



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



## Sistemas Tradicionais de Produção de Palma Forrageira ‘Gigante’ em Agroecossistemas do Semiárido Baiano<sup>1</sup>

Laudiceio Viana Matos<sup>2</sup>, Sérgio Luiz Rodrigues Donato<sup>3</sup>, Marcos Koiti Kondo<sup>4</sup>; João Luiz Lani<sup>5</sup>

<sup>2</sup>Engenheiro agrônomo, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: laudimatos@yahoo.com.br - ORCID: 0000-0003-2786-3191; <sup>3</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Setor de Agricultura, Guanambi, Bahia, Brasil. E-mail: sergio.donato@ifbaiano.edu.br - ORCID: 0000-0002-7719-4662; <sup>4</sup>Professor da Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Ciências Agrárias, Janaúba, Minas Gerais, Brasil. E-mail: marcos.kondo@unimontes.br - ORCID: 0000-0001-6875-4907; <sup>5</sup>Professor da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: lani@ufv.br - ORCID: 0000-0002-6122-9373

Artigo recebido em 22/01/2020 e aceito em 30/11/2020

### RESUMO

A produtividade e a qualidade nutricional da palma forrageira são afetadas pelas inter-relações entre as características edafoclimáticas do ambiente de cultivo, com as práticas de manejo e o potencial genético da planta. Ao articular a caracterização dos solos dos agroecossistemas, o detalhamento dos sistemas de produção de palma forrageira, mais o levantamento dos atributos estruturais e rendimento das plantas, com a qualidade do cladódio para uso como forragem, espera-se estabelecer a melhor relação planta-ambiente-homem. Assim, é possível identificar e/ou desenvolver tecnologias viáveis e apropriadas para a otimização da produção da palma forrageira em quantidade e qualidade, com práticas condizentes às especificidades locais. Objetivou-se com o presente trabalho realizar a caracterização dos sistemas tradicionais de produção de palma forrageira e inter-relacioná-la com os rendimentos das plantas e composição mineral e bromatológica dos cladódios em cinco agroecossistemas do semiárido baiano. Constatou-se que as características dos agroecossistemas afetaram mais o comprimento e largura dos cladódios, a matéria orgânica e o material mineral na planta. Os sistemas de produção estabelecidos afetaram, maiormente, a produção de massa de cladódios por planta, a produtividade de massa verde, a área total de cladódios, o número de cladódios produzidos por planta, teores de matéria seca, teores de nitrogênio, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Os componentes mais afetados pelo efeito da planta (genótipo) foram os teores de gordura ou extrato etéreo na planta, a capacidade de produção de massa por cladódio e os teores de fibra em detergente neutro nos tecidos dos cladódios. Espera-se disponibilizar as informações geradas de forma mais acessível e possível de serem incorporadas aos sistemas de produção de palma forrageira na perspectiva de torná-los mais sustentáveis.

Palavras-chave: *Opuntia*, ambiente, conhecimento local, qualidade da forragem, rendimento, manejo.

## Traditional systems of ‘Gigante’ cactus pear production in agroecosystems of Bahia semi-arid region

### ABSTRACT

The productivity and nutritional quality of the cactus pear are affected by the interrelationships between the edaphoclimatic characteristics of the cultivation environment, with the management practices and the genetic potential of the plant. By articulating the characterization of agroecosystem soils, detailing the production systems of cactus pear, plus the survey of structural attributes and plant yield, with the quality of the cladodes for use as forage, it is expected to establish the best plant-environment-man relationship. Thus, it is possible to identify and / or develop viable and appropriate technologies to optimize the production of cactus pear in quantity and quality, with practices consistent with local specificities. The objective of the present work was to characterize the traditional systems of production of cactus pear and to interrelate it with plant yields and mineral and chemical composition of the cladodes in five agroecosystems

<sup>1</sup> Artigo extraído da tese de doutorado “Cultivo da palma forrageira ‘Gigante’ em agroecossistemas do semiárido baiano” apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.

in the semi-arid region of Bahia, Brazil. It was found that the characteristics of agroecosystems most affected the length and width of the cladodes, the organic matter and the mineral material in the plant. The established production systems most affected the mass production of cladodes per plant, the productivity of green mass, the total area of cladodes, the number of cladodes produced per plant, dry matter content, nitrogen content, crude protein and fiber in neutral detergent. The components most affected by the effect of the plant (genotype) were the levels of fat or ether extract in the plant, the capacity for mass production by cladode and the levels of neutral detergent fiber in the tissues of the cladodes. It is hoped that the information generated will be made available in a more accessible and possible way to be incorporated into their cactus pear production systems with a view to making them more sustainable.

Key words – *Opuntia*, environment, local knowledge, forage quality, yield, management.

## Introdução

As crescentes limitações ambientais inerentes ao semiárido brasileiro têm contribuído para o maior interesse e expansão das áreas de cultivo da palma forrageira, considerando a maior adaptabilidade da planta e a necessidade do fortalecimento e sustentabilidade da atividade agropecuária (Gomes et al., 2018; Matos et al., 2021). Nos períodos de secas extremas e longas, ou de maior imprevisibilidade com atraso do início da estação de chuvas, o cultivo da palma forrageira assume importância para produtores, governos e instituições de ensino, pesquisa e extensão, o que deveria ser uma preocupação contínua na elaboração e implementação de políticas públicas mais eficazes (Lopes et al., 2019; Veimrober Júnior et al., 2019).

A palma forrageira apresenta-se como uma importante fonte de forragem para os animais, devido à sua acessibilidade e fácil multiplicação pelos produtores, associadas aos mecanismos fisiológicos de eficiência fotossintética, resistência ao déficit hídrico, eficiência no uso da água e qualidade nutricional (Blanco-Macías et al., 2010; Lopes et al., 2019; Teixeira et al., 2019).

O rendimento, resiliência e qualidade nutricional da palma forrageira, como de qualquer cultivo, são consequências das inter-relações entre as características edafoclimáticas do ambiente de cultivo, das técnicas e práticas de manejo adotadas pelo produtor e do potencial genético da planta (Resende et al., 2002; Pimienta-Barrios et al., 2012; Donato et al., 2017d; Matos et al., 2020). As respostas das plantas frente ao ambiente de cultivo e manejo afetam a qualidade dos cladódios para uso como forragem, o rendimento e a longevidade do palmar (Aguiar et al., 2015; Donato et al., 2017b; Léo et al., 2021).

O emprego das estratégias de manejo perpassa por todas as etapas do cultivo, desde a seleção do material propagativo, escolha adequada do local de plantio, preparo do solo, época de plantio, adensamento e arranjo espacial das plantas, adubação de plantio, controle de pragas e doenças, tratos culturais e controle de plantas daninhas, época e intervalos entre as colheitas e a preservação

de cladódios remanescentes após a colheita para manutenção de reserva da planta (Santos et al., 2013; Cavalcante et al., 2014; Nunes et al., 2019). E, ainda, a realização de adubações considerando a demanda nutricional da palma forrageira e a capacidade do solo em suprir a extração de nutrientes pela planta (Fialho et al., 2013; Moreira et al., 2020).

A adubação mineral constitui uma prática pouco adotada pelos produtores tradicionais do semiárido, em razão dos custos elevados dos fertilizantes químicos, difícil acesso à assistência técnica, agravada pelas limitações na eficiência da aplicação com a variabilidade do regime de chuvas (Donato et al., 2017c; Padilha Júnior et al., 2020).

Contudo, o esterco bovino é uma opção adotada pelos produtores tradicionais de palma forrageira, porém, sem o devido reconhecimento das proporções adequadas de uso e o real potencial para a melhoria do cultivo, ou mesmo por não disporem do suficiente na propriedade (Barros et al., 2016). Geralmente, o esterco é aplicado em quantidades que não atendem as exigências da planta ou não aproveitam o potencial da cultura (Alves et al., 2019).

O uso do esterco bovino na adubação contribui para maior disponibilização de nutrientes no solo (Padilha Júnior et al., 2020), beneficia a estrutura da planta e melhora sua qualidade para uso como forragem (Barros et al., 2016; Léo et al., 2020). Adubações orgânicas e organominerais proporcionam maior eficiência nutricional de N, S, P, Mn e Zn em palma forrageira ‘Gigante’ e estão associadas a maiores produtividades de matéria seca, enquanto que a adubação mineral apresenta maior eficiência nutricional para K, para as mesmas quantidades de nutrientes aplicados (Léo et al., 2020).

Pressupõem-se que ao articular a caracterização dos solos dos agroecossistemas com a especificação dos sistemas de produção de palma forrageira, com o levantamento dos rendimentos de massa verde, atributos estruturais das plantas e a qualidade do cladódio para uso como forragem, identifica-se as melhores interações planta-ambiente-homem, e conseqüentemente, a melhoria

da sustentabilidade agroambiental com a palma forrageira. Assim, é possível otimizar e desenvolver tecnologias viáveis e apropriadas para produção de palma forrageira em quantidade e qualidade e potencializar a criação de animais no semiárido brasileiro (Donato et al., 2017b; Lédo et al., 2019, 2020).

As particularidades dos agroecossistemas permitem a formulação de técnicas específicas para os sistemas de produção dentro das condições socioeconômicas e culturais dos produtores, pois ambientes diferentes requerem manejos específicos (Resende et al., 2017). Objetivou-se com o presente trabalho realizar a caracterização dos sistemas tradicionais de produção de palma forrageira e inter-relacioná-la com os rendimentos das plantas e composição mineral e bromatológica dos cladódios em cinco agroecossistemas do semiárido baiano, na perspectiva da interação planta-homem-ambiente. Espera-se tornar as informações geradas mais acessíveis e possíveis de serem incorporadas aos seus sistemas de produção de palma forrageira, na perspectiva de torná-los mais sustentáveis.

## Material e métodos

### *Localização e características gerais da área de estudo*

A microrregião de Guanambi está sobre o domínio que abrange o Pediplano Sertanejo, mais à jusante da sub-bacia do rio das Rãs. A geologia do Complexo Guanambi ocorre na margem direita do rio São Francisco, em extensa região aplainada, cuja monotonia é quebrada por *inselbergs* (picos rochosos isolados) de formas suaves e esparsas. Coberturas Detríticas (Terciário/Quaternário) foram constatadas em áreas isoladas e planas, em interflúvios, sobre o Complexo Santa Isabel, à montante da sub-bacia do rio das Rãs (BRASIL, 1982).

A área da sub-bacia do rio das Rãs apresenta amplo domínio de Caatinga Hipoxerófila, que faz transição com a Floresta Estacional Decidual (Mata Seca), além da ocorrência de áreas de transição Cerrado-Caatinga (ecótono), reconhecido localmente como ‘carrasco’ (BRASIL, 1982). Essa condição propiciou o estabelecimento de diferentes comunidades tradicionais com os seus saberes populares construídos em estreita relação com esses ambientes, gerando, assim, diversidade de agroecossistemas.

O período chuvoso ocorre de novembro até abril, seguidos de seis meses de estiagem (período seco), de maio a outubro. Os meses de maior escassez de água estão compreendidos de junho a

agosto, que pode se prolongar até novembro (Tabela 1).

A microrregião de Guanambi apresenta clima quente de Caatinga, com chuvas de verão e período seco bem definido (BSwh - Köppen). Ao leste, em menor proporção, ocorre o clima tropical chuvoso de floresta com inverno seco e verão chuvoso (Aw), que pode ocorrer em áreas de vegetação de caatinga, floresta estacional e nas transições de vegetação (SEI, 2014).

### *Apresentação da proposta de estudo junto a entidades de representação de produtores rurais na microrregião de Guanambi*

O projeto de pesquisa foi idealizado e construído considerando o perfil de atuação profissional do pós-graduando, servidor do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Bahia), juntamente com a experiência do professor Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IFBaiano) em pesquisas com palma forrageira na microrregião de Guanambi. O projeto foi aperfeiçoado e apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido com a participação dos coorientadores professor Dr. Marcos Koiti Kondo (Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES) e do professor Dr. João Luiz Lani (Universidade Federal de Viçosa - UFV).

Para a viabilização de sua execução, o projeto de pesquisa foi apresentado ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Guanambi, à Casa de Agroecologia do Semiárido (CASA), ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Caetité, à Cooperativa de Assessoria Técnica e Educacional para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar (COOTRAF) e aos produtores rurais dos municípios de Iuiu e Riacho de Santana. Essas entidades de representação, lideranças comunitárias e assessoria técnica se interessaram em participar da pesquisa e se comprometeram a apresentar comunidades de produtores rurais com tradição no cultivo de palma forrageira aos pesquisadores, na microrregião de Guanambi. Essa intervenção foi importante no sentido de facilitar a receptividade e confiança das famílias de produtores de palma forrageira com relação à pesquisa.

As fotos de visitas técnicas às comunidades rurais, juntamente com as entidades de representação, para apresentação do projeto de pesquisa e sondagem do interesse dos produtores e de suas famílias em participarem das atividades propostas, são apresentadas na Figura 1.



Figura 1. Apresentação e mobilização de produtores nos diferentes agroecossistemas de palma forrageira em relação ao projeto de pesquisa.

Fotos: Laudiceio Viana Matos.

### *Identificação dos agroecossistemas de cultivo tradicional da palma forrageira*

Para avaliar o desempenho e potencial produtivo, as características estruturais da planta e a qualidade da forragem produzida sob diferentes condições ambientais e de manejo, foram identificadas e delimitadas regiões com agroecossistemas contrastantes no semiárido da microrregião de Guanambi. Assim, foram estratificados cinco agroecossistemas com base na

distinção do uso e cobertura do solo, vegetação, relevo, altimetria, disponibilidade hídrica, tipologia dos produtores e sistemas de produção da palma forrageira.

Os agroecossistemas selecionados para a realização do estudo de sistemas de produção da palma forrageira foram nas seguintes regiões: 1 - Distrito Irrigado de Ceraíma, Guanambi-BA (14° 17' 40" S; 42° 42' 44" O e 542 m de altitude) - região inserida em perímetro irrigado, condição

que possibilita a irrigação de alguns palmais. A maior parte da área pesquisada apresenta relevo plano a suave ondulado, com o predomínio de Planossolos Háplicos eutróficos (SXe) e Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos (PVAe), mais as inclusões de Neossolos Flúvicos Tb eutróficos (RYbe) (EMBRAPA, 1977; Santos et al., 2018); 2 - Vale do Iuiu, Iuiu-BA (14° 23' 50" S; 43° 27' 07" O e 507 m de altitude) - região com amplo domínio de solos de boa fertilidade natural, representantes dos Cambissolos Háplicos Ta eutróficos (CXve); 3. Maniaçu, Caetité-BA (13° 48' 50" S; 42° 24' 32" O e 936 m de altitude) - representa a área com maior altitude entre as estudadas, com relevo suave ondulado a ondulado. Os solos apresentam baixa fertilidade, com amplo domínio de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd) (EMBRAPA, 1977; Santos et al., 2018); 4 - Baixio, Riacho de Santana-BA (13° 32' 08" S; 43° 09' 19" O e 482 m de altitude) - apresenta a menor altitude entre as áreas estudadas, em relevo plano a suave ondulado e solos com baixa fertilidade, como predomínio dos Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd), com inclusões de Neossolos Quartzarênicos órticos

(RQo). 5 - Morrinhos, Guanambi-BA (14° 14' 02" S; 42° 37' 08" O e 843 m de altitude média) - área com relevo movimentado e o predomínio de Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos (PVAe) e distróficos (PVAd), mais a inclusão de Cambissolos Háplicos Ta eutróficos (CXve) (EMBRAPA, 1977; Santos et al., 2018). (Figura 2).

Foram selecionadas quatro propriedades tradicionais com sistemas de produção da palma forrageira específicos a cada agroecossistema identificados nessa microrregião do semiárido baiano (Figura 3). Esses agroecossistemas apresentam diferentes características e, em cada situação, é necessário um manejo adequado dos cultivos e dos recursos naturais para maior produtividade e sustentabilidade ambiental, formando, assim, elementos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa (Resende et al., 2002). Os sistemas de produção incorporam os saberes populares construídos ao longo do tempo pelos agricultores, o que inclui conhecimentos adquiridos de instituições de ensino, pesquisa e extensão, e por entidades de representação e assessoria técnica.

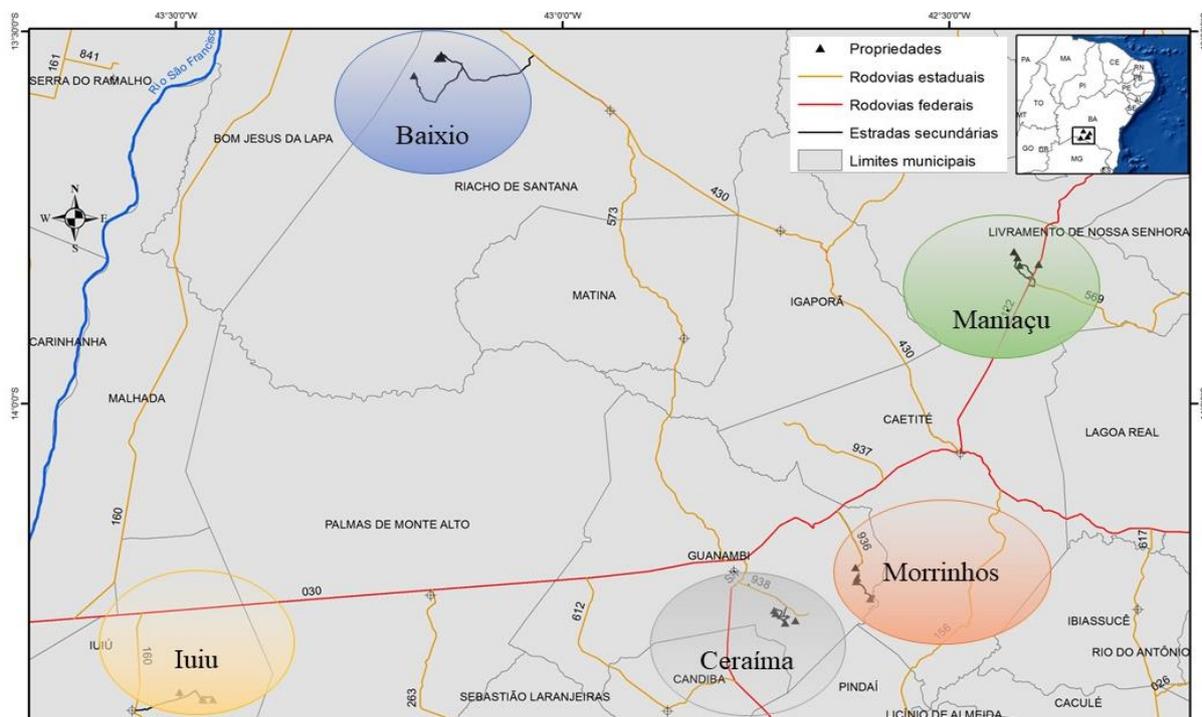


Figura 2. Localização dos agroecossistemas e os respectivos sistemas de produção selecionados para a realização da pesquisa na microrregião de Guanambi, semiárido baiano.  
Fonte: Elaboração dos autores.



Figura 3. Vista geral das paisagens de ocorrência dos cinco agroecossistemas onde foram selecionados os sistemas tradicionais de produção de palma forrageira ‘Gigante’.

Fotos: Laudiceio Viana Matos.

#### 2.4. Seleção e caracterização dos sistemas de produção de palma forrageira

Com o intuito de facilitar o diálogo com as comunidades e o acesso ao conjunto de informações e resultados dos saberes e experiências acumuladas pelos produtores tradicionais com o cultivo da palma forrageira, foram envolvidas as organizações de trabalhadores rurais e assessoria técnica na região, como os sindicatos, para estabelecerem o contato inicial com os produtores. Essas organizações acompanharam os pesquisadores até as comunidades dentro dos agroecossistemas identificados e os apresentaram às famílias de produtores de palma forrageira. Dessa forma, conseguiu-se agilizar e qualificar a seleção dos sistemas de produção representativos de cada agroecossistema.

Na seleção dos produtores, considerou-se a necessidade de apresentarem relação estreita e complexa com o agroecossistema, de modo que já residam e a família tenha a tradição no cultivo da palma forrageira e demais atividades agropecuárias em sua região. Dentro de cada agroecossistema, procurou-se identificar sistemas de produção de palma forrageira mais uniformes, com a manutenção e padronização dos espaçamentos e dos tratos culturais em toda área de cultivo, observação da sanidade do palmar (controle de pragas e doenças), uniformidade na colheita e solos mais homogêneos.

A observância dessas condições foi adotada para reduzir o erro amostral entre as áreas experimentais. Outros critérios utilizados referem-se à existência de processos organizativos, facilidade de acesso e interesse da unidade familiar de produção em participar da pesquisa. Também, considerou-se a observância da compatibilidade e possibilidade do atendimento dos objetivos propostos, além do cuidado de se evitar a geração de expectativas por parte dos produtores, que não poderiam ser atendidas pela presente pesquisa.

Nas visitas técnicas às comunidades, buscou-se obter o máximo de informação possível da realidade local e do modo de vida de seus habitantes, o que inclui a relação com a terra e as formas de manejo adotadas no cultivo da palma e seu aproveitamento. A pesquisa realizada junto aos produtores de palma forrageira no semiárido da microrregião de Guanambi considerou as normas e condições legais previstas na Resolução nº 466, de

12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde.

Assim, foram selecionadas quatro famílias de produtores tradicionais com sistemas de produção de palma forrageira 'Gigante' representativos de cada agroecossistema, totalizando 20 propriedades (áreas experimentais) no semiárido da microrregião de Guanambi (Tabela 2).

Nas propriedades selecionadas, buscou-se caracterizar cada sistema de produção adotado pelo produtor, para isso, utilizou-se métodos e abordagens de metodologias participativas e entrevistas semiestruturadas. Assim, fez-se o levantamento de informações referentes ao conhecimento local e sua relação com o sistema de produção da palma forrageira, e, também, coleta de alguns dados socioeconômicos de cada unidade de produção familiar (Carmo et al., 2018).

Na caracterização dos sistemas de produção, durante a pesquisa de campo juntamente com os agricultores, realizou-se o levantamento de informações relacionadas ao histórico da área, dados de produção na linha do tempo e a especificação do sistema de manejo adotado, como a configuração e população de plantas, tratos culturais, adubações, controle de pragas e doenças, sistema de colheita e aproveitamento da forragem da palma, controle de ervas espontâneas, época e método de colheita e incursões nas unidades produtivas familiares (UPF) (Figura 4). Utilizou-se linguagem simples, procurando-se estabelecer diálogo horizontal e construtivo com os representantes das comunidades tradicionais produtoras de palma forrageira (Matos et al., 2014; Carmo et al., 2018).

Na ocasião da coleta dos dados de produção, ou seja, colheita dos palmis referentes aos sistemas de produção, no período de agosto a setembro de 2017, foram realizados os levantamentos morfométricos (estrutura da planta) e de rendimento das plantas (produtividade de cladódios). Além disso, foram coletadas amostras de tecidos dos cladódios para a realização de análises bromatológicas (qualidade do cladódio para uso como forragem) e de composição mineral, identificando os teores de diferentes minerais nas plantas. Também, foram coletadas amostras de solos (0-20 cm de profundidade) em todos os sistemas de produção para a realização de análises físicas e químicas, conforme especificações nos itens a seguir.



Figura 4. Caracterização dos sistemas tradicionais de produção de palma forrageira - semiárido baiano - microrregião de Guanambi-BA.

Fotos: Laudiceio Viana Matos.

#### *Composição mineral e bromatológica das plantas de palma forrageira*

Para a avaliação da composição mineral (teores de nutrientes) e bromatológica (qualidade para uso como forragem) dos cladódios, coletaram-se, em média, 34 amostras de cladódios por repetição (talhões de coleta demarcados nas áreas de cultivo), com aproximadamente 40 g cada, na ocasião da colheita na área experimental. Essas amostras foram coletadas dentro da área útil de cada uma das três repetições dos 20 sistemas de

produção (Tabela 2). A coleta dos tecidos dos cladódios foi realizada no período de agosto a setembro de 2017.

Usou-se uma serra copo com 5,8 cm de diâmetro e 4,0 cm de profundidade, adaptada a uma furadeira à bateria que, acionada sobre o cladódio, retirava uma porção circular e uniforme do tecido vegetal (Silva et al., 2013; Donato et al., 2014). As amostras de massa verde foram preparadas e secadas em estufa de ventilação forçada a 60°C por

72 h e, posteriormente, levadas ao moinho tipo Wiley com crivo de malha de 1,00 mm.

As análises de composição mineral foram realizadas no Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig Norte, em Nova Porteirinha-MG. Foram determinados, nas amostras secas, os seguintes minerais: P = fósforo; K = potássio; S = enxofre;  $Ca^{2+}$  = cálcio;  $Mg^{2+}$  = magnésio; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco; Na = sódio, todos determinados pelo método da digestão nítrico-perclórica; o N – nitrogênio – digestão sulfúrica – método Kjeldahl e o B = boro – método da digestão seca.

No Laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* Itapetinga, foram determinadas, nas amostras secas (Silva e Queiroz, 2009), as seguintes frações: MS - teor de matéria seca; N - nitrogênio; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; EE - teor de gordura bruta ou extrato etéreo e MM – material mineral.

#### *Características estruturais e rendimento das plantas de palma forrageira*

Para a caracterização estrutural, foram avaliadas quatro plantas ao acaso em cada uma das três repetições (talhões demarcados em cada área de cultivo), sendo 12 plantas por palmar, em 20 propriedades, perfazendo o total de 240 plantas. As principais variáveis estruturais e a descrição da forma de obtenção dessas medidas são apresentadas na Tabela 3 e Figura 6.

Os dados de rendimento dos palmais foram obtidos com base na colheita dos cladódios de todas as plantas das repetições, realizada entre agosto e setembro de 2017. Cada uma das três repetições, nas 20 propriedades, apresentava uma área útil média de 14 m<sup>2</sup> e quantidade média de 16 plantas.

Os cladódios foram cortados na articulação com a planta. Todos os cladódios colhidos tiveram sua massa determinada em campo para as respectivas parcelas e produtores e, posteriormente, foram estimadas as produtividades. As variáveis analisadas na

determinação do rendimento dos palmais foram: PANUAL - produtividade anual de cada palmar nas diferentes propriedades; PPL - produção por planta em cada ciclo anual; PMV - produtividade de massa verde; e PMS - produtividade de matéria seca, calculada em função do teor de MS do tratamento multiplicado pela PMV.

#### *Atributos físicos e químicos dos solos dos sistemas de produção*

Os solos foram amostrados a partir da coleta, com enxada, de três amostras simples (camada de 0-20 cm de profundidade), que após serem misturadas, formaram uma amostra composta por repetição (talhão). Nesse caso, em cada sistema de produção de palma forrageira foram obtidas três amostras compostas que, ao considerar as 20 propriedades, gerou o total de 60 amostras compostas.

Na caracterização física e química dos solos, foram determinadas as seguintes variáveis nas amostras: AG = areia grossa; AF = areia fina; SIL = silte; ARG = argila; ADA = argila dispersa em água;  $pH_{H_2O}$  = pH em água (relação 1:2.5);  $pH_{KCl}$  = pH em KCl (relação 1:2.5); P = fósforo; K = potássio; Na = sódio; P, K e Na - extrator Mehlich-1;  $Ca^{2+}$  = cálcio;  $Mg^{2+}$  = magnésio;  $Al^{3+}$  = alumínio (acidez trocável);  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Al^{3+}$  - extrator KCl – 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al = hidrogênio mais alumínio – extrator acetato de cálcio 0.5 mol L<sup>-1</sup> – pH 7.0; SB = soma de bases trocáveis; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7.0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; ISNa = índice de saturação por sódio; MOS = matéria orgânica do solo - MOS = Carbono orgânico x 1.724 – Walkley-Black; P-Rem = fósforo remanescente, concentração de P na solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a terra fina seca ao ar (TFSA) com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol L<sup>-1</sup>, contendo 60 mg L<sup>-1</sup> de P, na relação 1/10; S = enxofre – extrator fosfato monocálcico em ácido acético; B = boro (extrator água quente); Cu = cobre; Mn = manganês; Fe = ferro; Zn = zinco; Cu, Mn, Fe e Zn - extrator Mehlich-1



Figura 5. Coleta e preparo das amostras para a determinação da composição mineral e caracterização bromatológica dos tecidos vegetais da palma forrageira ‘Gigante’ conforme Silva et al. (2013) e Donato et al. (2014b).

Fotos: Laudiceio Viana Matos.

Nota: A - Extração do tecido vegetal por meio de uma serra copo adaptada a uma furadeira à bateria; B - Cladódios na planta após a extração das amostras do tecido vegetal; C - Tecido vegetal extraído e conduzido ao laboratório para preparo de amostra; D - preparo de amostras do tecido vegetal; E - amostras de massa verde levadas ao forno para secagem; F - amostras de massa verde preparadas e

secadas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 h; G - amostras secas levadas ao moinho tipo Wiley com crivo de malha de 1,00 mm para moagem; H - amostras prontas para a realização das análises de constituição mineral e bromatológica do tecido da palma forrageira.



Figura 6. Levantamento de dados estruturais das plantas nos sistemas tradicionais de produção de palma forrageira. Fonte: Elaboração dos autores.



Figura 7. Coleta de amostras para caracterização dos atributos físicos e químicos dos solos em cada sistema tradicional de produção de palma forrageira.  
Foto: Laudiceio Viana Matos.

#### Análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento em modelo hierárquico. A condição hierárquica do delineamento considera a dependência dos dados de cada sistema de produção dentro dos seus respectivos agroecossistemas (Ribeiro Júnior e Melo, 2008). As características estruturais, composição mineral e bromatológica das plantas e o rendimento dos palméis foram relacionadas aos atributos físicos e químicos dos solos dos sistemas de produção de palma forrageira dentro de cada agroecossistema (Figura 8).

O modelo hierárquico estimou os componentes de variância e investigou a composição da variância total, ou seja, determinou quanto da explicação da variação está contida nos diferentes fatores dos níveis hierárquicos (agroecossistemas, sistema de produção e a planta) (Dias e Barros, 2009).

Quando as variâncias foram significativas, aplicou-se o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para comparar as médias das variáveis avaliadas, com a ocorrência, de pelo menos, uma diferença entre agroecossistemas e entre os sistemas de produção dentro de cada agroecossistema.

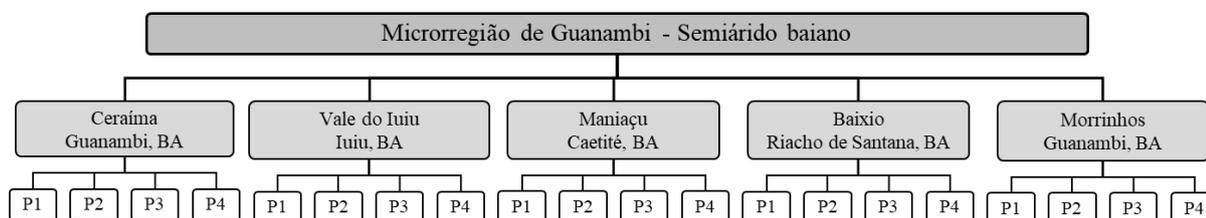


Figura 8. Esquema do experimento em delineamento hierárquico.  
Fonte: Elaboração dos autores.

#### Resultados e discussão

##### Características dos solos nos sistemas de produção e agroecossistemas

Os solos de Ceraíma e Iuiu apresentaram o pH mais elevado, variando de 5,78 a 6,25 no pH em  $H_2O$  e de 5,12 a 5,68 no pH em  $KCl\ 1\ mol\ L^{-1}$ , favorecendo melhor disponibilização de nutrientes

para as plantas (Tabela 4). A classificação agronômica para acidez dos solos de Ceraíma é considerada boa e de Iuiu é alta CFSEMG (1999).

Nos demais agroecossistemas, o pH em H<sub>2</sub>O foi considerado baixo a muito baixo (CFSEMG, 1999) (Tabela 4). Com base em experimentos desenvolvidos no semiárido da microrregião de Guanambi, Donato et al. (2017c) indicam que o pH do solo suficiente para a palma forrageira 'Gigante' é de 5,6 a 6,3.

O entendimento equivocado de que a palma forrageira é resistente às limitações ambientais e que pode ser cultivada em terras com restrições de aptidão agrícola tem contribuído para o baixo rendimento da cultura no semiárido brasileiro (Lédo et al., 2020). Essa situação é comprovada diante da baixa produtividade dos palmais implantados em áreas marginais, com solos compactados e pedregosos, com limitações na disponibilidade de nutrientes, salinidade e conduzidos sem as práticas agronômicas necessárias ao melhor desempenho da cultura (Donato et al., 2017a; Donato et al., 2017d; Teixeira et al., 2019).

A palma forrageira apresenta respostas às especificidades dos ambientes e formas de manejo, ao considerá-las, tem-se a otimização dos rendimentos e qualidade da forragem, além da possibilidade de maior sustentabilidade ambiental e do cultivo (Donato et al., 2014; Barros et al., 2016; Fonseca et al., 2020).

Os teores de fósforo (P) foram superiores nas regiões de Ceraíma e Iuiu, com, respectivamente, 54,33 e 41,35 mg dm<sup>-3</sup>, considerado muito bom em ambas regiões (Tabela 5) (CFSEMG, 1999; Novais e Smith, 1999). Iuiu se beneficia da influência da geologia nas características dos solos, apresentando maior aporte de nutrientes. Ceraíma, por se tratar de uma região de perímetro irrigado, tem histórico de aplicação de adubos em suas áreas. Também há, no perímetro, Neossolos Flúvicos eutróficos formados por adição decorrente das enchentes do rio Carnaíba de Dentro.

Os agroecossistemas com solos mais arenosos, como Riacho de Santana e Maniaçu (Tabela 4 e Figura 9), apresentaram os menores teores de nutrientes nos solos (Tabela 5). Esses ambientes favorecem a maior reflectância da radiação do solo para a planta, principalmente em regiões com plantios realizados em espaçamentos mais largos, caso de Riacho de Santana, com até 2,5x1,50m (Tabela 2). Essa situação contribui para maior ocorrência de estresse hídrico, térmico e por radiação, levando a palma forrageira à murcha no período seco (Souza et al., 2019). A produtividade da palma forrageira depende da disponibilidade de nutrientes e de sua capacidade de extração do solo, de modo que o sistema de produção adotado pode favorecer essas condições para o alcance do máximo potencial da cultura (Galizzi et al., 2004; Matos et al., 2021).



Figura 9. Solos do agroecossistema do Baixio, Riacho de Santana-BA. Fotos: Laudiceio Viana Matos.

Iuiu, Ceraíma e Morrinhos apresentaram os maiores teores de potássio (K), variando de 140,83 a 261,33 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 5), enquadrados nas classes média a muito alta (Donato et al., 2017c). Por serem os nutrientes mais extraídos pela palma forrageira, o K seguido do Ca demandam acompanhamento adequado de seus teores nos

solos e nas plantas, de modo que esses nutrientes possam ser restituídos aos solos e disponibilizados adequadamente às plantas (Donato et al., 2017d; Lédo et al., 2021). Essa preocupação assume maior importância em solos com baixa capacidade tampão para esses nutrientes, como os de Riacho de Santana e Maniaçu. Em experimento realizado

na região semiárida do estado da Paraíba, Moreira et al. (2020) observaram que, em sistema de cultivo com a colheita da biomassa no primeiro ano, é necessário repor K e P para favorecer o equilíbrio nutricional do sistema solo-planta.

Os solos de Iuiu apresentaram os maiores teores médios de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) em razão de sua origem calcária, diferentemente de Riacho de Santana e Morrinhos que tiveram os menores teores desses nutrientes (Tabela 5). Os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  foram muito baixos para Riacho de Santana ( $0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e Maniaçu ( $0,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), médios para Ceraíma ( $1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e muito altos para Iuiu ( $2,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (Tabela 5) (Donato et al., 2017d).

Os teores médios de  $\text{Ca}^{2+}$  em Maniaçu e Riacho de Santana foram considerados muito baixos, altos em Ceraíma e Morrinhos, e muito altos em Iuiu (Donato et al., 2017c). Na metodologia do CFSEMG (1999), a classificação boa dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  ocorre na faixa de 2,41 a  $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Essas faixas evidenciam a alta exigência da palma em  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e sua elevada demanda em extrair esses elementos do solo (Silva et al., 2016; Donato et al., 2017c; Léo et al., 2021).

A maior média nos teores de sódio (Na) foi encontrada em Iuiu ( $47,00 \text{ mg dm}^{-3}$ ), seguida de Ceraíma ( $28,05 \text{ mg dm}^{-3}$ ), de modo que essas são as únicas regiões que os produtores realizam a irrigação com águas derivadas de poços tubulares com elevados teores de Na, fato que explica a salinização dos solos por meio dessa prática (Tabela 5). Nas demais regiões, os teores de sódio variaram de  $0,00$  a  $3,94 \text{ mg dm}^{-3}$  (Tabela 5).

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) é sensível à salinidade do solo, assim como a maioria dos cactos. A inibição do crescimento costuma apresentar efeito linear com o aumento no teor de sódio. Níveis de  $150 \text{ mg dm}^{-3}$  de sódio pode acarretar 50,00% de inibição do acúmulo de biomassa na planta (Nobel, 2001).

Iuiu apresentou os solos com melhor potencial de fertilidade natural, diante dos maiores teores de soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T) e de índice de saturação de bases (V) (Tabela 6). Em ordem decrescente de fertilidade natural, após a região de Iuiu, segue o patamar formado por Ceraíma e Morrinhos. E, por fim, com menor fertilidade, Riacho de Santana e Maniaçu aparecem juntas, e ainda, com os maiores índices de saturação por alumínio (m) (Tabela 6).

Os valores de saturação por bases (V) em Morrinhos (48,53%), Riacho de Santana (30,02%) e Maniaçu (27,09) foram considerados muito baixos segundo critérios de Donato et al. (2017c).

Com base na CFSEMG (1999), a saturação por bases foi baixa em Maniaçu e Riacho de Santana, média em Morrinhos, boa em Ceraíma (67,89%) e muito boa em Iuiu (85,80%) (Tabela 6). A classe de saturação por bases no solo considerada média foi 61,10% a 78,5% (Donato et al., 2017d).

Os solos com maiores teores de argilas, como ocorre em Iuiu e Morrinhos, apresentaram os maiores conteúdos de matéria orgânica do solo (MOS), com, respectivamente, 2,85 e  $2,00 \text{ dag kg}^{-1}$  (Tabela 6). Com esses níveis, os solos dessas regiões se enquadram na classificação média, já, em Morrinhos, é considerada boa, Iuiu se enquadra em muito boa e Riacho de Santana com  $0,72 \text{ dag kg}^{-1}$  é baixa (Tabela 6) (CFSEMG, 1999).

A MOS assim como os teores de P, K, Ca, Mg, SB, t, T e V são aumentados pelo manejo com aplicação de esterco (Padilha Júnior et al., 2020), que contribui para a redução da indisponibilização de fósforo às plantas, favorece o incremento nos teores de enxofre e nitrogênio disponível (Novais et al., 2007) e aumenta a eficiência nutricional desses nutrientes (Léo et al., 2020); além de proporcionar melhorias nos atributos biológicos e físicos dos solos e favorecer a disponibilização de nutrientes às plantas (Donato et al., 2017c; Léo et al., 2021).

Com relação aos micronutrientes, Iuiu apresentou os maiores teores de enxofre (S) e manganês (Mn), com 8,13 e  $101,82 \text{ mg dm}^{-3}$ , por influência do material de origem nesse agroecossistema (Tabela 7) (BRASIL, 1982). O Mn é o micronutriente mais extraído/exportado pela palma forrageira na matéria seca, variando de  $638,1$  a  $1.968,23 \text{ g Mg}^{-1}$  (Donato, 2011; Silva et al., 2016; Donato et al., 2017c).

Os teores de cobre (Cu) foram mais elevados em Morrinhos e Iuiu,  $1,47$  e  $1,11 \text{ mg dm}^{-3}$ , com boa e média disponibilidade, respectivamente (Tabela 7) (CFSEMG, 1999). Os maiores teores de ferro (Fe) ocorreram em Ceraíma ( $72,46 \text{ mg dm}^{-3}$ ), considerado alto, e os menores em Morrinhos ( $25,06 \text{ mg dm}^{-3}$ ), classificado como médio (CFSEMG, 1999) (Tabela 7).

Os maiores teores de zinco (Zn) ocorreram em Morrinhos ( $4,71 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e Iuiu ( $3,85 \text{ mg dm}^{-3}$ ), ambos considerados altos (Tabela 7) (CFSEMG, 1999). De acordo com Donato (2011), o Zn é o terceiro micronutriente mais extraído/exportado na matéria seca,  $58,3 \text{ g Mg}^{-1}$ , porém, é apontado por Silva et al. (2016) como o segundo,  $65,1 \text{ g Mg}^{-1}$  (Tabela 7). A deficiência de Zn prejudica o crescimento da planta (Marschner, 2012). Em experimento realizado em Ceraíma, Léo et al. (2020) observaram que a eficiência nutricional de N, P, S, Mn e Zn é maior com adubação orgânica e

organomineral e corresponderam às maiores produtividades de matéria seca

Os maiores teores de boro (B) foram encontrados nos solos de Morrinhos ( $0,81 \text{ mg dm}^{-3}$ ), Maniaçu ( $0,68 \text{ mg dm}^{-3}$ ), Iuiu ( $0,62 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e Ceraíma ( $0,47 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Tabela 7). A classe que considera o teor médio de boro varia de 0,36 a 0,60  $\text{mg dm}^{-3}$  (CFSEMG, 1999). O boro é considerado o penúltimo micronutriente em ordem de extração/exportação pela palma forrageira na matéria seca, conforme Donato (2011), com  $29,8 \text{ g Mg}^{-1}$  e  $22,8 \text{ g Mg}^{-1}$  detectado por Silva et al. (2016).

#### *Características estruturais das plantas nos sistemas de produção da palma forrageira*

As plantas apresentaram, em média, altura de 1,03 m e espessura de cladódio de 1,50 cm. A altura das plantas (ALT) e a espessura dos cladódios (ECL) foram semelhantes entre os palmais estabelecidos nos diferentes agroecossistemas e entre os seus respectivos sistemas de produção. Portanto, o sistema de manejo e as condições ambientais locais não afetaram, significativamente, essas características (Tabelas 8).

Os agroecossistemas de Morrinhos e Ceraíma se destacaram pela produção de maior número de cladódios por planta, entre 24 e 28 (Tabela 8). Contudo, o aumento do número de plantas por área provoca a redução do número de cladódios por planta, mas, em contrapartida, contribui para o aumento da produtividade da palma forrageira, pois o maior número de plantas compensa a diminuição do número de cladódios por planta (Fonseca et al., 2020).

Maniaçu produziu cladódios com maior largura, e se igualou à Ceraíma, no maior comprimento também (Tabela 8). As maiores dimensões dos cladódios produzidos em Maniaçu ocorrem mesmo em condições de solos de baixa fertilidade natural, se comparado aos demais agroecossistemas (Tabela 6). Maniaçu está a uma altitude média de 936 m, corresponde ao agroecossistema em posição mais elevada entre os demais (Ceraíma 542 m, Iuiu 507 m, Riacho de Santana 482 m e Morrinhos com 843 m). Essa condição propicia a ocorrência de noites com temperaturas mais amenas (Tabela 1), assim, atende melhor as exigências fisiológicas da cultura, favorecendo a captação de  $\text{CO}_2$  e, conseqüentemente, o desenvolvimento da planta (Santos et al, 2013).

A primeira colheita de cladódios, na maioria dos cultivos de palma forrageira, é realizada com dois anos após o plantio (Silva e Sampaio, 2015).

Em regiões de solos com boa fertilidade natural (Tabelas 5 e 6) e com base na demanda por forragem, esse intervalo nas colheitas seguintes pode ser reduzido para um ano (Donato et al., 2014; Donato et al., 2017).

Com a exceção do produtor 08 na região de Iuiu, do produtor 10 em Maniaçu e dos produtores 13, 14 e 15 de Riacho de Santana, que colheram os cladódios com dois anos, os demais a fizeram em apenas um ano após a última colheita. As colheitas com o intervalo de dois anos propiciam maior longevidade aos palmais, contudo, as condições do produtor definirão melhor esse período (Farias et al., 2005).

De acordo com o agroecossistema, na ocasião da colheita, os produtores mantiveram um número diferente de cladódios residuais na planta. Em Iuiu, os produtores colhem todos os cladódios, restando apenas a planta-mãe, assim como os produtores 09 e 12 de Maniaçu e o produtor 14 de Riacho de Santana. Nas demais regiões, são mantidos dois a três cladódios na planta após a colheita para promover rebrota mais vigorosa e proporcionar maior longevidade aos palmais (Figura 10). Essa prática de preservar o maior número de cladódios amplia a área fotossintética e de reserva na planta. Dentre os sistemas de produção estudados, um produtor de Ceraíma e mais três produtores de Iuiu irrigam os seus palmais (Tabela 2), mesmo sem acompanhamento técnico para o dimensionamento da lâmina a ser aplicada e do respectivo turno de rega (Figura 11). Apesar do uso da irrigação, a espessura dos cladódios não diferiu entre os sistemas de produção e agroecossistemas. Contudo, a aplicação de água, mesmo em quantidades mínimas, é uma opção viável para garantir produções mais satisfatórias e maior longevidade das plantas diante das condições da má distribuição de chuvas e baixa precipitação no semiárido (Lima et al., 2015; Nunes et al., 2019). Isso assume maior importância em anos com atraso no início da estação chuvosa, o que pode contribuir para a estabilização da produção (Fonseca et al., 2019).

Por estarem inseridos em regiões constituídas de solos com menor capacidade de armazenamento de água e nutrientes (Tabelas 4 e 6) e os produtores não irrigarem (Tabela 2), os palmais estudados em Riacho de Santana demandaram, em média, 4.714 cladódios para completarem uma carga com uma tonelada (megagrama, Mg) (Tabela 8). Nos demais agroecossistemas, a massa de cada cladódio variou entre 466 a 642 g, superior aos 245 g dos cladódios em Riacho de Santana (Tabela 8).

O rendimento da palma forrageira é consequência da inter-relação entre três fatores que incorporam os agroecossistemas (ambientes) de cultivo, o sistema de produção adotado pelo produtor (técnicas de manejo) e das características das plantas (genótipo). A percepção de quais componentes da estrutura da planta e a porcentagem que eles são afetados pelos fatores que determinam o desempenho da cultura possibilita melhor tomada de decisão aos produtores, e, conseqüentemente, o planejamento de atividades produtivas mais sustentáveis (Matos et al., 2020).

Dessa forma, com base no delineamento hierárquico, constatou-se que o agroecossistema afeta o estabelecimento do comprimento dos cladódios em 53,36% e 49,90% de sua largura. Essas duas variáveis da estrutura da planta foram as mais afetadas pelos agroecossistemas.

Os sistemas de produção estabelecidos pelos produtores, com base no conjunto de técnicas e práticas aplicadas na condução do cultivo, afetaram, maiormente, a capacidade de produção de massa de cladódios por planta (62,25%), a produtividade de massa verde (60,32%), a área total de cladódios (53,17%), número de cladódios produzidos por planta (65,01%). Apesar de serem mais influenciados pelo sistema de produção, a altura de planta com 57,61% e espessura de cladódios com 69,89%, não apresentaram diferenças significativas entre os palméis estudados. A característica mais afetada pelo efeito da planta (genótipo) foi a capacidade de produção de massa por cladódio com 43,98%, as demais variaram de 3,00 a 33,79%.



Figura 10. Quantidade de cladódios mantidos nas plantas após a colheita de acordo com as práticas dos produtores de cada agroecossistema.

Fotos: Laudiceio Viana matos.



Figura 11. Sistemas de produção de palma forrageira irrigada e não irrigada no agroecossistema do vale do Iuiu, Iuiu – BA.

Fotos: Laudiceio Viana Matos.

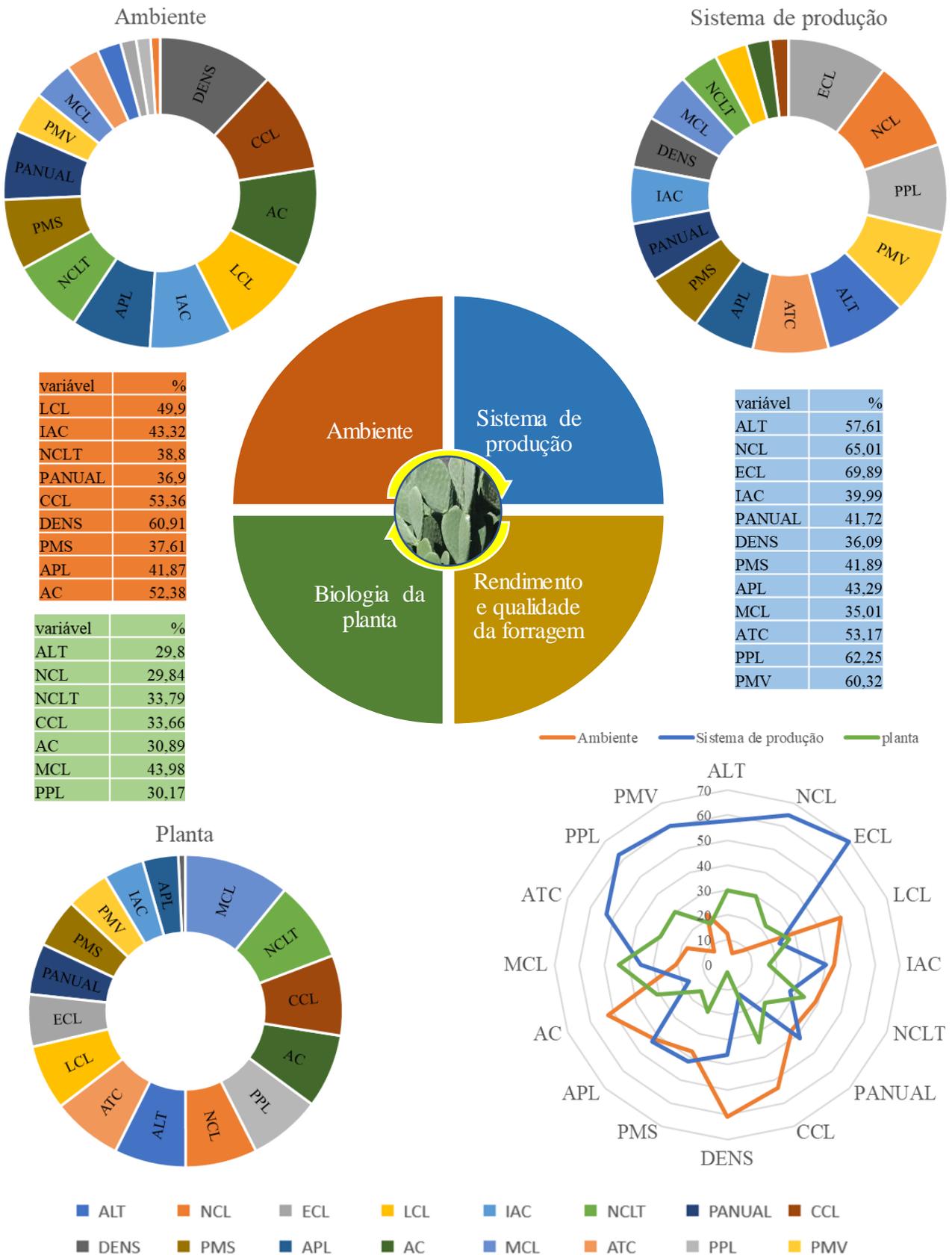


Figura 12. Composição da variância total ou quanto da explicação da variação da estrutura e rendimento das plantas estão contidos nos agroecossistemas, sistemas de produção e genótipo das plantas.

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: ALT = altura da planta; NCL = quantidade de cladódios por planta; ECL = espessura do cladódio; LCL = largura do cladódio; CCL = comprimento do cladódio; APL = área ocupada por cada planta; AC = área dos cladódios; ATC = área total dos cladódios; IAC

= índice de área dos cladódios; MCL = massa média de cada cladódio; NCLT = quantidade estimada de cladódios em uma tonelada; PANUAL = produtividade anual da palma em cada sistema de produção; PPL = produtividade anual da palma por planta; DENS = densidade, corresponde ao número de plantas por hectare; PMV = produtividade de massa verde; PMS = produtividade de massa seca.

### *Qualidade dos cladódios para uso na alimentação animal*

A palma forrageira expressou maior valor de nitrogênio (N) em Maniaçu (13,9 g kg<sup>-1</sup>) e menor em Morrinhos (9,1 g kg<sup>-1</sup>), enquanto que, nos outros três agroecossistemas, os teores foram similares entre si. O teor médio de nitrogênio foi de 11,2 g kg<sup>-1</sup>, superando as médias de 6,1 e 8,7 g kg<sup>-1</sup> detectadas por Cavalcante et al. (2014) e Pessoa et al. (2013), respectivamente (Tabela 9).

A média geral do teor de proteína bruta dos palmais nos agroecossistemas estudados foi de 70,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 9). A palma é considerada uma forrageira com baixo teor de PB, em média, 51,0 g kg<sup>-1</sup> (Cavalcante et al., 2014), mas seus teores podem alcançar até 120 g kg<sup>-1</sup>, a partir da adubação e tratos culturais que promovam a disponibilização de nutrientes, principalmente o nitrogênio (Silva et al., 2013; Lédo et al., 2019).

O maior teor de proteína bruta (PB) foi registrado em Maniaçu (87,1 g kg<sup>-1</sup>) e o menor em Morrinhos (59,3 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 9). A aplicação do esterco bovino nas áreas de cultivo (Donato et al., 2014) e de sulfato de amônio (Silva et al., 2013) contribuiu para a expressão desse resultado em Maniaçu, mesmo com a baixa fertilidade natural de seus solos. Em Morrinhos, apenas 50% dos produtores utilizaram esterco, com média de 15,75 Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto, em Maniaçu e Iuiu, 100% dos produtores aplicaram com média de 33,75 t ha<sup>-1</sup> e 16,75 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em Riacho de Santana, com média de 39,00 Mg ha<sup>-1</sup> e Ceraíma com 44,00 Mg ha<sup>-1</sup>, 75% dos produtores usaram esterco (Tabela 2).

A aplicação de esterco em doses crescentes (0, 30, 60 e 90 Mg ha<sup>-1</sup>) elevou os teores de nitrogênio total e de proteína bruta da palma forrageira 'Gigante' (Donato et al., 2014; Barros et al., 2016). A aplicação de esterco contribui para o aumento nos teores de fósforo no solo, além do nitrogênio aumenta a eficiência nutricional desses nutrientes e a produtividade de matéria seca (Lédo et al., 2020). Quando esses nutrientes são aplicados conjuntamente, ocorre interação entre ambos que favorece a absorção pelas plantas, tornando a aplicação mais eficiente (Silva et al., 2013; Lédo et al., 2019).

O teor de matéria seca (MS) foi superior nos palmais de Riacho de Santana (161,9 g kg<sup>-1</sup>), nos demais agroecossistemas ficaram em segundo nível, apresentando teores semelhantes, variando

de 92,6 a 105,4 g kg<sup>-1</sup> de MS (Tabela 9). Esse maior teor de matéria seca em Riacho de Santana é explicado pela menor turgidez das plantas em razão do maior déficit hídrico e menor aporte de nutrientes no solo (Tabela 5). A maior reflectância resultante da textura excessivamente arenosa (Tabela 4), com predomínio de areia grossa e do maior espaçamento de plantio utilizado, com até 2,5x1,5 m (Tabela 2), contribuem para aumentar os estresses hídrico, térmico e por radiação, com reflexo na murcha da planta.

Os palmais de Maniaçu e Riacho de Santana apresentaram os maiores teores de matéria orgânica (MO) nos cladódios, com 894,4 e 893,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Em seguida, em ordem decrescente, foram Morrinhos (874,4 g kg<sup>-1</sup>), Ceraíma (828,0 g kg<sup>-1</sup>) e, por último, Iuiu, com 772,4 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica. A média geral dos teores de matéria orgânica foi de 852,40 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 9).

Contudo, Iuiu apresentou os maiores teores médios de material mineral ou elementos minerais na planta (MM = 227,6 g kg<sup>-1</sup>), diferentemente de Maniaçu (105,7 g kg<sup>-1</sup>) e Riacho de Santana (107,0 g kg<sup>-1</sup>), que apresentaram os menores teores (Tabela 9). Isso ocorre devido ao maior conteúdo de elementos minerais nos solos eutróficos de Iuiu (Tabela 6), condição que segue a mesma lógica para os agroecossistemas onde os solos são menos férteis e mais arenosos (Tabela 4), que resultou em menores teores de material mineral, conforme os casos de Riacho de Santana e Maniaçu (Tabela 9).

Mesmo diante da baixa capacidade de o solo reter água e nutrientes (Tabelas 4 e 6), Maniaçu se destacou com as melhores características de qualidade do cladódio para uso como forragem animal (Tabela 9). Maniaçu obteve as maiores médias de teores de proteína bruta (PB = 87,1 g kg<sup>-1</sup>), fibra em detergente neutro (FDN = 221,2 g kg<sup>-1</sup>) e foi semelhante à Ceraíma em relação à fibra em detergente ácido (FDA = 151,1 e 139,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 9).

O incremento das doses de esterco bovino até 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> contribuiu para a elevação nos teores de proteína e fibra em detergente ácido (FDA) e reduz os teores de matéria seca em palma forrageira 'Gigante' (Barros et al., 2016).

O melhor desempenho dos atributos referentes à qualidade do cladódio para uso como forragem, em Maniaçu, se deve ao fato de todos os produtores aplicarem expressivas doses de esterco

bovino em seus sistemas de produção (Tabela 2) (Silva et al., 2013; Donato et al., 2014; Barros et al., 2016). Adicionalmente, a maior altitude de Maniaçu (936 m) é mais condizente com a altitude do centro de origem da palma forrageira, se comparada aos demais agroecossistemas (Ceraíma 542 m, Iuiu 507 m, Riacho de Santana 482 m e Morrinhos com 843 m) (Nobel, 2001). Essa condição propicia a ocorrência de noites com temperaturas mais amenas (Tabela 1), e, conseqüentemente, atende melhor as exigências fisiológicas da cultura no processo de fotossíntese (Santos et al., 2013).

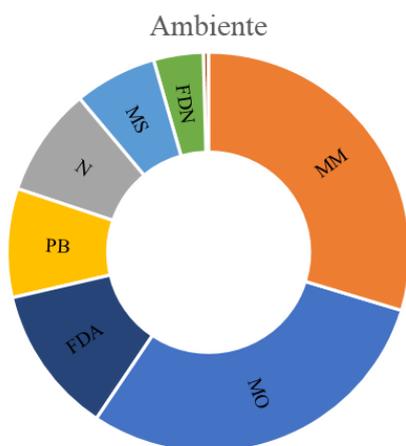
A altitude das áreas de cultivo da palma forrageira apresentou as maiores correlações significativas e positivas com os teores de MO (0,47), FDN (0,46), FDA (0,41), todas com magnitude moderada. Isso demonstra que a altitude afeta positivamente essas características relacionadas à qualidade do cladódio para uso como forragem animal.

A qualidade da palma forrageira para uso como forragem animal (composição bromatológica) é consequência da inter-relação do agroecossistema (ambiente) de cultivo com o sistema de produção adotado pelo produtor (técnicas de manejo), mais o potencial genético da planta (Matos et al., 2020). Assim, constatou-se, com base no delineamento hierárquico, que as variáveis mais afetadas pelo agroecossistema correspondem à matéria orgânica e ao material mineral na planta, com porcentagem de 87,58%

para ambas as variáveis, por apresentarem relação inversa (Figura 13).

Os sistemas de produção adotados pelos produtores tradicionais de palma forrageira mais afetaram os níveis de matéria seca, com porcentagem de 63,21%, nitrogênio e proteína bruta com 49,17% para ambos, e 43,03% para a fibra em detergente neutro. Com esses resultados, dependendo da característica da palma forrageira que o produtor pretende melhorar, ele poderá intervir diretamente na fonte que promove o melhor desempenho.

O genótipo da planta contribuiu em 45,24% para a composição da fibra em detergente neutro nos tecidos dos cladódios. Também, verificou-se que os teores de gordura ou extrato etéreo (EE) nos cladódios não foram afetados significativamente pelos agroecossistemas (ambientes) de cultivo e pelos sistemas de produção (manejo) adotados pelos produtores (Tabela 9). Com relação ao potencial genético da planta, isso se confirma, pois em todos os sistemas de produção foi utilizada apenas a cultivar 'Gigante' e a composição da variação nos teores de EE está concentrada nas características genotípicas das plantas da palma forrageira (89,55%) (Figura 13). Entretanto, o uso de única cultivar e a adoção da propagação vegetativa podem gerar diferentes clones ou mesmo variação somaclonal, contribuindo assim, para esse desempenho em particular (Nunes et al., 2019).



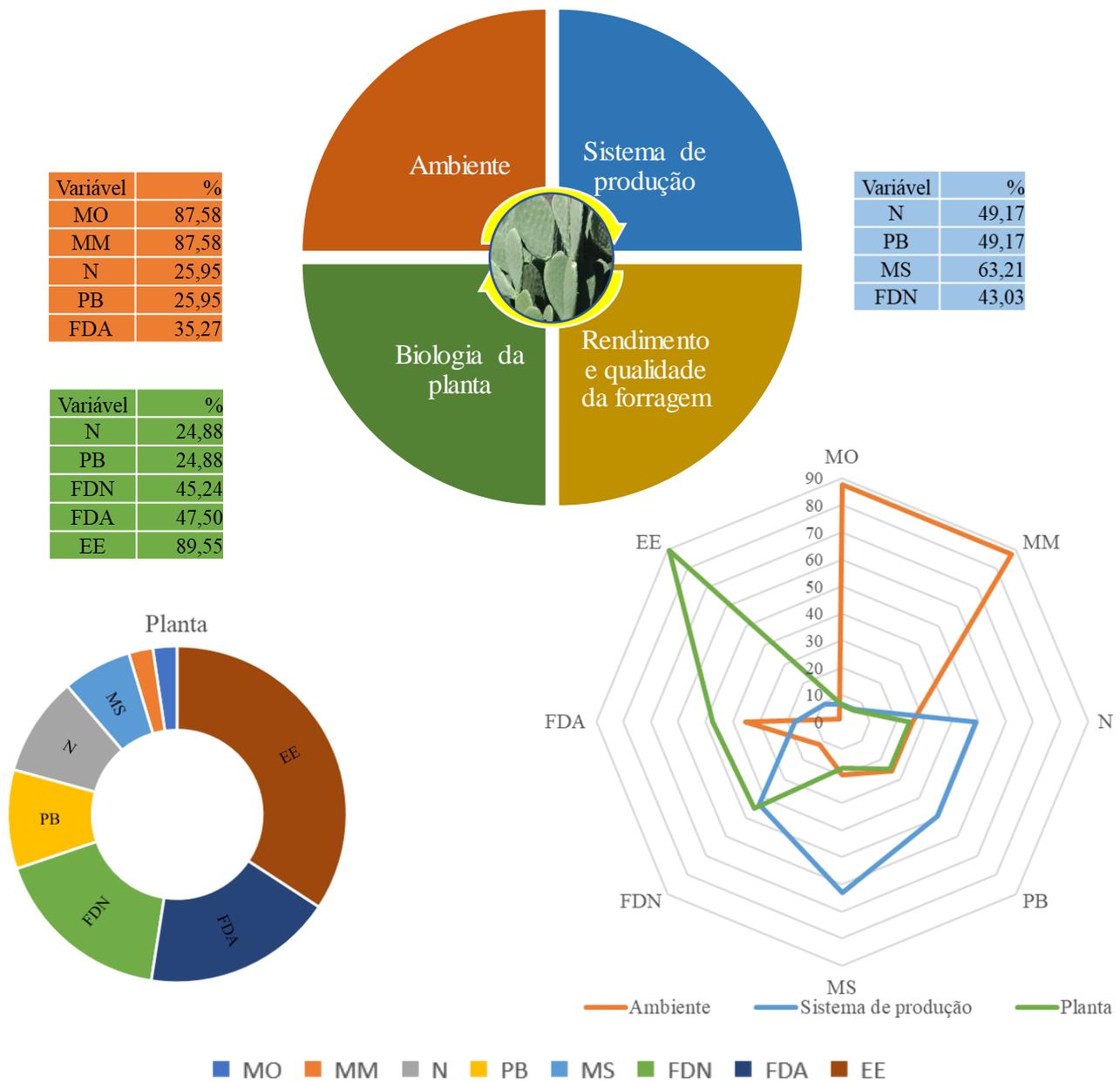


Figura 13. Composição da variância total ou quanto da explicação da variação da qualidade dos cladódios (composição bromatológica) para uso como forragem está contida nos agroecossistemas, sistemas de produção e genótipo das plantas. Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; MM = material mineral; N = nitrogênio; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = teor de gordura bruta ou extrato etéreo.

### Rendimento da palma forrageira nos sistemas de produção e agroecossistemas

Comparando-se o potencial produtivo dos palméis entre os agroecossistemas, Ceraíma e Iuiu expressaram as maiores produtividades anuais, com 131,73 e 101,74 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 10). A possibilidade do uso da irrigação em alguns palméis do perímetro irrigado de Ceraíma e Iuiu (Tabela 2) foi uma prática que contribuiu para

a elevação na produtividade desses palméis (Fonseca et al., 2019), quando comparados aos agroecossistemas com solos de baixa fertilidade natural e com déficit hídrico, como em Riacho de Santana (Tabelas 4 e 6). Lima et al. (2020), em experimento realizado no município de Santa Luzia-PB, observaram que a lâmina de irrigação com 100% da ET<sub>0</sub> sob fertirrigação com a dose de

nitrogênio de 600 kg ha<sup>-1</sup> propiciaram as maiores áreas de cladódios da palma forrageira.

Os palméis de Riacho de Santana expressaram as menores produtividades, com média de 15 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 10). A baixa produtividade por planta em Iuiu (5,54 kg) equiparou-se à de Riacho de Santana com 5,03 kg. Porém, essa menor produtividade foi compensada com o sistema de produção mais adensado em Iuiu (26.603 plantas ha<sup>-1</sup>), diferentemente de Riacho de Santana e Morrinhos, com 6.657 e 6.621 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 10). Portanto, o aumento do número de plantas por área potencializou a produtividade da palma forrageira Gigante (Donato et al., 2014; Silva et al., 2016).

A produtividade de massa verde (PMV) entre os agroecossistemas variou entre 24,66 a 131,74 Mg ha<sup>-1</sup>, com média geral de 94,43 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 10). Já a produtividade de matéria seca (PMS) foi igualmente superior para Ceraíma (11,46 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Iuiu (9,89 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e Maniaçu (9,77 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). As menores produtividades de matéria seca entre os agroecossistemas ocorreram em Morrinhos, com 6,10 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e Riacho de Santana, com 3,79 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, corroborando com o efeito da menor densidade nesses agroecossistemas (Tabela 10).

Riacho de Santana e Maniaçu correspondem aos agroecossistemas com solos de menor fertilidade natural (Tabelas 5 e 6). Contudo, mesmo apresentando solos com restrições de fertilidade e de capacidade de armazenamento de água e matéria orgânica, Maniaçu se destacou em rendimentos referentes à estrutura das plantas e melhores características bromatológicas dos cladódios para uso na alimentação animal (Tabelas 9 e 10). Esses resultados são decorrentes das práticas de manejo, principalmente, com a adoção da adubação nessas áreas, corroborando com Barros et al. (2016), Léo et al. (2020, 2021).

Na maioria dos cultivos tradicionais de palma, a primeira colheita de cladódios foi realizada com dois anos após o plantio. Em agroecossistemas com solos de boa fertilidade natural e com base na demanda por forragem, esse intervalo entre as colheitas pode ser reduzido para um ano. Aliada a essa prática, a manutenção de dois a três cladódios após a colheita confere maior reserva e capacidade de convivência da planta com as limitações climáticas no semiárido.

Os agroecossistemas, a partir da geologia local, apresentaram maior influência na manutenção das características físicas e químicas dos solos, mesmo diante da intervenção do homem por meio do sistema de manejo, inclusive com a adubação orgânica. Entretanto, essa maior influência dos

agroecossistemas não se aplica a todos os elementos, a exemplo do fósforo, potássio, sódio, enxofre e o ferro, que tiveram maior efeito do sistema de produção e/ou da planta.

A ocorrência de solos com melhor potencial de fertilidade natural não significa, necessariamente, que terão plantas com melhor desempenho estrutural em comparação às cultivadas em solos com restrições físicas e químicas, porém determinaram maiores produtividades de massa verde. Outros fatores não relacionados especificamente aos solos, por exemplo, o clima, a altitude e o manejo, principalmente a adubação, exercem influência na estrutura da planta, rendimento e qualidade dos cladódios, conforme o crescimento dos cladódios e qualidade nutricional da palma produzida em Maniaçu.

Além de alcançar os melhores resultados estruturais dos cladódios por planta, Maniaçu destacou-se com as maiores médias nos teores de proteína bruta e de fibra em detergente neutro, que conferem melhor qualidade do cladódio para uso como forragem. Esse melhor desempenho é favorecido pelas temperaturas noturnas mais amenas (Tabela 1), em consequência da maior altitude em Maniaçu.

A altitude apresentou as maiores correlações positivas com os teores de matéria orgânica, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Vale ressaltar que todos os sistemas de produção de palma forrageira em Maniaçu foram adubados com esterco bovino, e um deles com sulfato de amônio, prática que contribui para maior produtividade e melhor valor nutritivo da palma forrageira.

O desempenho da palma forrageira é consequência da inter-relação entre o agroecossistema, o sistema de produção e o genótipo da planta (Matos et al., 2020). A identificação dos componentes afetados na planta e a percepção do nível de influência desses fatores possibilitam aos produtores a implementação de um sistema de produção mais eficiente, atuando diretamente nas características de maior interesse e/ou nos fatores ambientais mais limitantes à produção.

Constatou-se que o agroecossistema afetou mais o comprimento e a largura dos cladódios, a matéria orgânica e o material mineral na planta. Os sistemas de produção estabelecidos pelos produtores afetaram, maiormente, a produção de massa de cladódios por planta, a produtividade de massa verde, a área total de cladódios e o número de cladódios produzidos por planta, os níveis de matéria seca, nitrogênio, proteína bruta e fibra em

detergente neutro. Apesar de serem mais influenciados pelo sistema de produção, a altura de planta e espessura de cladódios não apresentaram diferenças significativas entre os palmas estudados.

As características mais afetadas pelo efeito da planta (genótipo) foram os teores de gordura ou extrato etéreo (EE) nos cladódios, a capacidade de produção de massa por cladódio e os teores de fibra em detergente neutro nos tecidos dos cladódios. O uso de única cultivar e a adoção da propagação vegetativa podem gerar diferentes clones ou mesmo variação somaclonal, com potencial genético diferente de outro local. Assim, o conhecimento da proporção que o nível tecnológico do produtor e as condições ambientais de cultivo afetam a qualidade do cladódio de determinado genótipo de palma forrageira é importante para seu uso como forragem animal (Lopes et al., 2019).

Os resultados estão sendo devolvidos às famílias dos produtores tradicionais de palma forrageira que participaram da presente pesquisa.

Os produtores que moram em cada agroecossistema e representantes de outras comunidades também são convidados para a devolução e discussão dos resultados da pesquisa, conforme já ocorreu em Maniaçu, no dia 26 de outubro de 2019 (Figura 14). A pesquisa, também, foi apresentada no IFBaiano - Campus Guanambi, no dia 24 de outubro de 2019, para professores, pesquisadores, acadêmicos e representantes de órgãos e organizações da microrregião de Guanambi e do norte de Minas Gerais (Figura 15). Nessa oportunidade, os pesquisadores do IFBaiano - Campus Guanambi apresentaram os resultados de 10 anos de pesquisa com palma forrageira, o que propiciou o debate sobre os principais avanços e desafios com a cultura, principalmente com o cenário da chegada da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*) em alguns municípios da região, praga quarentenária A2 para o estado da Bahia até 2017.



Figura 14. Reunião de devolução dos resultados da pesquisa no agroecossistema de Maniaçu, município de Caetité-BA, em 26 de outubro de 2019.

Fotos: Laudiceio Viana Matos.



Figura 15. Apresentação da pesquisa “O cultivo da palma forrageira ‘Gigante’ em agroecossistemas do semiárido baiano”, em 24 de outubro de 2019, no evento “Palma forrageira: 10 anos de produção científica no semiárido baiano”, organizado pelo IFBaiano – *Campus* Guanambi.

Fonte: Elaboração dos autores.

Fotos: Tiago Marques e Bruno Guimarães (IFBaiano – *Campus* Guanambi).

Espera-se que os resultados da pesquisa possam contribuir para a melhoria dos sistemas de produção tradicionais de palma forrageira no semiárido da microrregião de Guanambi; de modo que os produtores possam entender e aplicar o conhecimento sobre a influência do arranjo e a população de plantas, a escolha das áreas de cultivo, o efeito dos sistemas de produção e dos agroecossistemas na estrutura da planta, no rendimento e na qualidade da forragem produzida, a importância da aplicação de adubos orgânicos, a manutenção de dois a três cladódios na planta após a colheita, a estimativa de produtividade. Além disso, haverá a possibilidade de o produtor planejar melhor e implementar práticas que promovam a sustentabilidade produtiva e ambiental em sua propriedade e no agroecossistema local.

## Conclusões

Perceber as variações nas características estruturais e no rendimento das plantas e inter-relacioná-las com as práticas de manejo (sistema de produção) e atributos físicos e químicos dos solos (agroecossistemas) permite reorientar o sistema de produção da palma forrageira de modo a alcançar

melhores resultados de produtividade e qualidade da forragem.

A altura das plantas e a espessura dos cladódios constituíram características que não se alteraram de forma significativa com as diferenças ambientais (agroecossistemas) e sistema de manejo adotado pelos produtores (sistema de produção). Portanto, nas condições desses agroecossistemas da microrregião de Guanambi, espera-se que o produtor consiga aumentar a média do comprimento e largura do cladódio para obter melhores produtividades com base no potencial da planta.

Maior fertilidade natural dos solos e uso de irrigação, como nos agroecossistemas de Ceraíma e Iuiu, e de maior população de plantas por área, como em Iuiu, proporcionam maiores produtividades anuais. O maior número de cladódios por planta foi obtido em Morrinhos e Ceraíma. No entanto, os palmais de Maniaçu produziram cladódios com maior largura e, juntamente com Ceraíma, tiveram os cladódios com maior comprimento.

O desempenho estrutural da planta relaciona-se diretamente com a sua capacidade de produção. De modo que os rendimentos dos palmais, expressos pela produtividade anual e produtividade de massa verde, se correlacionaram

positivamente com as características estruturais da planta, como a sua altura e espessura, largura e comprimento dos cladódios.

### Agradecimentos

Às famílias de produtores tradicionais de palma forrageira que acolheram a pesquisa, à Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, ao Instituto Federal Baiano - *Campus* Guanambi, à Cooperativa de Assessoria Técnica e Educacional para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar - COOTRAF, à Universidade Federal de Viçosa - UFV, aos Sindicatos dos Trabalhadores Rurais de Guanambi e de Caetité, por contribuírem para a viabilização do projeto de pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### Referências

- Aguiar, M. do S.M. A.; Silva, F.F. da; Donato, S. L.R.; Schio, A.R.; Souza, D.D. de; Meneses, M. de A.; Lédo, A.A., 2015. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. *Semina: Ciências Agrárias* 36, 999-1012. <https://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p999>.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Alves, J.F.T; Donato, S.L.R.; Donato, P.E.R.; Silva, J.A. da; Guimarães, B.V.C. 2019. Establishment of sufficiency ranges to determine the nutritional status of 'Gigante' Cactus Pear - Macronutrients. *Journal of Agricultural Science* 11, 213-221.
- Barros, J. L. de; Donato, S. L. R.; Gomes, V. M.; Donato, P.E.R.; SILVA, J.A. da; Padilha Júnior, M.C., 2016. Palma forrageira 'gigante' cultivada com adubação orgânica. *Revista Agrotecnologia* 7, 53-65.
- Blanco-Macías, F.; Magallanes-Quintanar, R.; Valdez-Cepeda, R.D.; Vázquez-Alvarado, R.; Olivares-Sáenz, E.; Gutiérrez-Ornelas, E.; Vidales-Contreras, J. A.; Murillo-Amador, B., 2010. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. *Journal of Plant Nutrition Soil Science* 173, 927-934. <https://dx.doi.org/10.1002/jpln.200900147>.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia., 1982. Projeto Radam Brasil. Folha SD-23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 660 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- Carmo, V.A. do; Matos, L.V.; Mancio, D.; Freitas, H.R.; Oliveira, C.V. de; Cardoso, I.M., 2018. Etnopedologia: buscando o olhar de quem amanha a terra. In: CARDOSO, I.M.; FÁVERO, C. (Eds.). Solos e agroecologia (Coleção Transição Agroecológica, v.4) Brasília, DF: Embrapa, 161-200.
- Cavalcante, L.A.D.; Santos, G.R. de A.; Silva, L. M. da; Fagundes, J.L.; Silva, M.A. da., 2014. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 44, 424-433. <https://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632014000400010>.
- CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. aproximação. Viçosa, MG, 359p.
- Dias, L.A. dos S; Barros, W.S., 2009. *Biometria experimental*. Viçosa: Suprema, pp. 408.
- Diniz, F.A.; Ramos, A.M.; Rebello, E.R.G., 2018. Brazilian climate normals for 1981-2010. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 53, 131-143. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000200001.
- Donato, P.E.R., Donato, S.L.R., Silva, J.A., Pires, A.J.V.; Silva Junior, A.A. e., 2017a. Extraction/exportation of macronutrients by cladodes of 'Gigante' cactus pear under different spacings and organic fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 21, 238-243. <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p238-243>.
- Donato, P.E.R.; Pires, A.J.V.; Donato, S.L.R.; Silva, J.A.; Aquino, A.A., 2014. Valor nutritivo da palma forrageira 'Gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. *Revista Caatinga* 27, 163 -172.
- Donato, P.E.R., 2011. Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- Donato, S.L.R.; Arantes, A.M.; Brito, C.F.B.; Rodrigues, M. G. V.; Silva, J. A. da; Donato, P. E. R., 2017b. Considerações sobre clima semiárido e ecofisiologia da palma forrageira. *Informe Agropecuário* 38, 7-20.

- Donato, S.L.R.; Donato, P.E.R.; Silva, J.A. da; Rodrigues, M.G.V., 2017c. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira 'Gigante'. Informe Agropecuário 38, 46-58.
- Donato, S.L.R.; Silva, J.A. da; Donato, P.E.R.; Rodrigues, M.G.V.; Rufino, L.D. de A.; Silva Júnior, A. A e., 2017d. Exigências nutricionais e manejo da adubação em palma forrageira. Informe Agropecuário 38, 62-75.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1977. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, estudo da Bahia (EMBRAPA-SNLCS. Boletim técnico, 52; Sudene-DRN. Série Recursos de solos, 10). Recife, pp.735.
- Farias, I.; Santos, D.C.; Dubeux Junior, J.C.B., 2005. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C.; Simões, D.A.; Sampaio, E.V.S.B. (Ed.). A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: UFPE, pp.81-104.
- Fialho, J.; Aguiar, M.; Maia, L.; Magalhães, R.; Araújo, F.; Campanha, M.; Oliveira, T., 2013. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. African Journal of Agricultural Research 8, 5020-5031. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2545.4485>.
- Fonseca, V.A.; Santos, M.R.; Silva, J.A.; Donato, S.L.R.; Rodrigues, C.S.; Brito, C.F.B., 2019. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. Acta Scientiarum-Agronomy 41, 426-31.
- Fonseca, V.A.; Costa, L.C.; Silva, J.A. da; Donato, S.L.R.; Donato, P.E.R.; Souza, E. dos S., 2020. 'Gigante' cactus pear cultivated at different population densities in a mechanizable arrangement. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 24, 769-775. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p769-775>
- Galizzi, F.A.; Felker, P.; González, C.; Gardiner, D., 2004. Correlations between soil and cladode nutrient concentrations and fruit yield and quality in cactus pears, *Opuntia ficus indica* in a traditional farm setting in Argentina. Journal of Arid Environments 59, 115-132.
- Gomes, G.M.F.; Cândido, M.J.D.; Lopes, M.N.; Maranhão, T.D.; Andrade, D.R. de; Costa, J.F. M.; SILVEIRA, W.M.; NEIVA, J.N.M., 2018. Chemical composition of cactus pear cladodes under different fertilization and harvesting managements. Pesquisa Agropecuária Brasileira 53, 221-228. <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000200011>.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2018. [Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010]. Brasília. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=c lima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: Maio de 2020.
- Lédo, A.A.; Donato, S.L.R.; Aspiázú, I.; Silva, J.A. da; Brito, C.F.B.; Donato, P.E.R., 2021. Nutritional balance and recovery rate of macronutrients by 'Gigante' cactus pear under different fertilizations. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 25, 82-89. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n2p82-89>
- Lédo, A.A.; Donato, S.L.R.; Aspiazu, I.; Silva, J.A. da; Donato, P.E.R.; Carvalho, A.J., 2019. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 23, 413-418. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n6p413-418>.
- Lédo, A.A.; Donato, S.L.R.; Aspiazu, I.; Silva, J.A. da; Donato, P.E.R.; Carvalho, A.J. de., 2020. Nutrient concentration and nutritional efficiency in 'Gigante' cactus pear submitted to different spacings and fertilizations. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 24, 154-161. <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n3p154-161>.
- Lima, A.S. de; Silva, P.F. da; Matos, R. M. de; Bonou, S.I.; Dantas Neto, J., 2020. Determinação da área de cladódios e fator de correção da palma forrageira sob fertirrigação nitrogenada. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 14, 3803-3815. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v14n1001017>
- Lima, G.F.C., Rêgo, M.M.T., Aguiar, E.M., Silva, J.G.M., Dantas, F.D.G., Guedes, F.X.; Lôbo, R.N.B., 2015. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea forage* cactus. Acta Horticulturae 1067, 253-258. <https://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2015.1067.35>.
- Lopes, L.A.; Cardoso, D.B; Camargo, K.S.; Silva, T.G.P. da; Souza, J. de S.R.; Silva, J.R. C. da; Moraes, J.S. de; Araújo, T.P.M., 2019. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia 13, 1-10. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n3a277.1-10>

- Marschner, P. (Ed.), 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, pp.651.
- Matos, L.M.; Ker, J.C.; Cardoso, I.M.; Lani, J. L.; Schaefer, C. E. G. R., 2014. O conhecimento local e a etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da Comunidade Quilombola de Brejo dos Crioulos. *Sociedade & Natureza* 26, 497-510. <https://dx.doi.org/10.1590/1982-451320140308>.
- Matos, L.V.; Donato, S.L.R.; Kondo, M.K.; Lani, J.L.; Aspiazú, I., 2021. Soil attributes and the quality and yield of 'Gigante' cactus pear in agroecosystems of the semiarid region of Bahia. *Journal of Arid Environments* 185, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104325>
- Matos, L.V.; Donato, S.L.R.; Silva, B.L. da; Kondo, M.K.; Lani, J.L., 2020. Structural characteristics and yield of 'Gigante' cactus pear in agroecosystems in the semi-arid region of Bahia, Brazil. *Revista Caatinga* 33, 1111-1123. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n426rc>
- Moreira, J.M.; Pérez-Marim, A.M.; Araújo, J.S.; Lambais, G.R.; Sales, A.T., 2020. Nutrients demand of cactus forage. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 8111-820.
- Nobel, P.S., 2001. *Biologia ambiental*. In: Barbera, G.; Inglese, P.; Pimienta-Barrios, E.P. (Ed.). 2001. *Agroecologia, cultivo e uso da palma forrageira*. João Pessoa: Sebrae-PB: FAO, pp.36-48.
- Novais, R.F.; Smith, T.J., 1999. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, pp.399.
- Novais, R.F. et al. (Ed.), 2007. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp.1017.
- Nunes, J. da S.L.; Silva, T.G.F. da; Souza, L.S.B. de; Jardim, A.M. da R.F.; Alves, H.K.M.N.; Cruz Neto, J.F. da; Leite, R.M.C.; Pinheiro, A.G., 2019. Morfogênese da palma forrageira sob modificação do ambiente de crescimento. *Agrometeoros* 27, 367-375. <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i2.26449>
- Padilha Júnior, M.C.; Donato, S.L.R.; Donato, P. E.R.; Silva, J.A., 2020. Attributes of the soil with cactus pear under organic fertilization, different spacings and sampling times. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 24, 444-450. <https://dx.doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v24n7p444-450>.
- Padilha Júnior, M.C.; Donato, S.L.R.; Silva, J.A.; Donato, P.E.R.; Souza, E. dos S., 2016. Características morfológicas e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes adubações e configurações de plantio. *Revista Verde* 11, 67-72.
- Pessoa, R.A.S.; Ferreira, M. de A; Silva, F.M. da; Bispo, S.V.; Wanderley, W.L.; Vasconcelos, P.C., 2013. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 14, 508-517. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402013000300012>.
- Pimienta-Barrios, E.; Hernández, J.Z.; Muñoz-Urias, A.; Murguía, C.R., 2012. Ecophysiology of young stems (cladodes) of *Opuntia ficus indica* in wet and dry conditions. *Gayana Botanica* 69, 232-239.
- Pinto, M.S.C.; Menezes, R.S.C.; Sampaio, E.V.S.B.; Andrade, M.V.M.; Figueredo, M.V., 2002. 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. Recife. Anais... Recife: SBZ1, 54-64.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S.B., 2017. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: Curi, N.; Ker, J.C.; Novais, R.F.; Vidal-Torrado, P.; Schaefer, C.E.G.R. (Ed.). *Pedologia – solos dos biomas brasileiros*. 1ª Ed., Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, Brazil, pp.47-110.
- Resende, M.; Curi, N.; Lani, J.L., 2002. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: Alvarez V., V.H.; Schaefer, C.E.G.R.; Barros, N.F.; Mello, J.W.V.; COSTA, L.M., eds. *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 2, 593-644.
- Ribeiro Júnior, J.I.; Melo, A.L.P., 2008. *Guia prático para utilização do SAEG*. Viçosa: Folha, pp.287.
- Santos, D.C., Silva, M.C., Dubeux Júnior, J.C.B., Lira, M.A.; Silva, R.M., 2013. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. *Revista Científica de Produção Animal* 15, 111-121.
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumberras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Araújo Filho, J.C.; Oliveira, J.B.; Cunha, T.J.F., 2018. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, pp.356.
- SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2014. *Secretaria de Estado de Planejamento: Bahia: Tipologia climática*. Disponível em:

- [http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=110&Itemid=96](http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=110&Itemid=96). Acesso em 10 jul. 2019.
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C., 2009. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, pp.235.
- Silva, J.A. da; Donato, S.L.R.; Donato, P.E.R.; Souza, E. dos S., Padilha Júnior, M.C.; Silva Junior, A.A. e., 2016. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 20, 564-569. <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n6p564-569>.
- Silva, J. A.; Bonomo, P.; Donato, S.L.R.; Pires, A. J.V.; Silva, F.F.; Donato, P.E.R., 2013. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações químicas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 8, 242-350. <https://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2431>.
- Souza, J.A.A. de; Santos, D.B. dos; Camelo, T.C.; Reis, G.A. dos; Cotrim, C.E., 2019. Productivity and nutrient supply in ‘Gigante’ cactus pear with regulated deficit irrigation using wastewater. *Journal of Experimental Agriculture International* 34, 1-12. <http://dx.doi.org/10.9734/JEAI/2019/v34i630191>
- Teixeira, M.B.; Donato, S.L.R.; Silva, J.A. da; Donato, P.E.R., 2019. Establishment of dris norms for cactus pear grown under organic fertilization in semiarid conditions. *Revista Caatinga* 32, 952 – 959. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n411rc>
- Veimrober Júnior, L.A. dos A.; Silva, N.D da; Silva, A.J.P. da; Santos, D.B. dos; Gheyi, H.R.; Nascimento, F.A.L. do, 2019. Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o estado da Bahia. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 13, 3578-3587. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n4001087>

Tabela 1. Precipitação e temperatura média mensal e anual nos municípios onde estão os cinco agroecossistemas estudados no semiárido baiano - microrregião de Guanambi-BA.

Município	Precipitação (mm)												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Guanambi	114,8	74,0	93,4	26,7	7,0	1,3	0,2	0,3	5,3	41,9	146,4	155,9	667,1
Iuiu	127,0	98,0	94,0	52,0	5,0	1,0	1,0	1,0	11,0	68,0	151,0	173,0	781,0
Caetité	98,4	69,0	120,7	45,8	12,5	10,1	10,4	4,90	17,6	61,9	153,6	164,6	769,5
Riacho de Santana	142,0	108,0	106,0	60,0	5,0	1,0	1,0	1,0	9,0	68,0	160,0	174,0	837,0
	Temperatura (°C)												Média
Guanambi	26,4	26,9	26,9	26,6	25,5	24,4	24,0	24,7	26,1	27,2	26,4	26,3	25,9
Iuiu	24,5	24,5	24,4	23,6	22,2	21,0	20,7	22,0	23,5	24,5	24,5	24,3	23,3
Caetité	22,9	23,5	22,9	22,5	21,5	19,9	19,6	20,4	22,3	23,5	23,1	22,9	22,1
Riacho de Santana	24,4	24,4	24,2	23,6	22,2	21,1	20,8	22,0	23,5	24,5	24,4	24,2	23,3

Fonte: 1. Precipitações médias anuais registradas em Ceraíma, distrito de Guanambi. Posto Meteorológico da Codevasf (1982-2007) e IF Baiano *Campus* Guanambi, BA (2008 a 2019) (mm ano<sup>-1</sup>); 2. Séries temporais de temperatura média - considera o período de 1988 – 2019 no Perímetro Irrigado de Ceraíma; posto meteorológico da Codevasf de 1982-2007; estação automática do IF Baiano *Campus* Guanambi de 2008-2019; 3. Os dados climatológicos de Iuiu e Riacho de Santana são oriundos de várias fontes brasileiras e mundiais para estimar as informações meteorológicas no Brasil. Um total de 2400 estações meteorológicas apresentam séries temporais de dados mensais de temperatura com mais de 25 anos, entre 1950 e 1990 (Alvares et al., 2013); 4. Precipitação acumulada e temperatura média mensal de Caetité - normais climatológicas do Brasil (1981-2010) (Diniz et al., 2018; INMET, 2018).

Tabela 2. Caracterização dos sistemas de produção de palma forrageira ‘Gigante’ e classes texturais dos solos nos agroecossistemas.

P	Local	Dp	Uc	Esp.	Est.	Irrig.	Classe	Controle
				(m)			textural	de ervas
----- Ceraíma – Guanambi-BA -----								
1	Ceraíma	2013	2016	1,60x0,40	16	S	Franco-Arenosa	Cm e Cq
2	Ceraíma	2012	2016	1,10x0,40	70	N	Franco-Arenosa	Cm e Cq
3	Ceraíma	2014	2016	0,80x0,50	90	N	Franco-Argilo-Arenosa	Cm e Cq
4	Ceraíma	2014	2016	1,10x0,50	--	N	Franco-Arenosa	Cm e Cq
----- Vale do Iuiu - Iuiu-BA -----								
5	Agreste	2014	2016	1,50x0,40	20	N	Argila	Cm e Cq
6	Agreste	2016	---	2,00x0,10	15	S	Franco-Siltosa	Cm
7	Poço de Paulo	2016	---	1,80x0,10	16	S	Franco-Argilosa	Cm
8	Agreste	2015	---	1,80x0,10	16	S	Franco-Argilo-Siltosa	Cm e Cq
----- Maniaçu – Caetité-BA -----								
9	Junquinho	2016	---	1,60x0,50	17	N	Franco-Argilo-Arenosa	Cm
10	Cardoso	2012	2015	1,50x0,90	90	N	Franco-Arenosa	Cm
11	Tabuleiro	2013	2016	1,30x0,90	10	N	Franco-Arenosa	Cm
12	Barauninha	2014	2016	1,50x0,60	18	N	Franco-Argilo-Arenosa	Cm
----- Baixio – Riacho de Santana-BA -----								
13	Massal	2013	2015	2,50x1,50	---	N	Franco-Arenosa	Cm
14	Várzea da Pedra	2015	---	1,00x0,90	16	N	Areia	Cm e Cq
15	Massal	2015	---	1,50x1,10	50	N	Areia Franca	Cm
16	Massal	2012	2016	1,40x0,80	90	N	Areia Franca	Cm

----- Morrinhos – Guanambi-BA -----								
17	Sacoto	2005	2016	2,00x0,80	---	N	Franco-Argilosa	Cm
18	Distrito	2013	2016	1,00x0,60	---	N	Franco-Argilo-Arenosa	Cm
19	Distrito	2010	2016	1,40x1,40	15	N	Franco-Argilo-Arenosa	Cm
20	Distrito	2010	2016	2,80x0,80	48	N	Argilo-Arenosa	Cm e Cq

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: P = Sistemas de produção estudados; Dp = data de plantio; Uc = data da última colheita. Quando ausente, indica que ainda não foi colhida; Esp. = espaçamento; Est. = quantidade de esterco bovino aplicado no palmar no último ciclo ( $Mg\ ha^{-1}$ ); Irrig. = adoção da prática da irrigação: S - irriga, N - não irriga; CM = controle manual de ervas espontâneas; CQ = controle químico de ervas espontâneas. OBS.: Os produtores 1, 3 e 4 utilizaram inseticidas, sem acompanhamento técnico; os produtores 5 e 7 utilizam ureia e esterco bovino na adubação; o produtor 7 iniciou a irrigação em de julho de 2017; o produtor 12 utilizou sulfato de amônio e esterco bovino na adubação; em Maniáçu, há alta incidência de papagaios que se alimentam da palma; o produtor 17 utiliza ureia na adubação, a cada dois anos; os produtores 1, 3, 9 e 12 utilizaram óleo mineral para o controle de pragas e doenças. A colheita das amostras experimentais dos sistemas de produção foi realizada entre agosto e setembro de 2017.

Tabela 3. Principais características estruturais das plantas levantadas nos sistemas de produção de palma forrageira em cinco agroecossistemas do semiárido baiano.

Variável		Descrição
ECL	Espessura do cladódio	- Uso do paquímetro na porção mediana do cladódio (cm);
LCL	Largura do cladódio	- Uso da fita métrica para realizar as medições na porção de maior largura nos cladódios (cm);
CCL	Comprimento do cladódio	- Uso da fita métrica para as medições de comprimento dos cladódios, considerou-se a região de maior comprimento;
NCL	Número de cladódios	- Contagem do número de cladódios por planta;
ALT	Altura da planta	- Distância compreendida desde a extremidade do cladódio mais alto até o solo;
AC	Área dos cladódios	- $AC\ (cm^2) = CC \times LC \times 0,693$ , em que: CC, comprimento do cladódio e LC, largura do cladódio em (cm) e 0,693 é fator de correção em função da forma de elipse do cladódio (PINTO et al., 2002);
ATC	Área total dos cladódios	- Área dos cladódios multiplicada pelo número de cladódios na planta ( $cm^2$ );
IAC	Índice de área dos cladódios	- Corresponde à área total dos cladódios da planta, considerando-se os dois lados e dividindo pela área ocupada pela planta no solo ( $m^2$ de área de cladódio $m^{-2}$ de solo).

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Foram realizados os levantamentos em quatro plantas ao acaso por repetição = 4 plantas x 3 repetições = 12 plantas por palmar estudado.

Tabela 4. Atributos físicos e pH dos solos de 20 sistemas tradicionais de produção de palma forrageira 'Gigante' em cinco agroecossistemas do semiárido baiano - microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema	AG	AF	SIL	ARG	ADA	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	
----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----								
----- Agroecossistema -----								
Ceraíma	280ab	390	170	160	30	5,78a	5,12a	
Iuiu	60b	80	500	360	110	6,25a	5,68a	
Maniaçu	530a	220	30	220	40	4,38b	3,83b	
Riacho de Santana	610a	220	80	90	10	4,50b	3,88b	
Morrinhos	330ab	150	180	340	80	4,84b	4,11b	
Média	360	210	190	230	60	5,15	4,52	
DP	30	20	20	20	10	0,22	0,21	
CV (%)	9,36	9,70	7,88	9,60	23,23	4,30	4,64	
Agroecossistema	P	----- Sistemas de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	270	430	170	120	20	5,73	5,32
Ceraíma	2	360	390	110	140	30	5,76	4,95
	3	220	340	240	200	50	6,09	5,47
	4	250	390	170	180	20	5,55	4,73
	5	30	30	370	570	190	6,36	5,48ab
Iuiu	6	40	100	610	250	60	6,30	5,91ab
	7	90	120	490	300	80	5,48	4,85b
	8	70	60	550	310	110	6,88	6,46a
	9	450	260	40	250	50	4,72	3,93
Maniaçu	10	570	200	40	190	40	4,15	3,67
	11	610	200	10	180	20	4,30	3,82
	12	490	220	40	260	40	4,33	3,89
	13	580	220	50	150	20	4,34	3,88
Riacho de	14	700	200	40	60	10	4,58	3,92
Santana	15	510	280	140	70	10	4,63	3,89
	16	650	180	80	90	20	4,46	3,83
	17	260	150	220	380	100	4,93	4,13
Morrinhos	18	340	170	170	320	70	5,01	4,22
	19	390	160	160	290	60	4,85	4,10
	20	330	130	160	380	100	4,57	3,99

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Coleta = os solos foram amostrados a partir da coleta, com enxadão, de três amostras simples na área útil de cada repetição dos palmais; Camada = 0-0,20 m; agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; AG = areia grossa; AF = areia fina; SIL = silte; ARG = argila; ADA = argila dispersa em água; pH<sub>H2O</sub> = pH em água (relação 1:2,5); pH<sub>KCl</sub> = pH em KCl (relação 1:2,5). Médias seguidas de mesma letra na coluna de cada ambiente, não diferem entre si, pelo teste Tukey (p ≤ 0,05). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou significância para o referido ambiente (p ≤ 0,05).

Tabela 5. Teores de macronutrientes, sódio, acidez trocável e acidez potencial dos solos de 20 sistemas tradicionais de produção de palma forrageira 'Gigante' em cinco agroecossistemas do semiárido baiano - microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al
		----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----			----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----			
----- Agroecossistema -----								
Ceraíma		54,33a	175,92ab	28,05b	3,36b	1,40b	0,00	2,42c
Iuiu		41,35ab	261,33a	47,00a	10,66a	2,18a	0,00	2,20c
Maniaçu		11,59c	56,17bc	3,94c	0,83c	0,35cd	0,45	3,44b
Riacho de Santana		3,04c	37,83c	0,00c	0,78c	0,13d	0,40	2,33c
Morrinhos		24,15bc	140,83abc	1,54c	3,04b	0,91bc	0,18	4,57a
Média		26,89	134,42	16,11	3,74	0,99	0,21	2,99
DP		24,96	106,53	12,59	1,00	0,20	0,10	0,46
CV (%)		92,82	79,25	78,17	26,67	20,36	46,77	15,30
Agroecossistema	Pr	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	47,30ab	74,67b	35,50b	3,42	1,42ab	0,00	1,90b
Ceraíma	2	96,83a	103,33b	0,97c	2,40	0,84b	0,00	2,30ab
	3	43,93ab	411,00a	74,77a	3,82	2,41a	0,00	2,20b
	4	29,27b	114,67b	0,97c	3,81	0,92b	0,00	3,27a
	5	21,00b	172,00b	6,97c	17,81a	1,95	0,00	3,03a
Iuiu	6	26,13b	196,67b	60,13ab	7,48b	1,92	0,00	1,67b
	7	6,67b	112,00b	81,40a	7,79b	2,19	0,00	3,33a
	8	111,60a	564,67a	39,50b	9,57b	2,68	0,00	0,77b
	9	4,80	70,00	13,47	0,73	0,36	0,43	3,10b
Maniaçu	10	11,77	28,00	0,10	0,62	0,27	0,49	2,83b
	11	9,83	28,00	0,00	0,55	0,14	0,56	3,57ab
	12	19,97	98,67	2,20	1,42	0,60	0,31	4,27a
	13	2,30	26,67	0,00	0,89	0,11	0,52	2,77a
Riacho de	14	3,03	42,00	0,00	0,61	0,15	0,31	1,73b
Santana	15	1,63	54,00	0,00	0,85	0,14	0,40	2,47ab
	16	5,20	28,67	0,00	0,77	0,13	0,37	2,37ab
	17	5,07	118,67	6,07	3,18	1,08	0,18	5,17a
Morrinhos	18	54,77	190,67	0,00	3,82	0,77	0,09	4,83a
	19	22,60	125,33	0,00	2,67	0,90	0,21	3,80b
	20	14,17	128,67	0,10	2,50	0,89	0,25	4,47ab

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Coleta = os solos foram amostrados a partir da coleta, com enxadão, de três amostras simples na área útil de cada repetição dos palmas; Camada = 0-0.20 m; Agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; Produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; Pr = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; P = fósforo; K = potássio; Na = sódio; P, K e Na - extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> = cálcio; Mg<sup>2+</sup> = magnésio; Al<sup>3+</sup> = alumínio (acidez trocável); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> - extrator KCl - 1mol L<sup>-1</sup>; H+Al = hidrogênio mais alumínio (acidez total ou potencial) - extrator acetato de cálcio 0.5 mol L<sup>-1</sup> - pH 7.0. Médias seguidas de mesma letra na coluna de cada ambiente não diferem entre si, pelo teste Tukey (p≤0,05). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou significância para o referido ambiente (p≤0,05).

Tabela 6. Complexo sortivo, índices de saturação por bases, por alumínio e por sódio, e matéria orgânica dos solos em 20 sistemas tradicionais de produção de palma forrageira ‘Gigante’ distribuídos em 05 agroecossistemas contrastantes do semiárido baiano – microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema	SB	t	T	V	m	ISNa	MOS	
	----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----			----- (%) -----			(dag kg <sup>-1</sup> )	
----- Agroecossistema -----								
Ceraíma	5,33b	5,33b	7,75b	67,89b	0,00b	1,40a	1,62bc	
Iuiu	13,72a	13,72a	15,92a	85,80a	0,00b	1,50a	2,85a	
Maniaçu	1,34c	1,79c	4,78c	27,09d	28,95a	0,38b	1,43bc	
Riacho de Santana	1,01c	1,41c	3,34d	30,02d	29,39a	0,00b	0,72c	
Morrinhos	4,32b	4,50b	8,89b	48,53c	4,38b	0,06b	2,00ab	
Média	5,14	5,35	8,14	51,87	12,54	0,67	1,720	
DP	1,09	1,08	1,01	5,55	8,49	0,49	0,28	
CV (%)	21,24	20,13	12,36	10,71	67,70	73,71	16,32	
Agroecossistema	P	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	5,19b	5,19b	7,09bc	73,06a	0,00	2,13b	1,59
Ceraíma	2	3,51b	3,51b	5,81c	60,16b	0,00	0,08c	1,24
	3	7,60a	7,60a	9,80a	77,63a	0,00	3,32a	1,51
	4	5,03b	5,03b	8,30ab	60,70b	0,00	0,06c	2,13
	5	20,23a	20,23a	23,26a	86,46ab	0,00	0,13c	4,30a
Iuiu	6	10,17c	10,17c	11,83c	85,76ab	0,00	2,20ab	3,02ab
	7	10,62c	10,62c	13,95bc	76,16b	0,00	2,52a	2,44ab
	8	13,87b	13,87b	14,63b	94,80a	0,00	1,14bc	1,64b
	9	1,33	1,76	4,43ab	30,03a	24,93bc	1,32a	1,33
Maniaçu	10	0,97	1,46	3,80b	25,60ab	34,20ab	0,01b	1,11
	11	0,77	1,33	4,34b	17,43b	45,03a	0,00b	1,46
	12	2,29	2,60	6,56a	35,30a	11,63c	0,16b	1,82
	13	1,06	1,58	3,83	27,73	33,43	0,00	0,80
Riacho de	14	0,87	1,17	2,60	32,20	29,06	0,00	0,44
Santana	15	1,13	1,53	3,60	31,16	26,90	0,00	0,93
	16	0,98	1,35	3,34	28,96	28,16	0,00	0,71
	17	4,59	4,77	9,75ab	46,76	4,13	0,25	2,53
Morrinhos	18	5,08	5,17	9,91a	51,30	1,86	0,00	2,18
	19	3,90	4,11	7,70b	50,63	5,30	0,00	1,42
	20	3,72	3,96	8,18ab	45,43	6,20	0,01	1,86

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Coleta = os solos foram amostrados a partir da coleta, com enxadão, de três amostras simples na área útil de cada repetição dos palmeiros; Camada = 0-0,20 m; agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; SB = soma de bases trocáveis; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; ISNa = índice de saturação por sódio; MOS = matéria orgânica do solo - MOS = Carbono orgânico x 1,724 – Walkley-Black. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (p ≤ 0,05). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou significância (p ≤ 0,05).

Tabela 7. Teores de fósforo remanescente, enxofre e micronutrientes em solos de 20 sistemas tradicionais de produção de palma forrageira ‘Gigante’ em cinco agroecossistemas do semiárido baiano – microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema	P-Rem	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn	
	(mg L <sup>-1</sup> )	----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----						
----- Agroecossistema -----								
Ceraíma	49,96a	2,63ab	0,47ab	0,71bc	63,17b	72,46a	2,52bc	
Iuiu	39,34c	8,13a	0,62ab	1,11ab	101,82a	42,41b	3,85ab	
Maniaçu	47,00b	2,01b	0,68a	0,83bc	19,78c	50,45b	1,66cd	
Riacho de Santana	50,02a	0,65b	0,28b	0,45c	13,13c	43,33b	0,71d	
Morrinhos	35,67d	1,93b	0,81a	1,47a	77,09b	25,06c	4,71a	
Média	44,40	3,07	0,57	0,91	55,00	46,74	2,69	
DP	2,42	4,77	0,10	0,17	14,22	14,24	1,23	
CV (%)	5,45	155,30	18,34	18,71	25,85	30,47	45,81	
Agroecossistema	P	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	51,17	3,97	0,39	0,94	51,47b	83,57b	3,47
Ceraíma	2	52,63	1,63	0,40	0,60	59,83b	21,50c	3,41
	3	48,33	1,30	0,55	0,71	48,80b	62,40b	1,28
	4	47,70	3,63	0,54	0,58	92,57a	122,37a	1,90
	5	29,60b	0,00b	0,61	1,26	136,93a	21,27b	4,13ab
Iuiu	6	45,47a	4,13b	0,55	1,12	90,30b	43,70ab	2,98b
	7	40,80a	26,57a	0,61	0,84	76,57b	55,27a	2,51b
	8	41,50a	1,80b	0,69	1,22	103,47b	49,40ab	5,77a
	9	45,00	0,00	0,63	0,68	20,67	39,17b	1,36
Maniaçu	10	49,93	2,60	0,69	1,27	15,50	48,27ab	1,77
	11	48,03	0,00	0,63	0,65	8,47	73,63a	1,04
	12	45,03	5,43	0,78	0,73	34,50	40,73b	2,47
	13	46,50b	1,30	0,37	0,41	8,97	18,57b	0,35
Riacho de	14	54,70a	1,30	0,15	0,49	20,83	46,43ab	0,87
Santana	15	49,30b	0,00	0,23	0,46	13,47	77,53a	1,04
	16	49,57ab	0,00	0,35	0,45	9,27	30,80b	0,57
	17	32,73	5,10	0,79	0,96	82,77ab	24,20	2,74b
Morrinhos	18	36,40	0,00	0,91	1,89	82,77ab	28,13	8,37a
	19	37,33	2,60	0,81	2,06	54,80b	32,63	4,24b
	20	36,20	0,00	0,74	0,96	88,03a	15,27	3,50b

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Coleta = os solos foram amostrados a partir da coleta, com enxadão, de três amostras simples na área útil de cada repetição dos palmas; Camada = 0-0,20 m; agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; P-Rem = fósforo remanescente, concentração de P na solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a terra fina seca ao ar (TFSA) com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol L<sup>-1</sup>, contendo 60 mg L<sup>-1</sup> de P, na relação 1/10; S = enxofre - extrator fosfato monocálcico em ácido acético; B = boro (extrator água quente); Cu = cobre; Mn = manganês; Fe = ferro; Zn = zinco; Cu, Mn, Fe e Zn – extrator Mehlich-1. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (p≤0,05). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou significância (p≤0,05).

Tabela 8. Características estruturais da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada em 20 sistemas de produção tradicionais distribuídos em cinco agroecossistemas do semiárido baiano – microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema	NCL	LCL	CCL	APL	AC	ATC	IAC	
	(un)	----- (cm) -----		(m <sup>2</sup> )	----- (cm <sup>2</sup> ) -----		(m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	
----- Agroecossistema (ambiente) -----								
Ceraíma	24,00ab	15,74b	32,15a	0,58c	351,64a	1,71a	3,11a	
Iuiu	18,00c	14,70bc	27,62bc	0,33c	281,90b	1,01bc	3,92a	
Maniaçu	19,00bc	17,10a	31,72a	1,08b	377,30a	1,39ab	1,24b	
Riacho de Santana	18,00c	13,33d	26,34c	2,00a	244,43b	0,86c	0,50b	
Morrinhos	28,00a	13,60cd	29,00b	1,85a	276,44b	1,52a	1,13b	
Média	21,00	14,90	29,36	1,17	306,34	1,30	1,98	
DP	4,94	1,07	1,91	0,39	40,26	0,33	0,81	
CV (%)	23,12	7,19	6,49	33,40	13,14	25,57	40,63	
Agroecossistema	P	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	30a	16,20	33,44	0,64	375,45	2,26a	3,53ab
Ceraíma	2	26ab	15,54	31,73	0,63	343,25	1,72ab	2,83ab
	3	23ab	16,37	31,39	0,43	356,93	1,66ab	4,09a
	4	18b	14,85	32,03	0,61	330,92	1,18b	2,00b
	5	30a	13,70	28,61	0,77	271,51	1,63a	2,30b
Iuiu	6	4c	15,94	27,47	0,20	304,25	0,21b	1,10b
	7	18b	14,53	27,44	0,19	276,57	0,96a	5,26a
	8	22ab	14,61	26,94	0,18	275,25	1,23a	7,02a
	9	10b	16,66ab	29,27b	0,83	338,04b	0,66b	0,84
Maniaçu	10	26a	16,83ab	31,74ab	1,37	372,13ab	1,92a	1,41
	11	28a	16,00b	31,74ab	1,20	352,16b	1,99a	1,68
	12	11b	18,89a	34,14a	0,93	446,85a	0,97b	1,05
	13	28a	12,92ab	26,73ab	3,76a	239,56	1,32a	0,34
Riacho de Santana	14	11b	12,60b	23,92b	0,89c	208,90	0,46b	0,53
	15	13b	14,97a	28,57a	1,58bc	296,77	0,80ab	0,52
	16	18ab	12,83ab	26,13ab	1,76b	232,46	0,82ab	0,61
	17	27	14,11a	29,87ab	2,47a	292,69ab	1,53	0,69
Morrinhos	18	28	11,56b	26,87b	0,53b	215,69b	1,17	2,25
	19	24	15,41a	31,40a	2,09a	339,57a	1,69	0,86
	20	32	13,33ab	27,86ab	2,32a	257,79ab	1,67	0,73

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional NCL = quantidade de cladódios por planta; LCL = largura do cladódio; CCL = comprimento do cladódio; APL = área ocupada por cada planta; AC = área dos cladódios; ATC = área total dos cladódios; IAC = índice de área dos cladódios. Com exceção dos produtores 8, 10, 13, 14 e 15 que colheram os cladódios com dois anos, os demais o fizeram com o intervalo de apenas um ano após a última colheita. Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada ambiente, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A ausência de letras na coluna da variável indica diferenças não significativas.

Tabela 9. Características bromatológicas dos cladódios da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada em 20 sistemas tradicionais de produção em cinco agroecossistemas do semiárido baiano – microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema	MS	MO	MM	N	PB	FDN	FDA	EE	
----- g kg <sup>-1</sup> -----									
----- Agroecossistema (ambiente) -----									
Ceraíma	105,4 b	828,0 c	172,1 b	10,8 b	67,4 bc	185,0 b	139,0 ab	36,3	
Iuiu	92,6 b	772,4 d	227,6 a	10,9 b	68,0 bc	184,7 b	116,2 c	34,0	
Maniaçu	93,4 b	894,4 a	105,7 d	13,9 a	87,1 a	221,2 a	151,1 a	37,1	
Riacho de Santana	161,9 a	893,0 a	107,0 d	11,1 b	69,4 b	170,3 b	108,8 c	39,5	
Morrinhos	97,4 b	874,4 b	125,6 c	9,5 c	59,3 c	199,2 ab	123,6 bc	35,4	
Média	110,1	852,4	147,6	11,2	70,2	192,1	127,8	36,5	
DP	20,1	13,5	13,5	1,3	8,0	25,2	18,0	5,8	
CV (%)	18,23	1,59	9,18	11,46	11,46	13,12	14,05	15,96	
Agroecossistema	P	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----							
	1	61,8 b	823,6 ab	176,4 ab	10,8	67,4 ab	208,3	155,8	36,8
Ceraíma	2	134,5 a	837,4 a	162,6 b	9,9	61,6 b	180,9	130,6	40,9
	3	84,3 b	803,5 b	196,5 a	13,2	82,3 a	179,7	136,6	30,4
	4	141,1 a	847,2 b	152,8 b	9,3	58,1 b	171,0	133,0	37,3
	5	192,8 a	762,5 b	237,5 a	10,3	64,6	231,7 a	128,6	36,0
Iuiu	6	55,0 b	764,7 b	235,3 a	9,5	59,5	178,2 ab	107,8	27,0
	7	65,7 b	762,1 b	237,9 a	12,0	75,0	159,9 b	108,5	35,3
	8	56,7 b	800,3 a	199,7 b	11,6	72,7	169,0 b	120,1	38,0
	9	105,8 ab	897,2	102,8	11,2	70,0 c	165,3 b	121,5 b	38,4
Maniaçu	10	63,3 b	878,8	121,2	12,5	78,0 bc	265,4 a	184,1 a	38,2
	11	112,6 a	907,8	92,2	14,4	89,9 b	219,8 ab	146,7 ab	33,3
	12	91,7 ab	893,6	106,4	17,7	110,7 a	234,3 a	152,2 ab	38,5
	13	130,8 b	884,6	115,4	12,5	78,4 a	158,7	97,5	41,6
Riacho de Santana	14	166,3 ab	894,6	105,4	12,5	77,9 a	202,1	117,9	35,4
	15	174,4 ab	895,5	104,5	8,3	52,0 b	164,8	112,5	38,6
	16	176,0 a	897,1	102,9	11,1	69,3 ab	155,8	107,4	42,5
	17	140,6 a	903,1 a	96,9 b	9,9	62,0 a	174,1	114,7	32,9
Morrinhos	18	109,1 ab	872,0 b	128,0 a	7,0	44,0 b	183,7	119,0	35,9
	19	69,1 b	861,0 b	139,0 a	11,1	69,5 a	221,0	141,9	40,6
	20	70,8 b	861,6 b	138,4 a	9,8	61,6 ab	217,9	118,7	32,2

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; MS = teor de matéria seca nos cladódios; MO = matéria orgânica; MM = teor de material mineral; N = teor de nitrogênio; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = teor de gordura bruta ou extrato etéreo. Com exceção dos produtores 8, 10, 13, 14 e 15 que colheram os cladódios com dois anos, os demais o fizeram com o intervalo de apenas um ano após a última colheita. Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada ambiente, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou diferenças significativas para o referido ambiente.

Tabela 10. Rendimento médio da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada em 20 sistemas de produção tradicionais distribuídos em cinco agroecossistemas do semiárido baiano - microrregião de Guanambi-BA.

Agroecossistema		PANUAL	PPL	DENS	MCL	NCLT	PMV	PMS
		(Mg ha <sup>-1</sup> )	(kg pl. <sup>-1</sup> )	(pl. ha <sup>-1</sup> )	(g)	(n° cl. Mg <sup>-1</sup> )	--- (Mg ha <sup>-1</sup> )---	
----- Agroecossistema (ambiente) -----								
Ceraíma		131,74a	9,25ab	14.617b	468,88a	2.696,31b	131,74a	11,46a
Iuiu		101,75ab	5,54b	26.603a	549,85a	2.121,87b	129,73a	9,89a
Maniaçu		88,58b	13,85a	9.317c	642,37a	1.708,29b	117,60a	9,77a
Riacho de Santana		15,12c	5,03b	6.657d	245,85b	4.713,96a	24,66c	3,79b
Morrinhos		68,43b	12,09a	6.621d	466,07a	2.752,61b	68,43b	6,10b
Média		81,12	9,15	12.763	474,60	2.798,61	94,43	8,20
DP		28,68	4,22	1.734,10	168,42	963,64	31,78	2,02
CV (%)		35,36	46,16	13,59	35,49	34,43	33,65	24,66
Agroecossistema	P	----- Sistema de produção (produtor / agroecossistema) -----						
	1	202,64a	14,40a	14.067ab	645,99	2.319,23	202,64a	11,99ab
Ceraíma	2	75,76b	7,65ab	10.692b	411,17	2.674,54	75,76b	10,32ab
	3	182,53a	11,04ab	16.863a	533,26	2.071,89	182,53a	14,31a
	4	66,03b	3,91b	16.846a	285,10	3.719,60	66,03b	9,21b
	5	65,80b	5,49	12.126d	319,14b	3.164,86	65,80b	12,63a
Iuiu	6	55,86b	1,31	42.222a	781,67a	1.388,33	55,86b	3,04b
	7	173,39a	7,18	24.113c	618,18ab	1.639,90	173,39a	11,19a
	8	111,93ab	8,19	27.949b	480,40ab	2.294,39	223,86a	12,68a
	9	51,54b	4,55b	11.238	530,42b	1.988,85	51,54b	5,39b
Maniaçu	10	116,05a	30,07a	7.743	904,40a	1.150,63	232,09a	14,78a
	11	106,69ab	12,05b	9.004	472,28b	2.127,01	106,69b	11,92a
	12	80,05ab	8,72b	9.284	662,38ab	1.566,67	80,05b	7,00b
	13	14,78	11,20a	2.571b	360,81	2.835,67b	29,56	3,38
Riacho de	14	8,52	1,92b	9.308a	201,47	5.857,80a	17,03	2,60
Santana	15	14,85	3,94ab	7.542a	252,85	4.212,06ab	29,70	5,23
	16	22,33	3,05ab	7.208a	168,26	5.950,33a	22,33	3,96
	17	44,08	8,50b	5.261b	329,35b	3.142,58ab	44,08	6,20
Morrinhos	18	71,56	5,82b	12.067a	228,26b	4.459,66a	71,56	7,56
	19	102,00	20,20a	5.010b	737,77a	1.650,29b	102,00	6,70
	20	56,08	13,82ab	4.144b	568,90ab	1.757,92b	56,08	3,97

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: pl. = plantas; cl. = cladódio; Agroecossistema = ambiente de cultivo da palma forrageira; produtor / agroecossistema = cada sistema de produção em seu respectivo ambiente de cultivo; P = sistema de produção de palma de cada produtor tradicional; PANUAL = produtividade anual da palma em cada sistema de produção; PPL = produtividade anual da palma por planta; DENS = densidade, corresponde ao número de plantas por hectare; MCL = massa média de cada cladódio; NCLT = quantidade estimada de cladódios em uma tonelada; PMV = produtividade de massa verde; PMS = produtividade de massa seca. Com exceção dos produtores 8, 10, 13, 14 e 15 que colheram os cladódios com dois anos, os demais o fizeram com o intervalo de apenas um ano após a última colheita. Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada ambiente, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A ausência de letras na coluna indica que a variável não apresentou diferenças significativas para o referido ambiente.