das plantas registradas nos espaçamentos (1,00 x 0,50 m) e (2,00 x 0,25 m) e adubação com NPK (72,76 cm) e NP (70,46 cm), comparada aos tratamentos sem adição de adubo e com aplicação de P. A maior altura média registrada no presente trabalho, correspondente à maior dose de esterco, foi 60,88 % maior que a melhor altura registrada no trabalho de Silva (2012), o que é justificado pelos argumentos discutidos para número de cladódios.

4.1.4. Largura dos cladódios

A largura média dos cladódios da palma forrageira 'Gigante' variou de maneira linear crescente ($P < 0,05$) em função das diferentes doses de esterco, para o espaçamento E_1 (1,00 x 0,50 m); linear decrescente para o espaçamento E_2 (2,00 x 0,25 m), e ajustou um modelo quadrático para o espaçamento E_3 (3,00 x 1,00 x 0,25 m), (FIGURA 11). Para o espaçamento E_1 , a largura dos cladódios

aumenta 0,02 cm para cada Mg ha⁻¹ de esterco, enquanto nos espaçamentos onde as plantas estavam mais próximas, dentro da linha de plantio, com 0,25 cm entre elas, E₂, o modelo estima um decréscimo de 0,01 cm para cada Mg ha⁻¹ de esterco, e E₃, o modelo estima a máxima largura dos cladódios em 17,58 cm para uma dose de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

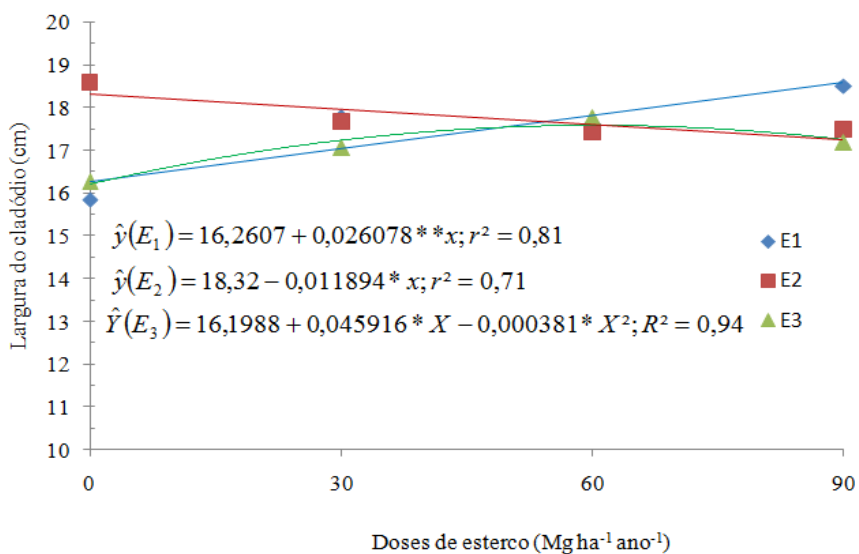


FIGURA 11. Largura do cladódio de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade. *significativo pelo teste t a 5 % de probabilidade.

E₁(1,00 x 0,50 m), E₂ (2,00 x 0,25 m) e E₃ (3,00 x 1,00 x 0,25 m)

Donato (2011), em experimento realizado na mesma área, no primeiro corte do palmar com o cultivar 'Gigante', aos 600 DAP, não encontrou efeito para os fatores estudados. A largura média dos cladódios foi 16,3 cm, valores próximos aos determinados no presente trabalho. Peixoto (2009), com o cv. Gigante adubado com esterco na dose de 20 Mg ha⁻¹ e sem adubação aos 720 DAP, obteve a largura média de 14,10 e 11,8 cm, respectivamente. Nascimento

(2008), aos 330 DAP, constatou uma largura média dos cladódios de 15,6 cm com adubação fosfatada e orgânica. Andrade (2009) determinou aos 510 DAP a largura média dos cladódios de 17,4 cm para o cv. Gigante adubado com doses de fosfato de 25; 34; 42 e 50 kg ha⁻¹ de P e 40 Mg ha⁻¹ esterco bovino. Ferreira *et al.* (2003), para a mesma cultivar, verificou 18,3 cm, aos 720 DAP, com adubação orgânica e química. Pinto *et al.* (2002) registraram uma largura média dos cladódios de 16 cm. No presente trabalho houve efeito, apesar de Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001) afirmarem que o tamanho dos cladódios é uma característica genética, sendo menos influenciada pela posição de plantio e fertilidade do solo.

4.1.5. Comprimento do cladódio

O comprimento médio dos cladódios da palma forrageira 'Gigante' ajustou modelo quadrático ($P < 0,05$) para os espaçamentos E₁ (1,00 x 0,50 m), E₃ (3,00 x 1,00 x 0,25 m), enquanto para o espaçamento E₂ (2,00 x 0,25 m) o comprimento médio dos cladódios foi 32,3 cm, sem diferenças ($P > 0,01$) entre as doses de esterco (FIGURA 12). Para os espaçamentos E₁ e E₃, os modelos estimam os maiores comprimentos dos cladódios em 32,89 e 32,44 para as doses de 66,12 e 73,12 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, respectivamente.

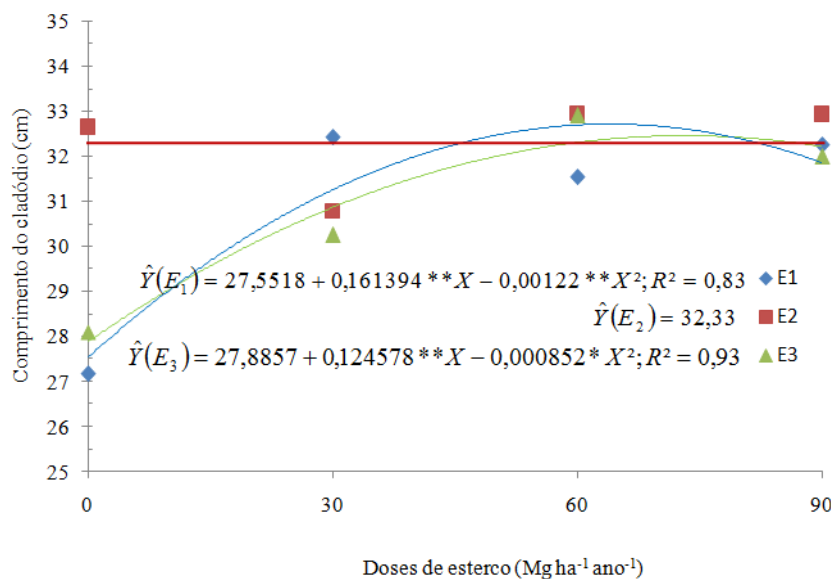


FIGURA 12. Comprimento do cladódio de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade. *significativo pelo teste t a 5 % de probabilidade.

Espaçamentos (E): E₁ (1,00 x 0,50 m); E₂ (2,00 x 0,25 m) e E₃ (3,00 x 1,00 x 0,25 m)

Donato (2011) na mesma área, no primeiro corte, ajustou modelo linear em função das diferentes doses de esterco com um incremento estimado de 8 % no comprimento do cladódio para a maior dose de esterco bovino em comparação ao tratamento sem aplicação de esterco. Os valores de comprimento do cladódio estão de acordo com a maioria das mensurações verificadas em trabalhos realizados por outros autores (TELES *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2003; ANDRADE, 2009; PEIXOTO, 2009). Semelhante ao discutido para largura do cladódio, apesar de Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001) relatarem que o comprimento do cladódio é uma característica genotípica, pouca influenciada pelo manejo, no presente trabalho houve efeito de adubação e espaçamento.

4.1.6. Índice de área do cladódio (IAC)

O índice de área de cladódio (IAC) de palma forrageira 'Gigante' variou de forma linear crescente ($P < 0,05$) em função das diferentes doses de esterco bovino aplicadas ao solo (FIGURA 13). Para cada $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco adicionado, o modelo estima um aumento de 0,027 para índice de área de cladódio. O aumento do IAC para a maior dose de esterco ($90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em comparação à dose $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ foi da ordem de 238,00 %, 1,00 para $3,38 \text{ m}^2$ de cladódio m^2 de solo.

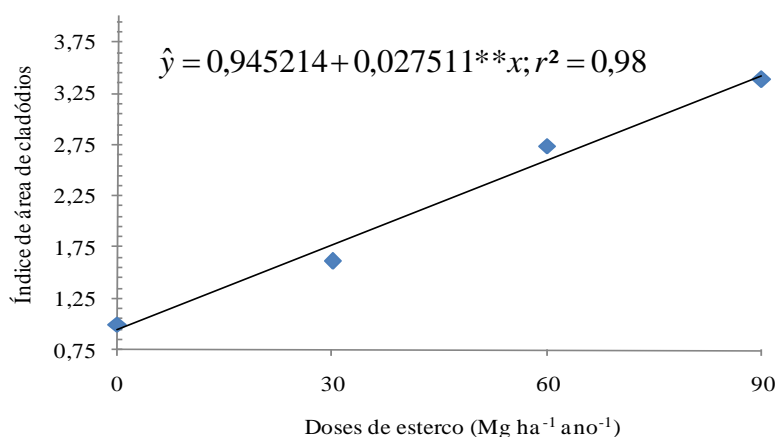


FIGURA 13. Índice de área de cladódios de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Donato (2011) na mesma área, no primeiro corte, 600 DAP, encontrou interação entre espaçamento e doses de esterco para índice de área de cladódio IAC em palma forrageira. O maior IAC foi 5,1 registrado sob espaçamento de plantio $1,00 \times 0,50 \text{ m}$ e dose de $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O IAC médio da palma forrageira variou de maneira linear crescente em função das diferentes doses de esterco, para os diferentes espaçamentos de plantio utilizados, $1,00 \times 0,50 \text{ m}$,

2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m, sendo esse incremento maior para o espaçamento 1,00 x 0,50 m em comparação aos espaçamentos com menor distância entre plantas na fileira.

Silva (2012) em palmar de primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, também num Latossolo Vermelho-Amarelo com os mesmos espaçamentos e quatro adubações químicas: 000-000-000; 000-150-000; 200-150-000; 200-150-100, kg ha⁻¹, de N, P₂O₅ e K₂O detectou para IAC efeito independente de espaçamento e de adubação. O autor verificou maior IAC médio resultante da adubação NPK, similaridade entre adubação com NP e P, e menor valor de IAC nas plantas sem adubação. Os espaçamentos em fileira simples, 1,00 x 0,50 e 2,00 x 0,25 m, proporcionaram maior IAC quando comparados ao espaçamento em fileira dupla, 3,00 x 1,00 x 0,25 m.

4.2. Rendimento forrageiro

Produção de massa verde PMV (FIGURA 14) e produção de matéria seca (PMS) da palma forrageira 'Gigante' (FIGURA 115) diferiram (P<0,05) entre as doses de esterco bovino, independentemente dos espaçamentos de plantio utilizados.

4.2.1. Produção de massa verde (PMV)

A produção média estimada de massa verde da palma forrageira 'Gigante' encontrada no presente trabalho foi de 265,60 Mg ha⁻¹, que aumentou (P<0,01) de forma linear com o incremento das doses de esterco bovino (FIGURA 14). O modelo estima um aumento de 1,8 Mg ha⁻¹ de massa verde para cada Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino adicionado. O aumento de produção de massa verde para a maior dose de esterco (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) em comparação à dose 0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ foi da ordem de 180,00 %, de 94,83 para 265,60 Mg ha⁻¹.

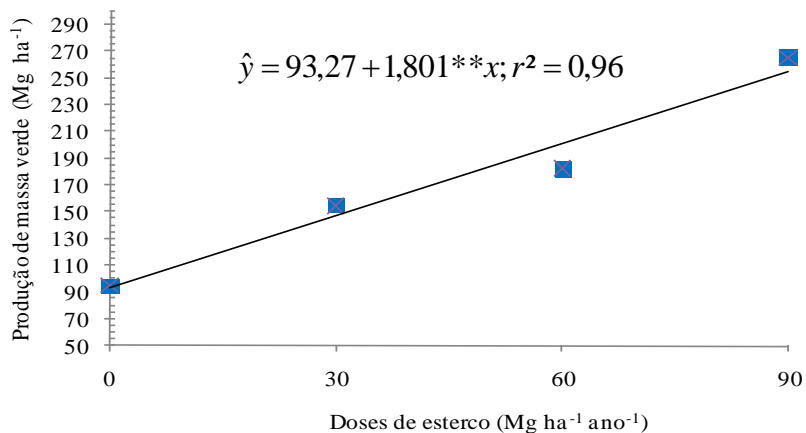


FIGURA 14. Produção de massa verde de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

A produção de massa verde constatada por Donato (2011) na mesma área, no primeiro corte, variou com espaçamento e doses de esterco bovino de forma independente. O modelo ajustado para a produção de massa verde em função das doses apresentou um comportamento quadrático e estima a máxima produção em 229,9 Mg ha⁻¹, obtida com a dose de 87,4 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco.

Silva (2012), em palmal da cv. Gigante de primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, encontrou interação entre espaçamento e adubações químicas para produção de massa verde. No espaçamento 1,00 m x 0,50 m, a menor produção de massa verde ocorreu sem adição de adubo e a produção de massa verde para as plantas adubadas com NPK foi similar às que receberam NP e superior às adubadas com P, embora as plantas adubadas com NP e P não terem diferido entre si.

4.2.2. Produção de matéria seca (PMS)

A produção de matéria seca da palma forrageira 'Gigante' aumentou de forma linear ($P < 0,01$) com o incremento das doses de esterco bovino (FIGURA 15). O modelo estima um aumento de $0,099 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria seca para cada $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino adicionado. O aumento de produção de matéria seca para a maior dose de esterco ($90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em comparação à dose $0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ foi da ordem de $146,00 \%$, de $6,39$ para $15,72 \text{ Mg ha}^{-1}$.

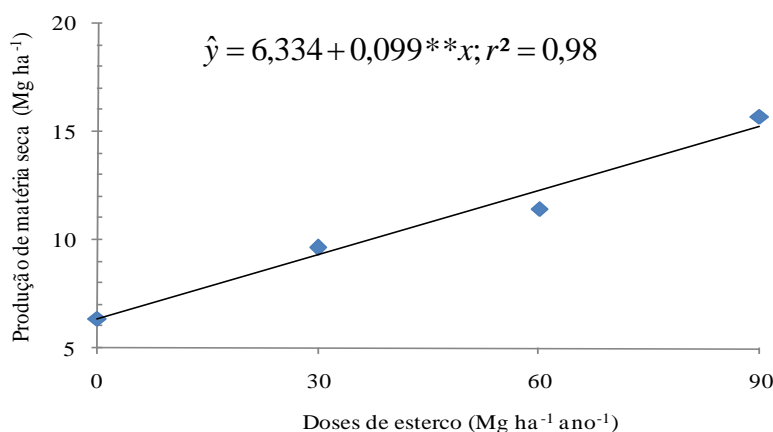


FIGURA 15. Produção de matéria seca de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade. *significativo pelo teste t a 5% de probabilidade.

Donato (2011), no primeiro corte, ajustou um modelo quadrático para a produção média de matéria seca em palma forrageira em função das doses de esterco, independentemente do espaçamento. O modelo ajustado estima a máxima produção de matéria seca, $21,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, quando se aplica $71,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco. O autor justificou que as elevadas doses de nitrogênio provenientes da adubação orgânica, da ordem de 130 a $390 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, podem

ter levado a esse comportamento, pois o nitrogênio promove alterações na morfologia das plantas e, em condições de alto suprimento desse nutriente, ocorrem maior crescimento e aumento na área foliar (MARSCHNER, 2012), o que pode significar menor teor de matéria seca nos tecidos de cladódios, que aliado a uma diminuição da produção de massa verde induziu o decréscimo no teor de MS.

Silva *et al.* (2012), em palmal do cv. Gigante de primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, encontrou interação entre espaçamentos e adubações químicas para produção de matéria seca quantificada aos 620 DAP, na época da colheita. As plantas sob espaçamento 1,00 x 0,50 m com NPK, NP e P produziram mais matéria seca que as plantas sem adubação.

Dubeux Junior *et al.* (2006) obtiveram produção de matéria seca média de 23,8 Mg ha⁻¹ para palma forrageira clone IPA 20, com população de 40.000 plantas ha⁻¹, em quatro localidades no estado de Pernambuco (ArcoVerde, São Bento do Una, Serra Talhada e Sertânia). Os valores médios de matéria seca encontrados por esses autores comparados aos do presente trabalho podem ser atribuídos ao clone utilizado, IPA-20, considerado mais produtivo, aliado à maior população de palmas utilizadas. Cortazar *et al.* (2002) verificaram 19,9 Mg ha⁻¹ de matéria seca aos 450 DAP, com população de 60.000 plantas ha⁻¹ e adubação com biofertilizante proveniente de guano e atum, na dose de 60 Mg ha⁻¹. Os autores utilizaram população de plantas três vezes maior e efetuaram a colheita de todos os cladódios, preservando apenas o cladódio primário.

Esses resultados evidenciam melhorias nas características morfométricas, número de cladódios, altura da planta, índice de área de cladódios e, conseqüentemente, na produção da palma forrageira. Isso comprova que adubação adequada com esterco bovino constitui estratégia de manejo eficiente para essa forrageira (DONATO, 2011), uma vez que a maioria das áreas de palma é pequena, cultivo basicamente de agricultura familiar. Contudo,

é necessário considerar que para doses elevadas e plantio em grandes áreas, há dificuldade de disponibilidade desse insumo.

A adição de esterco ao solo aporta todos os nutrientes como demonstrado pela composição do mesmo, mas principalmente N e P. A dose máxima de esterco bovino utilizada, $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, fornece cerca de $390\text{-}816\text{-}225 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$. A aplicação do esterco induz uma maior disponibilização no solo e maior absorção desses elementos e seu acúmulo nos cladódios. Novais *et al.* (2007) afirmam que a adição de esterco e de outras fontes orgânicas ao solo reduz a capacidade de adsorção de fósforo, aumenta o teor de fósforo e nitrogênio disponível, e proporciona uma maior mobilidade no perfil do solo, de formas orgânicas solúveis de fósforo (POS) e N. Adicionalmente, a matéria orgânica aportada ao solo melhora as propriedades físicas, pois aumenta a micro e macrofauna, melhora ou mantém a porosidade e, conseqüentemente, o fluxo difusivo de nutrientes no solo e a sua absorção pelas plantas. Essas explicações justificam o incremento do número e comprimento dos cladódios, altura da planta e índice de área de cladódios, características responsáveis pela formação da colheita, de forma linear com o aumento das doses de esterco observadas no presente trabalho, e por Donato (2011), pois o N é o maior responsável pela vegetação que se reflete no IAC, e o P acelera a formação de raízes e o crescimento das plantas, influenciando assim nas características fenotípicas expressas pelos genótipos (MARSCHNER, 2012).

4.3. Composição bromatológica

O incremento das doses de esterco e os espaçamentos não influenciaram ($P>0,05$) os teores de fibra em detergente neutro (FDN) na palma forrageira 'Gigante'. O teor médio de FDN nos cladódios de palma forrageira foi $285,88 \text{ gkg}^{-1}$. Donato *et al.* (2014), trabalhando na mesma área, no primeiro corte,

também não encontraram efeitos dos fatores testados sobre os teores de FDN na palma forrageira. Os teores de fibra em detergente neutro em palma forrageira são normalmente baixos comparados aos alimentos como o sorgo, por exemplo, (WANDERLEY, *et al.* 2002; AGUIAR, 2013). Os valores de FDN registrados no presente trabalho são próximos aos determinados por Tosto *et al.* (2007), 290 g kg⁻¹, Donato *et al.* (2014b), 293 g kg⁻¹, e superam os valores reportados por Albuquerque *et al.* (2002), de 256 g kg⁻¹, Wanderley *et al.* (2002), 262 g kg⁻¹ e Melo *et al.* (2003), 254 g kg⁻¹.

4.3.1. Proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e cinzas

Os teores de proteína bruta (PB) e fibras em detergente ácido (FDA) na palma forrageira 'Gigante' diferiram ($P < 0,05$) entre espaçamentos (TABELA 2) e entre as doses de esterco bovino (FIGURAS 16 e 17) de forma independente. Os Teores de cinzas (TABELA 2) diferiram entre os espaçamentos utilizados ($P < 0,05$), independente da dose de esterco bovino, enquanto os teores de matéria seca (MS) (FIGURA 16) diferiram ($P < 0,05$) entre as doses de esterco bovino. Interações significativas ($P < 0,05$) entre doses de esterco e espaçamentos foram registradas para os teores de nitrogênio não proteico (NNP) (FIGURA 18).

O teor de proteína bruta (PB) na palma forrageira 'Gigante' foi maior no espaçamento em fileira dupla, (3,00 x 1,00 x 0,25 m), comparado aos espaçamentos (2,00 x 0,25 m), (1,00 x 0,50 m) (TABELA 2). A maior proximidade das plantas no arranjo (3,00 x 1,00 x 0,25 m), apesar de não ter havido efeito de espaçamento, provavelmente conduz a um autossombreamento, com consequente estiolamento, o que pode favorecer a permanência das brotações em estado mais tenro.

TABELA 2. Teores de proteína bruta, fibra em detergente ácido e cinzas, em cladódios de palma forrageira 'Gigante', cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, 2011-2012.

Espaçamento (m)	Proteína bruta	Fibra em detergente ácido	Cinzas
	(g kg ⁻¹)		
1,00 x 0,50	98,75 B	177,50 B	131,75 B
2,00 x 0,25	102,47 B	206,17 A	142,50 AB
3,00 x 1,00 x 0,25	112,59 A	193,92 AB	150,67 A
CV (%)	7,68	13,71	12,51

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

O teor de proteína bruta da palma forrageira 'Gigante' variou de forma linear crescente em função das diferentes doses de esterco bovino aplicadas ao solo (FIGURA 16). Para cada Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco adicionado, o modelo estima um aumento de 0,38 g kg⁻¹ de proteína bruta. O aumento do teor de proteína bruta para a maior dose de esterco (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) em comparação à dose 0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ foi da ordem de 44,43 %, 83,45 para 120,53 g kg⁻¹ de proteína bruta.

Donato *et al.* (2014b), na mesma área, no primeiro corte, também constataram aumento linear do teor de PB em função das doses de esterco bovino aplicadas ao solo, independentemente dos espaçamentos de plantio utilizados. O teor de PB observado pelo autor para a maior dose de esterco (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) foi 120,31 g kg⁻¹, semelhante ao do presente trabalho. O modelo ajustado pelo autor estima um aumento de 0,38 g kg⁻¹ de proteína bruta, o que proporcionou incremento entre as doses 0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ da ordem de 26,69 %.

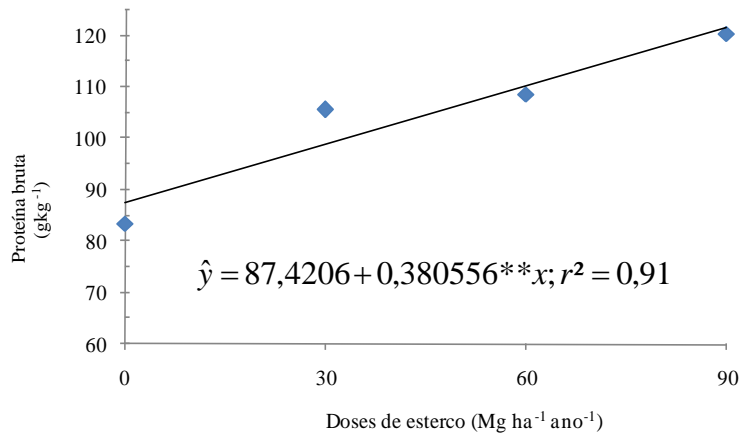


FIGURA 16. Teor de proteína bruta em cladódios de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Silva *et al.* (2013), em palmar do cv. Gigante de primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, constataram efeito de adubações químicas, independentemente do espaçamento. Maiores teores de PB ocorreram em plantas que receberam adubação NPK e NP, 123,50 e 124,46 g kg⁻¹, respectivamente, comparados com os das plantas cultivadas à base de P (74,00 g kg⁻¹) e sem adubação (67,80 g kg⁻¹). Os teores de PB em plantas adubadas com NP e NPK observados no presente trabalho correspondem aos valores relatados por Donato *et al.* (2014b) para a dose de 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

A palma forrageira tradicionalmente é conhecida como uma planta com baixo teor de proteína bruta, em média de 45,0 g kg⁻¹ (FARIAS *et al.*, 2000; ANDRADE *et al.*, 2002; WANDERLEY *et al.*, 2002), 51,0 g kg⁻¹ (MELO *et al.*, 2003); 46,0 g kg⁻¹ (SANTOS *et al.*, 2005), 48,3 g kg⁻¹ (TOSTO *et al.*, 2007). Valores inferiores aos observados por Silva *et al.* (2013), de 120 g kg⁻¹ e Donato *et al.* (2011), de 84,0 g kg⁻¹, e ao encontrado no presente trabalho de 120,53 g kg⁻¹ para a maior dose de esterco bovino (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹). Dubeux Junior *et*

al. (2006) detectaram aumento do teor de proteína bruta em função da adubação nitrogenada, de 42 g kg⁻¹ (palma sem adubação) para 87 g kg⁻¹ (com adubação de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio).

A influência da fertilização química nos rendimentos dos cultivos é evidenciada por Stewart *et al.* (2005) que analisaram 362 cultivos com milho, trigo, soja, arroz e feijão *Vigna*, sob condições de clima temperado, em estudo de longo prazo. Os autores verificaram que 30 a 50 % do rendimento dessas culturas são atribuíveis aos nutrientes de fertilizantes comerciais N, P, K e que, em regiões tropicais, podem representar 80 %. Silva *et al.* (2013), para a adubação química completa N-P-K, foram, respectivamente, 390-816-225 kg ha⁻¹, 777-1.632-450 e 200-150-100 kg ha⁻¹, de N, P₂O₅ e K₂O.

Como discutido em Silva *et al.* (2013), quando se aplicam NP e NPK, a interação N e P favorece a absorção de ambos; fósforo e nitrogênio interagem de forma sinérgica em que ambos os nutrientes em doses adequadas promovem aumentos na produção vegetal, maiores que aqueles obtidos com aplicações de cada nutriente isoladamente, pois são importantes nas reações fotossintéticas e no metabolismo do carbono, processos fundamentais para a assimilação do nitrogênio (MARSCHNER, 2012).

As reações bioquímicas responsáveis pela assimilação de NH₄⁺ são energeticamente intensas, e seus processos determinam o balanço de energia e de carbono de uma planta, tal como sua provisão de N (EPSTEIM e BLOOM, 2006). A maior disponibilidade de ATP propiciada pela adubação com fósforo fornece energia para a assimilação de N em aminoácidos e consequente síntese de proteínas, uma vez que o nitrogênio é parte integrante de aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA e RNA (purinas e pirimidinas), clorofila, coenzimas, colina e ácido indolilacético. A adição de esterco ao solo aporta todos os nutrientes, vide composição, mas principalmente N e P.

O teor de fibra em detergente ácido (FDA) da palma forrageira 'Gigante' foi maior no espaçamento 2,00 x 0,25 m (206,17 g kg⁻¹), comparado ao 1,00 x 0,50 m (177,50 g kg⁻¹) (Tabela 2).

O teor de fibra em detergente ácido (FDA) da palma forrageira 'Gigante' variou de forma linear (P<0,01) crescente em função das diferentes doses de esterco bovino aplicadas ao solo (FIGURA 17). Para cada Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco adicionado, o modelo estima um aumento de 0,54 g kg⁻¹ de FDA. O aumento do teor de FDA para a maior dose de esterco (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) em comparação à dose 0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ foi da ordem de 31,22%, 164,44 para 215,78 g kg⁻¹.

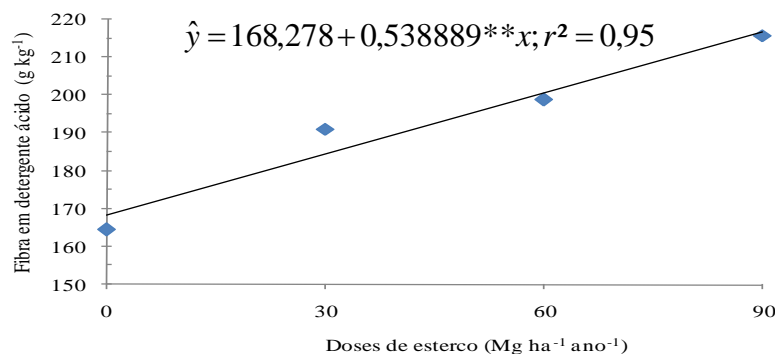


FIGURA 17. Teor de fibra em detergente ácido em cladódios de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Os teores de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro em palma forrageira são normalmente baixos comparados aos alimentos como o sorgo, por exemplo, (WANDERLEY *et al.* 2002; AGUIAR, 2013). Os valores de FDA registrados no presente trabalho situam-se na faixa determinada por vários autores. Silva *et al.* (2013) constataram efeito de adubações químicas, independentemente do espaçamento. Adubações somente com P, com 177,90 g kg⁻¹, expressaram teores de FDA semelhantes ao sem adição de adubo, com

168,80 g kg⁻¹; este foi menor do que 182,40 e 181,30 g kg⁻¹, obtidos nos tratamentos NPK e NP, respectivamente. Os referidos teores são semelhantes aos reportados por Donato *et al.* (2014b), cujas médias dos teores de FDA, 170,60 g kg⁻¹, não diferiram entre si para os fatores doses de esterco bovino e espaçamentos, e inferiores aos do presente trabalho, 215,8 g kg⁻¹, na maior dose de esterco adicionada (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹).

O teor de cinzas da palma forrageira 'Gigante' foi maior no espaçamento 3,00 x 1,00 x 0,25 m (150,67 g kg⁻¹), comparado ao espaçamento (1,00 x 0,50 m) (131,75 g kg⁻¹) (TABELA 2). Donato (2011) encontrou efeito de espaçamento para o teor de cinzas da palma forrageira cv. Gigante, independentemente das doses de esterco bovino adicionadas, com menor teor registrado no espaçamento (1,00 x 0,50 m) (132 g kg⁻¹), enquanto o maior foi observado no espaçamento 2,00 x 0,25 m (149 g kg⁻¹). Melo *et al.* (2003) e Souza *et al.* (2010) obtiveram valores médios para teor de cinza de 142,0 g kg⁻¹, da mesma magnitude do presente trabalho e do de Donato (2011).

4.3.2. Teor de matéria seca

O teor de matéria seca (MS) da palma forrageira 'Gigante' decresceu (P< 001) com o incremento das doses de esterco bovino (FIGURA 18). O modelo estima um decréscimo de 0,098 g kg⁻¹ no teor de matéria seca para cada Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino adicionado. O decréscimo do teor de matéria seca para a maior dose de esterco (90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) em comparação à dose 0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ foi da ordem de 14,27 %, de 68,89 para 58,89 g kg⁻¹.

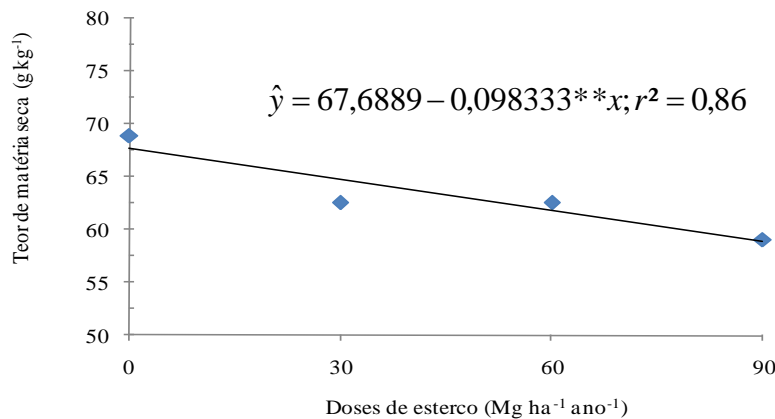


FIGURA 18. Teor de matéria seca em cladódios de palma forrageira 'Gigante' em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade.

Donato *et al.*(2014b) verificaram interação entre espaçamentos de plantio e doses de esterco bovino aplicadas ao solo para teor de MS avaliado aos 600 DAP, em palma forrageira, no primeiro corte, na mesma área. No espaçamento 3,0 x 1,0 x 0,25 m foi ajustado um modelo quadrático em função das doses, que estima o menor teor de matéria seca em 93,0 g kg⁻¹ para 55,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco, enquanto para os espaçamentos 1,00 x 0,50 m e 2,00 x 0,25 m, não houveram ajustamentos de modelo.

Silva *et al.* (2013), em palmar do cv. Gigante do primeiro corte, implantado numa área vizinha à do presente trabalho, constataram efeito de adubações químicas, independentemente do espaçamento. A palma forrageira sem adubação apresentou maior teor de MS (95,00 g kg⁻¹) em comparação à palma adubada com P, NP e NPK (em média 78,00 g kg⁻¹). Os autores argumentam que as adubações condicionaram melhor crescimento das plantas e favoreceram o surgimento de cladódios, visto que o número de cladódios foi maior para as plantas que receberam NP e NPK em comparação com as não adubadas e, provavelmente, esses cladódios apresentam menores proporções de

tecidos estruturais, parede celular pouco espessa e elevado teor de água resultando em menores teores de MS.

Os resultados do presente trabalho, de Silva *et al.*(2013) e de Donato (2011), obtidos no mesmo local, atestam o decréscimo do teor de matéria seca com a adubação. O teor de matéria seca em tecidos de cladódios de palma forrageira varia de acordo com a idade da planta e dos cladódios. Cladódios mais novos apresentam menores teores de matéria seca e os mais velhos, maiores teores. A adubação orgânica ou química, com grande aporte de nitrogênio e fósforo induz o crescimento da planta promovendo o aparecimento de novos cladódios, o que pode justificar a diminuição do teor de MS, pois as plantas sem aplicação de esterco no presente trabalho e no de Donato (2014b), e sem adubação química (SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2013) expressaram menor crescimento (altura da planta, número de cladódios) e maior teor de MS, quando comparadas às plantas adubadas com doses crescentes de esterco, como no presente trabalho ou com adubações NP e NPK (SILVA *et al.*, 2013).

O menor crescimento da palma forrageira possibilita um maior acúmulo no teor de MS, devido ao efeito de diluição, uma vez que a produção de massa fresca propiciada pelo crescimento em período (precipitação) ou condição favorável (adubação) é bem mais intensa proporcionalmente à produção de matéria seca. Plantas de locais secos, como a palma forrageira, possuem camadas de células especializadas com grande volume e órgãos como os cladódios para estocar água, com capacidade de manter um balanço hídrico favorável, que reflete o grau de suculência da espécie. Uma forma de conservação de água é a utilização de carboidratos capazes de se hidratarem (mucilagem) em células, em dutos e em cavidades (LARCHER, 2000).

A produção de matéria seca das plantas depende da intensidade das trocas gasosas, mas muito mais do balanço de CO₂ e do padrão específico de alocação de assimilados. A partição de assimilados em plantas que

experimentam dificuldade para aquisição de carbono, em função de mecanismos antiestresse, como as plantas CAM, favorece a formação de uma rede de suporte e xilema bem desenvolvido em vez de formação de um lenho bem desenvolvido e maciço, o que culmina com baixa produção de matéria seca.

A taxa de assimilação líquida expressa o aumento da matéria seca em relação à área foliar total, no caso área de cladódios. Durante a estação seca, os mecanismos que asseguram a sobrevivência das plantas são acionados em detrimento do trabalho de produção de matéria seca. Essas plantas excluem o estresse por seca também de forma temporal, por meio da promoção de um crescimento intenso durante o período que possibilita condições favoráveis, a exemplo da estação chuvosa (NOBEL 2001; LARCHER, 2000; Taiz e Zeiger 2009), com maior disponibilidade hídrica e de nutrientes. Nestas condições, a palma forrageira experimenta elevado crescimento da área de cladódios, com grande acúmulo de água, como mecanismo de sobrevivência em preferência à assimilação líquida de CO₂ e acúmulo percentual de matéria seca.

O baixo teor de matéria seca da palma forrageira afeta o consumo deste componente pelos animais, necessitando de um aumento na quantidade fornecida para atender o requerimento de consumo de matéria seca. Aguiar (2013) constatou decréscimo de 0,004 kg dia⁻¹ no consumo de matéria seca em relação à porcentagem de peso corporal de novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg⁻¹). O autor justificou esse comportamento pelo decréscimo do teor de matéria seca nas dietas com o aumento do teor de palma forrageira, pois o teor de MS em palma forrageira e sorgo, componentes das dietas, foram 92,80 g kg⁻¹ e 325,60 g kg⁻¹, respectivamente, cerca de três vezes e meia mais matéria seca no sorgo.

É corrente a informação na literatura que o uso da palma forrageira pode reduzir o consumo de matéria seca, em função do alto teor de umidade presente na mesma, mas resulta em consumo de grandes quantidades de matéria natural.

4.3.3. Nitrogênio não proteico

O teor de nitrogênio não proteico (NNP) da palma forrageira 'Gigante' ajustou modelo quadrático ($P < 0,01$) para o espaçamento E_1 (1,00 x 0,50 m); que estima teor mínimo de NNP de $120,72 \text{ g kg}^{-1}$ para dose de $47,82 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino (FIGURA 19). Para os espaçamentos E_2 (2,00 x 0,25 m); e E_3 (3,00 x 1,00 x 0,25 m); não houve ajustamento de modelos, com média de NNP de 315,52 e 322,02 g kg^{-1} de NNP, respectivamente.

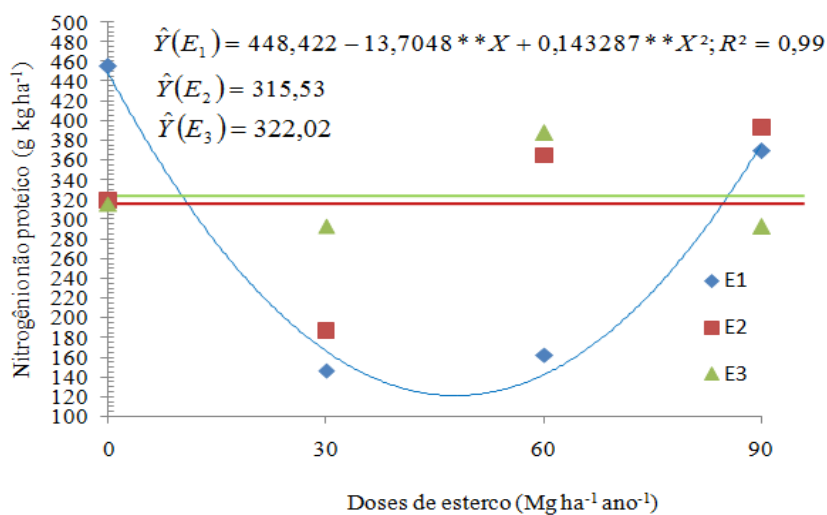


FIGURA 19. Teor de nitrogênio não proteico em cladódios de palma forrageira 'Gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos (E_1 (1,00 x 0,50 m); E_2 (2,00 x 0,25 m); e E_3 (3,00 x 1,00 x 0,25 m)), em função de doses de adubação orgânica com esterco bovino. Guanambi-BA, (2011-2012).

**significativo pelo teste t a 1 % de probabilidade

E₁ (1,00 x 0,50m); E₂ (2,00 x 0,2m); e E₃(3,00 x 1,00 x 0,25 m).

Donato (2011) no primeiro corte, na mesma área, não encontrou efeito de doses e de espaçamento para o teor de nitrogênio não proteico em palma forrageira. O teor médio de NNP determinado por esse autor foi 338,00 g kg⁻¹. SILVA *et al.* (2013) observaram interação entre espaçamento e adubações químicas para nitrogênio não proteico (NNP). No arranjo 1,00 x 0,50 m, a adubação NPK conferiu teores nos cladódios de 213,50 g kg⁻¹, superiores aos registrados para plantas adubadas com NP, que superraram plantas não adubadas e adubadas apenas com P; para os espaçamentos 2,00 x 0,25 m, 3,00 x 1,00 x 0,25 m, o teor de NNP nas plantas adubadas com NPK foi similar às adubadas com NP e superou os teores registrados para as plantas não adubadas e adubadas apenas com P.

5 CONCLUSÃO

O incremento das doses de esterco bovino até $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ melhora as características estruturais e o rendimento da palma forrageira 'Gigante', expressos pelo aumento da quantidade de cladódios por planta, altura da planta, índice de área de cladódios, produção de massa verde e de matéria seca, teores de proteína bruta e fibra em detergente ácido, e decresce os teores de matéria seca, independentemente dos espaçamentos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. S. M. A. **Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas**. 2013. 110f. Tese (Doutorado em Zootecnia), UESB, Itapetinga, 2013.

ALBUQUERQUE, S. S. C. **Utilização de diferentes fontes de proteína e palma forrageira cv gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

ALMEIDA, J. A **palma forrageira na Região Semiárida do Estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade**. 2011. 95 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2011.

ALVES, R. N. *et al.* Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, jul. 1986.

ANDRADE, R. L. **Evolução do crescimento da palmas forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em função do adensamento e adubação com farinha de osso no solo**. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

ARAÚJO, G. G. L.; ALBUQUERQUE, S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. **Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no Semiárido do Nordeste**. 2006. Disponível em:
<http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB886.pdf>.
Acesso em: 20 out. 2012;

BRAVO, H. **Las Cactáceas de México**. 2. ed. v.1 México: Universidade Nacional Autônoma do México, 1978., p. 20.

BUSATO, J. G. **Química do húmus e fertilidade do solo após adição de adubos orgânicos**. 2008. 135 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)– Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

CAVALCANTE, M. C. de A. **Comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus- indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia sp.*)**. 2007. 40 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2007.

CAVALCANTI, J. A. **Recomendações de adubações para o estado de Pernambuco**. Recife: IPA, 1998. 198 p.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semi-Árido baiano. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 39-49, nov. 2006.

CODEVASF. Companhia de desenvolvimento dos vales do São Francisco e Vale do Parnaíba. **Polígono das secas**. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/poligono-das-secas>>. Acesso em: 20 out. 2012.

DONATO, P. E. R. **Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento empalma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes), Itapetinga, 2011.

DONATO, P. E. R. *et al.* Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Agrária**, São Paulo, v. 9, n.1, p.151-158, 2014a.

DONATO, P. E. R. *et al.* Valor nutritivo da palma forrageira 'Gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n.1, p. 163-172. 2014b.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135. 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L) Miller under different N and P fertilization and plant population in northeast Brasil. **Journal of Arid Environments**, Amsterdam, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F dos. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; **A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária de UFPE, 2005. p. 105-127

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMBRAPA/SUDENE. **Levantamento exploratório: reconhecimento dos solos da margem direita do Rio São Francisco. Estado da Bahia**. v. 2. Recife: EMBRAPA: SNLCS: SUDENE, 1979. 1. 296 p. (Boletim Técnico, 52)

FARIAS, I.; SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C. **A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 81-103.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1. 2008, Ceará. **Anais...** Ceará: [s.n], 2008.

FERREIRA, C. A. *et al.* Utilização de técnicas multivariadas da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntiaficcusindica*, Mill), **Revista Zootécnica**, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, 2003.

FIALHO, J. S. *et al.* Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brasil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, Victory Island, , v. 8, p. 5020-5031, 2013.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 12-19

INCT-CA. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Métodos para análises de alimentos. Viçosa: UFV, 2012. 214 p.

INGLESE, P. Plantação e manejo do pomar. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p.79-93

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Palma adensada: maior produção de forragem por hectare**. Recife: IPA, 1997. p.. 6

KOPPEN, W.; GEIGER, R., **Handbuch der Klimakunde**. Berlin, 1931.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 529 p.

MAGALHÃES, M. C. S. *et al.* Inclusão de cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntiaficcus indica* Mill) para vacas mestiças em lactação 1. Consumo e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p.1897-1908, 2004. (Suplemento 1)

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Third Edition. London: Elsevier. 2012. 651 p.

MELO, A. A. S. *et al.* Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n. 7, p. 1165-1171, 2006.

MELO, A. A. S. *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação.1. Desempenho 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG v. 32, n. 3, p.727-736, 2003.

MELO, E. F. **Estado do Sertão**. Disponível em <<http://www.elomar.com.br/estado/index.html>>. Acesso em: 20 fev. 2014

MENEZES. R. S. C. **A palma no Nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.143-162, 2005.

MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO REGIONAL – MI. Secretária de Políticas Públicas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, 2005. 35 p.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding opuntia for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. *Cactus (Opuntia spp) as forage*. Romi: FAO, 2001. p.21-28.

NASCIMENTO, J. P. do. **Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia fícus-indica* Mill. Sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semi-árido da Paraíba**. 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-48

NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 472-550.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa-MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.133-204.

OLIVEIRA JUNIOR, S.; NETO, M. B.; RAMOS, J. P. F. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no Semiárido Paraibano, **Tecnologia e Ciências Agropecuária**, Patos, v. 3, n. 1, p.7-12. 2009.

OLIVEIRA, E. R. Alternativas de alimentação para a pecuária do semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1996, Natal-RN. **Anais...** Natal-RN: Emparn, 1996. p.127-147.

PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (*spondiasssp*)**. 2009. 71 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2009.

PESSOA, A. S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98p. (SUDENE. Agricultura, 5).

PESSOA, R. A. S.; *et al.* Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 38, n. 5, p. 941-947, 2009.

PIMENTEL, P. G. *et al.* Consumo e Digestibilidade Aparente dos Carboidratos Totais e dos Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro de Dietas Contendo Resíduo Industrial de Tomate em Novilhos Zebuínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

PINTO, M. S. C. *et al.* Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife-PE, **Anais...** Recife-PE: SBZ, 2002, v. 1, p. 54-64.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos químicos e bromatológicos.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 174 p. (Documentos, 306)

SALES, A.T.; *et al.* **Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (opuntiaficus-indica e nopaleacochenilifera) no Cariri Paraibano.** IN: IV Congresso Nordestino de Produção Animal, 4., 2006, . Petrolina – PE **Anais...** Petrolina – PE: SNPA, 2006. p. 434-438.

SALMAN, A. K. D. *et al.* **Metodologia para avaliação de ruminantes.** Porto Velho-RO: Embrapa Rondônia, 2010. 26 p. (Documentos, 136)

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In; MENEZES, R. S. C.*et. al.* (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p.43-55

SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A. Palma forrageira. In: CAVALCANTE, F. J. DE A.(Cord.). **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco:** 2ª aproximação. 2ª edição revisada. Recife: IPA, 1998. p.167

SANTOS , D.C. *et al.* **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006. 48 f. (IPA Documentos, 30).

SANTOS, D. C. *et al.* **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização.** Recife: IPA, 2002. 45 p.

SANTOS, M. V. F. dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In:

SANTOS, M. V. F. *et al.* Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das plantas forrageiras **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 27, n. 6, p. 777-783, 1992.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante”, “Redonda” (*Opuntia ficus-indica* Mill) e Miúda (*Nopalea cochenillifera*, SalmDyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1990.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.7, n.10, p.1-13, 2006. Disponível em <http://www.uesb.br/ppz/defesas/2013/doutorado/maria_do_socorro.pdf.> Acesso em: 18 maio 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubação química**. 2012. 87 f. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)- UESB, Itapetinga-BA, 2012.

SILVA, J. A. *et al.* Composição bromatológica de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-Pe, v. 8, n. 2, p. 342-350, 2013.

SILVA, J. A. *et al.* Composição mineral de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Dourados-MT, v. 7, p. 866-875, 2012.

SILVA, M. da C.; *et al.* **Influência da adubação e do espaçamento sobre a composição química da palma forrageira**. cv. Clone IPA-20. In: 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. CD-ROM, Piracicaba-SP, 2001.

SILVA, N. G. M. **Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira.** 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Forragicultura) – Departamento de Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SOUTO, P. C. *et al.* Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 29, n.1, p.125-130, 2005.

SOUZA, C. M . S. *et al.* Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 5 p. 1146-1153, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. edição. Porto alegre: Artmed Editora S. A., 2009. p. 203-242.

TELES, M. M. *et al.* Efeitos da Adubação e de Nematicida no Crescimento e na Produção da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 52-60. 2002.

TELES, M. M. *et al.* Efeito da Adubação e do Uso de Nematicida na Composição Química da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p.1992-1998, (Suplemento 2), 2004.

TOSTO, M . S. L. *et al.* **Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas.** v. 8, n. 3, p. 239 – 249, 2007. Disponível em <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/download/782/522>>. Acesso em : 10 maio 2012.

WANDERLEY, W. L. *et al.* Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa- MG, v. 31, n.1, p. 273-281, 2002.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGELA, P. **Métodos físico –químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1.020