



**PALMA FORRAGEIRA PARA PASTEJO DE BOVINOS SOB
DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO**

ALAÉRCIO SANTOS OLIVEIRA

2024



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA/
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTENIA**

**PALMA FORRAGEIRA PARA PASTEJO DE BOVINOS
SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO**

Autor: Alaércio Santos Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
Março de 2024

ALAÉRCIO SANTOS OLIVEIRA

**PALMA FORRAGEIRA PARA PASTEJO DE BOVINOS
SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Natan Teles Cruz

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
Março de 2024

Ficha catalográfica

633.2 Oliveira, Alaércio Santos.
O45p Palma forrageira para pastejo de bovinos sob diferentes fontes de adubação. /
Alaércio Santos Oliveira. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, 2024.

41fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Fábio Andrade Teixeira e coorientação do Prof. D. Sc. Natan Teles Cruz.

1. Palma forrageira – Adubação - Morfogênese. 2. Palma forrageira– Adubação - Bromatologia. 3. Palma forrageira – Adubação - Produção. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Teixeira, Fábio Andrade. III. Cruz, Natan Teles. IV. Título.

CDD(21): 633.2

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Palma forrageira Miúda - Pastejo de bovino - Fertilidade do solo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Recredenciada pelo Decreto Estadual
Nº 16.825, de 04.07.2016

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Palma forrageira para pastejo de bovinos sob diferentes fontes de adubação”

Autor (a): Alaércio Santos Oliveira

Orientador (a): Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB

Co-orientador (a): Dr. Natan Teles Cruz

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB

Orientador



Prof. Dr. Rômulo Spósito das Virgens – IF Baiano



Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira Filho - UESB

Data de realização: 04 de março de 2024.

“À minha família, aos meus amigos,
e a todos que me auxiliaram a trilhar mais esse caminho”

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, mestre de todas as coisas;

À minha família e aos meus irmãos, que não mediram esforços para o meu crescimento profissional;

À minha esposa e companheira, Aracele Vieira, pela confiança e apoio;

À minha filha Liz Vieira, que em tão pouco tempo de vida, me renovou;

Ao meu filho João Pedro, pelo afeto recebido sempre;

A Luciano Almeida, pela oportunidade de executar o projeto de pesquisa na Fazenda Turmalina;

Ao meu orientador, Fábio Andrade Teixeira, pela compreensão e apoio;

Ao coorientador, Natan Teles Cruz, pelo apoio recebido;

À UESB, Laboratório de Bromatologia e de Solos, por realizar as análises bromatológica, e pela disponibilização dos espaços pedagógicos e estruturais;

Ao PPZ, pela oportunidade e transmissão do conhecimento;

À FAPESB, pela bolsa concedida.

BIOGRAFIA

ALAÉRCIO SANTOS OLIVEIRA, filho de Aécio Santos Oliveira e Maria de Lourdes Santos Oliveira (in memoriam), nascido em Itapetinga, Bahia, no dia 25 de dezembro de 1974. Iniciou o Curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Itapetinga - BA, no ano de 2010 e obteve o título de Zootecnista, em 2015. Em março de 2023, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Itapetinga, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira. Em março de 2024, submeteu-se à banca examinadora para a defesa final da Dissertação, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
I REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
1.1 Palma forrageira.....	3
1.2 Valor nutricional da palma forrageira Miúda.....	5
1.3 Implantação da área de produção.....	6
1.4 Adubação da palma forrageira.....	6
1.5 Colheita e fornecimento.....	8
1.6 Referências bibliográficas.....	10
II OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivos geral.....	15
2.2 Objetivo específico.....	15
III MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Local do experimento.....	16
3.2 Delineamento experimental.....	17
3.3 Calagem e adubação do solo.....	17
3.4 Uniformização da palma forrageira.....	21
3.5 Quantificação dos cladódios.....	21
3.6 Coleta das amostras da palma.....	22
3.7 Avaliação das sobras após pastejo.....	22
3.8 Avaliação bromatológica da palma.....	22

3.9	Avaliação da biomassa, taxa de acúmulo de forragem verde (TACFV) e seca (TACFS).....	23
3.10	Eficiência no uso de água (EUA), acúmulo de água (ACA) e conteúdo de água (CA).....	23
3.11	Análise estatística.....	24
IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	Características morfogênicas e estrutural da palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação.....	25
4.2	Características produtivas da palma forrageira Miúda sob diferentes fontes de adubação.....	28
4.3	Características bromatológicas da palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação.....	33
V	CONCLUSÃO.....	37
VI	CONSIDERAÇÃO FINAL	37
VII	REFERÊNCIAS	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dados pluviométricos, temperatura e umidade, do período de junho de 2018 a julho de 2019, da fazenda Turmalina-BA.....	17
Figura 2. Croqui do delineamento experimental da área de palma estabelecida para pastejo direto para bovinos.....	17
Figura 3. Altura pré-pastejo da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	31
Figura 4. Perdas pós-pastejo da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	32

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Índice pluviométrico na fazenda Turmalina nos anos de 2018 e 2019, Itapetinga-BA.....	16
Tabela 2. Características químicas e físicas do solo da área experimental..	19
Tabela 3. Extração de nutrientes pela cultura da palma forrageira CV. Miúda.....	20
Tabela 4. Características químicas e físicas do adubo orgânico (esterco bovino).....	20
Tabela 5. Número de cladódios da palma forrageira miúda sob diferentes fontes de adubação.....	25
Tabela 6. Taxa de aparecimento de cladódios ($\text{Cladódio} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{planta}^{-1}$) primários, secundários, terciários, quaternários e total da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	27
Tabela 7. Filocrono ($\text{dia} \cdot \text{cladódio}^{-1}$) primários, secundários, terciários, quaternários e total da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	28
Tabela 8. Características produtivas da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	29

Tabela 9. Características bromatológicas da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.....	33
---	----

RESUMO

OLIVEIRA, Alaércio Santos. **Palma forrageira para pastejo de bovinos sob diferentes fontes de adubação.** Itapetinga, BA: UESB, 2024. 41p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar as características morfogênicas, produtivas e bromatológicas da palma forrageira Miúda sob diferentes fontes de adubação para pastejo de bovinos. O experimento ocorreu em uma área de palma em pastejo na propriedade Fazenda Turmalina localizada no município de Itapetinga – BA, Sudoeste da Bahia. Foi utilizado delineamento casualizado em blocos com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos avaliados foram: Controle (sem adubação); Adubação verde (feijão guandu); Adubação orgânica (23,6 ton.ha⁻¹ de esterco bovino), Adubação química (270 kg.ha⁻¹ N; 48 kg.ha⁻¹ P₂O₅ e 774 kg.ha⁻¹ K₂O), Adubação associada (química + orgânica). Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, o Teste de Duncan (P<10). As diferentes fontes de adubação não influenciaram nas características morfogênicas, com exceção do filocrono total para adubação associada, que proporcionou menor tempo para a formação de um cladódio. Observou-se uma maior produção e eficiência para o tratamento com adubação associada. O teor de proteína bruta apresentou-se acima dos encontrados para palma forrageira miúda, em todos os tratamentos, variando de 8,93% a 11,56%. A diferença entre proteína acumulada na (PBA) na adubação associada (1.995,45 kg há⁻¹) foi de 685,08 Kg há⁻¹ em relação ao controle. Além disso, todas as fontes de adubação apresentaram alta digestibilidade, com valores acima de 80%. Portanto, a adubação associada em sistema de pastejo proporcionou maior produtividade da palma forrageira miúda e maior acúmulo de PB.

Palavras-chave: *Nopalea cochenillifera*, Fertilidade do solo, Esterco bovino, Morfogênese, Pastejo¹

*Orientador: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB e Natan Teles Crus, Dr. UFRB.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Alaércio Santos. Forage palm for cattle grazing under different fertilizer sources. Itapetinga, BA: UESB, 2024. 41p. Dissertation. (Master's in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).*

The objective was to evaluate the morphogenic, productive, and chemical characteristics of Miúda cactus pear under different fertilization sources for cattle grazing. The experiment was carried out in a grazing palm area on the Fazenda Turmalina property located in the municipality of Itapetinga – BA, Southwest Bahia. A randomized block design with 5 treatments and 4 replications was used in this study. The following treatments were evaluated: Control (without fertilization); Green manure (Pigeon peas); Organic fertilizer (23.6 ton.ha⁻¹ of cattle manure), Chemical fertilizer (270 kg.ha⁻¹N; 48 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and 774 kg.ha⁻¹ of K₂O), Associated fertilizer (chemical + organic). The data obtained were subjected to analysis of variance and, subsequently was evaluated by the Duncan test at a significance level of P<0.10. The different fertilization sources did not influence the morphogenic characteristics, except for the total phyllochron for associated fertilization, which provided less time for the formation of a cladode. Higher production and efficiency were observed for treatment with associated fertilization. The crude protein content was above that obtained for Miúda cactus pear, in all treatments, ranging from 8.93% to 11.56%. The difference between accumulated crude protein (ACP) in the associated fertilization (1,995.45 kg ha⁻¹) was 685.08 kg ha⁻¹ in relation to the control. Furthermore, all fertilization sources showed high digestibility, with values above 80%. Therefore, fertilization associated with a grazing system provided a higher productivity of Miúda cactus pear and a higher accumulation of crude protein.²

Keywords: Cattle manure, Grazing, Morphogenesis, *Nopalea cochenillifera*, Soil fertility

*Orientador: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB e Natan Teles Cruz, Dr. UFRB.

INTRODUÇÃO GERAL

A palma forrageira tem se consolidado com uma das bases da sustentação da pecuária leiteira, sobretudo, em regiões semiáridas, por apresentar características morfológicas e fisiológicas de adaptação às condições de chuvas irregulares ou escassas.

Apesar de possuir baixo teor de proteína e fibra, a palma é uma espécie de grande importância para o Semiárido, principalmente devido a sua fácil propagação e alto rendimento de biomassa fresca. Sua capacidade produtiva deve-se ao seu metabolismo fotossintético CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), tornando-a eficiente no uso da água (100-150 kg água/kg de matéria seca). Isso porque seus estômatos são fechados durante o dia e evitam a perda de gás carbônico (CO₂) e vapor de água e abrem durante a noite para capturar o CO₂ para seu metabolismo, quando a temperatura e a perda de água são menores. Ademais, apresenta em sua composição alto valor energético (66-74% de nutrientes digestíveis totais) e carboidratos não fibrosos (59-73%) (Magalhães et al., 2021), alta digestibilidade (69-78%) e grande reserva de água, correspondendo a 90% com base na matéria seca (Silva et al., 2022).

Dentre as cultivares, a palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick destaca-se por apresentar uma produção de biomassa de 300 a 600 ton/ha, maior aceitabilidade pelos animais, além do porte menor e tamanho de cladódios, favorecendo a sua apreensão. Sendo, portanto, considerada a mais indicada para o uso em pastejo de bovinos.

Atualmente, tem-se intensificado a realização de pesquisas voltadas para fomentar novas tecnologias para o cultivo da palma, com o objetivo de facilitar o manejo, controlar pragas, melhorar a produtividade e a qualidade da forragem produzida, além da redução de custos. Apesar disso, o estudo voltado para sua utilização em pastejo ainda é inexplorado. Os estudos realizados até o momento, voltados para produtividade da palma através da adubação, têm sido aplicados ao fornecimento da palma cortada em cocho para os animais.

Por apresentar grande exigência em fertilidade do solo e elevada taxa de exportação de nutrientes, a adubação química e orgânica tem sido prática indispensável para elevar a produtividade da palma (Arba et al., 2017; Nkoi et al., 2021). A adubação orgânica utiliza o

esterco bovino, caprino ou de aves e suínos. Na adubação mineral, devido à elevada extração de nutrientes do solo pela palma, é realizada principalmente com a aplicação de NPK. Acrescenta-se ainda a adubação verde que tem como base o consórcio da cultura com uma gramínea ou leguminosa.

Vários estudos utilizando diferentes fontes de adubação da palma forrageira são relatados na literatura. Donato et al. (2017) constataram aumento na produção de matéria seca de 71,31% (de 12,20 Mg ha⁻¹ para 20,90 Mg ha⁻¹) comparando os tratamentos sem adubação e com 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹). Léo et al. (2019) com uso de adubação organomineral encontraram incrementos de 153,32% e 175,96% para massa verde e de 144,30% e 182,92% para matéria seca no segundo e terceiro ciclos com adubação organomineral, aportando 90 Mg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de esterco bovino adicionada de 600 kg ha⁻¹ de K₂O. Silva et al. (2016) relataram que o crescimento da palma forrageira, número de cladódios e o índice de área do cladódio foram dependentes de vários fatores, entre eles, a fertilizações com NPK. Entretanto, Silva et al. (2012) relataram que as adubações com NPK e NP reduzem os teores de Ca e Na e aumentam os teores de N, P, S e Mn, nos tecidos dos cladódios.

De maneira geral, a utilização de fertilizantes orgânicos melhora a eficácia da adubação, devido à lenta liberação de nutrientes que faz com que estes estejam disponíveis de forma contínua para as plantas. Por outro lado, a adubação mineral, tem como principal vantagem a rápida disponibilidade de nutrientes para a planta.

No caso do emprego da palma miúda para pastejo bovino, a produtividade é reduzida, pois a quantidade de plantas por hectare é menor em função do espaçamento de plantio. Nesse sentido, faz-se necessário avaliar diferentes fontes de adubação na produtividade da palma para uma prática mais assertiva de pastejo.

Tendo em vista que a eficiência nutricional de N, P, S, Mn e Zn são maiores na adubação orgânica e estão relacionados às maiores produtividades de matéria seca, enquanto de K é maior com adubação química (Léo et al., 2020), acredita-se que a utilização das duas fontes de adubação, orgânica e química, associadas, traz o equilíbrio ideal para o solo, aumentando a produtividade da palma para pastejo.

I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Palma forrageira

A palma é uma espécie forrageira da família Cactaceae, nativa do México e dispersa por vários continentes, especialmente em regiões com déficit hídrico (Peixoto et al., 2018). Compreende as plantas de diversas espécies dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, preferencialmente utilizadas como forrageiras (Edvan et al., 2020), as mesmas são cactáceas de crescimento rápido e teor de umidade e matéria seca superior às outras cactáceas (Magalhães et al., 2021).

É uma espécie de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que confere a condição de fotossíntese totalmente inovadora a essas plantas, predispondo a adaptações a condições adversas do semiárido, ou seja, possui mecanismos fisiológicos diferenciados quanto à absorção, aproveitamento e perda de água. Isso porque a abertura dos estômatos e captação de CO₂ atmosférico ocorre durante a noite, quando as temperaturas ambientais e as perdas de água para a atmosfera são menores, diferentemente das plantas C3 e C4, nas quais a abertura dos estômatos e a fixação do CO₂ ocorrem durante o dia, de forma simultânea a todo o processo de utilização da luz solar para redução do CO₂ a carboidratos.

De forma geral, a palma, é um cacto suculento com forma de crescimento arbustivo ou arborescente, com altura variando de 1,5 a 5 m, com caule de 60 a 150 cm de largura, com ramos clorofilados achatados, apresentando coloração verde-acinzentada, sendo mais compridos (30 - 60 cm) do que largos (6 - 15 cm), variando de densamente espinhosos até desprovidos de espinhos (Gois et al., 2013). As raquetes são suculentas, com diferentes tamanhos (Silva, 2015), chamadas de cladódios, que surgem e se tornam responsáveis para fotossíntese, com botões capazes de produzir novos cladódios e são classificadas de acordo com a ordem de seu surgimento na planta (Amorim et al., 2017). Um cladódio plantado, responsável por propagação via clonal, o enraizamento e suporte de planta, é denominado “cladódio basal”, enquanto, os cladódios de primeira ordem são aqueles com maior disponibilidade de superfície assimiladora e, como tal, são os principais responsáveis pela

sustentação da planta e distribuição de nutrientes e água para os demais órgãos (Queiroz et al., 2015).

Na palma forrageira, o uso da radiação é processado pelo cladódio, que promove a produção de carboidratos e de biomassa seca. A cultura apresenta baixo índice de área do cladódio, quando comparada a espécies leguminosas, o que resulta em uma menor taxa de acúmulo de biomassa (Oliveira et al., 2021). Essa característica, no entanto, também depende do clone, que apresenta diferentes morfologias de emissão, tamanho, formato e distribuição dos cladódios. Essa diferenciação pode influenciar a capacidade fotossintetizante e o rendimento da palma forrageira (Silva et al., 2010).

A relação entre as características morfológicas - como altura e largura da planta, índice de área do cladódio e comprimento do cladódio - e o rendimento da planta representa um dado de grande importância para a compreensão da resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo. Estudos mostram que essa informação permite o acompanhamento do acúmulo de forragem e uma estimativa de sua qualidade, os quais podem ser melhorados com a adequação de práticas de manejo ao longo do ciclo da cultura (Costa et al., 2012). Em áreas de cultivo submetidas a diferentes manejos, Dubeux Junior et al. (2006) observaram variação do rendimento do clone IPA 20 de palma forrageira, em razão do índice de área do cladódio. Silva et al. (2010) também constataram a influência de características morfológicas na produtividade de clones de palma forrageira. Já Neder et al. (2013) relataram que a produção de matéria verde, o número e a espessura dos cladódios podem ser utilizados na seleção de espécie *Opuntia ficus-indica*.

Atualmente, a palma forrageira faz parte da base alimentar dos rebanhos, devido a sua alta palatabilidade, produção de biomassa e resistência à seca. Normalmente é cultivada em larga escala e usada ao longo do ano, constituindo-se num componente fundamental para a sustentabilidade de importantes bacias leiteiras em regiões semiáridas.

Oliveira et al. (2021) destacam que o cultivo da palma permite aumento da capacidade de suporte da propriedade, bem como redução da lotação animal em áreas de vegetação nativa, por consequência, o uso dessa forrageira garante a resiliência das pastagens e melhora a eficiência produtiva dos rebanhos em períodos de escassez de forragem.

Considerada uma fonte energética de grande potencialidade para a nutrição de ruminantes, como vacas e cabras leiteiras, bovinos, caprinos e ovinos de corte, onde os genótipos mais utilizados são o Gigante (*Opuntia ficus-indica* L. Mill), Redonda (*Opuntia* sp.) e Miúda ou Doce (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck).

1.2 Valor nutricional da Palma forrageira Miúda

A composição nutricional da palma forrageira é bastante variável. Essa variação ocorre de acordo com a espécie e variedade envolvida, idade, estação do ano e condições agronômicas, como o tipo de solo, clima, condições de crescimento e disponibilidade de nutrientes. Em geral, a palma forrageira, independentemente do gênero, é reconhecida pelos consideráveis níveis de carboidratos totais (73,8% a 85,2%), carboidratos não fibrosos (CNF - 42,3% a 65,0%), matéria mineral (MM - 8,1% a 17,7%) e umidade (90%). Por outro lado, apresenta baixos teores de matéria seca (6,1% a 17,1%), proteína bruta (2,9% a 6,0%), fibra em detergente neutro (20,1% a 32,8%) e fibra em detergente ácido (9,5% a 22,5%), (Guedes, 2019).

A cultivar Miúda ou Doce tem porte pequeno e caule ramificado. Apresenta maiores teores de matéria seca e carboidrato, sendo considerada a cultivar mais nutritiva. É mais exigente em fertilidade e umidade e tem menor resistência à seca, embora seja resistente à cochonilha-do-carmin (Vasconcelos et al., 2009).

Quanto à produtividade de massa verde, a palma 'Miúda' tem-se mostrado inferior às cultivares Gigante e Redonda. No entanto, quando essa produção é transformada em matéria seca, os resultados se equivalem por ter a palma 'Miúda' mais matéria seca que as outras. Um fato de suma importância com relação ao teor de matéria seca é a quantidade apresentada pelas diferentes espécies colhidas na mesma época do ano, pois, a palma miúda (*N. cochenillifera*) apresenta mais de 50% de (57,5%) matéria seca em relação à palma gigante (*O. ficus-indica*), observação de importância fundamental, quando se fornece alimentos para os animais com base na matéria natural (Melo, 2016).

Pelo seu teor moderado de fibra, é necessário utilizá-la associada a uma fonte de fibra efetiva como: vegetais verdes, feno, silagens, resíduo de lavouras ou bagaço de cana, garante-se dessa forma a manutenção das funções ruminais, argumenta Ferreira et al.,

(2009). Para Marques et al., (2017), há complementariedade entre a palma e as fontes de volumosos, desde que empregados em formulações balanceadas com limites adequados de FDN, CNF e correção dos teores de PB para atender os requisitos nutricionais dos animais dos diferentes estágios de lactação e produção de leite.

1.3 Implantação da área de produção

O preparo periódico do solo é regra básica para a implantação e estabelecimento de um campo de produção de forragem, desse modo, definir a área para implantação do palmal, as operações de preparo do solo, tipo e posição das mudas, época e forma de plantio, espaçamento e densidade, todos esses atributos devem assegurar condições de desenvolvimento da cultura. Donato et al (2017) acrescenta que a área para implantação da lavoura deve estar localizada próxima ao local onde a forragem será fornecida aos animais, o que facilita o transporte tanto da palma, quanto do esterco produzido pelos animais, o qual poderá ser utilizado para adubação da lavoura.

Em relação ao solo, a palma forrageira é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-químicas (Santos et al., 2020). O cultivo pode ser indicado em áreas com solo de textura arenosa a argilosa, sendo, porém, mais frequentemente recomendado em solos argilo-arenosos (Rocha, 2012). O ideal é o plantio da palma, ser realizado no final do período seco, pois, quando iniciar o período chuvoso, o palmal já estará implantado.

Donato et al.(2017) observaram que o espaçamento em fileiras duplas, triplas ou quádruplas permitem a mecanização de algumas operações agrícolas, facilitando o trabalho dentro da lavoura. Além disso, diminui o custo de produção pela maior eficiência operacional. Pode-se ainda pensar em utilizar o espaçamento para o fornecimento em pastejo pelos animais. Silva et al.,(2017) destacaram que a palma para pastejo é plantada em fileira dupla com espaçamento de até 0,5 m entre fileiras e 4,5 m entre linhas de plantio, acrescentando que a grande vantagem do pastejo de palma, é a redução dos custos, podendo chegar até 70%.

1.4 Adubação da palma forrageira

O uso de recursos disponíveis na propriedade rural como esterco, em níveis compatíveis com as exigências do solo, tem sido muito difundido, dada as vantagens econômica e ambiental, considerando como fatores o aumento na renda do produtor e a redução do uso de fertilizantes industrializados, o que viabiliza o cultivo para agricultores menos capitalizados (Melo et al., 2016).

Os adubos orgânicos são considerados agentes condicionadores do solo, especialmente em solos com baixo teor de matéria orgânica, por melhorar sua estrutura física, química e biológica, ou seja, propiciando melhores condições de cultivo, através da retenção de água e pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em forma assimilável pelas raízes.

Aplicações sucessivas de esterco em longo prazo podem elevar os estoques de nutrientes do solo, principalmente as frações de N e P, além do K trocável e outros nutrientes (Ramos et al., 2019). A abundância de MO aumenta a produção de MS da palma forrageira (Miranda et al., 2019).

A palma forrageira apresenta elevado potencial de produção de fitomassa, entretanto, a extração de nutrientes do solo pela cultura é alta. Assim, sem um programa de adubação, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma diminuiria ao longo do tempo, devido, principalmente, à redução na fertilidade dos solos (Dubeux Jr. et al., 2006).

Para cada 10 toneladas de matéria seca produzidas, são exportados 90 kg de N, 16 kg de P, 258 kg de K e 235 kg de Ca por hectare (Santos et al., 1990), tornando necessária a reposição desses nutrientes ao solo. Em estudo realizado, com adubação em um Latossolo Vermelho-Amarelo, no sudoeste baiano, com a cultura da palma, observou-se que a produtividade média de matéria seca aos 620 dias após o plantio foi de 22 t.ha⁻¹. Considerando valores médios de N, P, K e Ca na matéria seca como sendo 1,7%, 0,12%, 2,49% e 2,68%, a palma extrai cerca de 374 kg.ha⁻¹ de N, 26,4 kg.ha⁻¹ de P, 547,8 kg.ha⁻¹ de K e 589,6 kg.ha⁻¹ de Ca, respectivamente (Silva, 2012).

A palma forrageira pode alcançar alta produtividade se manejada corretamente, a adubação orgânica e mineral é uma importante medida de manejo da cultura da palma, considerando a elevada extração de nutrientes com a remoção das raquetes Arba et al., (2017); Nkoiet al., (2021). A combinação de fontes de fertilizantes mineral com adubo

orgânico pode melhorar a eficiência da absorção de nutrientes pelas plantas Pessoa et al.,(2022).

Padilha Junior et al.(2016) expuseram que as adubações química, orgânica e organomineral aumentam o rendimento da palma forrageira. No entanto, Leite et al.,(2018) relataram que a adubação na cultura da palma forrageira ainda não é prática usual, predominando a orgânica, sendo utilizado esterco das próprias unidades rurais. Pessoa et al.,(2022) acrescentam que a adubação orgânica na palma é realizada geralmente com esterco de bovinos, caprinos e ovinos, sendo uma prática agrícola amplamente utilizada para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Por outro lado, a palma, por ser uma cactácea que apresenta características morfofisiológicas de adaptação às condições de semiárido, passou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras. Assim, o uso de adubação associada com orgânica e química pode ser uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência na produção de palma forrageira.

Souza et al. (2019) destacam que a palma forrageira exige do solo boa fertilidade, principalmente em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Em estudo com três cultivares de palma forrageira sob fertilização mineral, Silva et al. (2015) relataram que a influência de NPK com as características morfológicas, principalmente para a espessura de cladódios. Pessoa et al.,(2022) relataram que o maior aporte de nutrientes, principalmente orgânicos e minerais, de estabilização da cultura, apresentaram valores superiores de produção, demonstrando a importância da fertilização como fator de produção, capaz de aumentar a produtividade de MS (matéria seca) em plantas de palma.

1.5 Colheita e fornecimento

A escolha da colheita de palma forrageira segue em função da necessidade em grande parte dos produtores ou a cada dois anos. No entanto, segundo Silva (2017), as condições ideais de fertilidade do solo, precipitação favorável, tratos culturais, e maiores densidades de cultivo, favorecem colheitas com menores frequências. Intervalos maiores podem diminuir a eficiência do solo em produzir menos em maiores períodos de tempo, o que sugere frequências de cortes menores para um bom aproveitamento da área utilizada para o cultivo.

O rendimento de forragem por cada corte é muito variável com a variedade, dependendo dos tratos culturais, frequência de colheita, etc. Resultados obtidos em Caruaru e Arcoverde – PE, com população de 40 mil plantas ha⁻¹, apresentaram produção de 320 t MV ha⁻¹ dois anos após o plantio. Com população de 20 mil plantas (1,0 x 0,5 m), a produção foi de 240 t MV ha⁻¹ e, com 5 mil (2,0 x 1,0 m), de 104 t MV ha⁻¹, a cada dois anos. Em cultivo com fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5 m, consorciada com sorgo, a produção de palma foi de 100 t MV ha⁻¹ ano⁻¹. Além disso, nesse sistema foram obtidas produções de 1,3 e 2,1 t MS ha⁻¹ ano⁻¹ de grãos e restolhos de sorgo, respectivamente.

Cunha et al.,(2012) acrescentam ainda que, em colheitas anuais, com a cultivar miúda, tem-se obtido uma produção média de 10,6 t MS ha⁻¹ano⁻¹ e 77,8 t MV ha⁻¹ ano⁻¹, adubada com 20 t de esterco de curral ha⁻¹.ano⁻¹ e com população de 20 mil plantas ha⁻¹. Com isso, esperam-se produções maiores nas colheitas subsequentes, devido a um maior número de artículos primários ou secundários distribuídos nas plantas, podendo após a colheita, ser utilizada de imediato ou mantida à sombra por até 16 dias.

A palma forrageira pode ser fornecida inteira, triturada, filetada ou mesmo em sistema de pastejo. Deve ser oferecida aos animais em comedouros que podem ser fixos ou móveis, sempre obedecendo a quantidade em metros lineares de linha de cocho por animal, para evitar competição e dar a oportunidade de todos se alimentarem de forma adequada. Lira et al.,(2017) acrescenta que a palma normalmente é colhida manualmente e, dependendo do espaçamento e da necessidade, pode ser colhida em intervalos de dois ou quatro anos, sem perda do valor nutritivo. Exceto, quando utilizada sob pastejo, como ocorre com certa frequência em algumas propriedades em Alagoas e na Bahia.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, D. M., SILV, T. G. F., PEREIRA, P. C., SOUZA, L. S. B., & MIMUZZI, R. B. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 62-71, 2017.

ARBA, M., FALISSE, A., CHOUKR-ALLAH, R., & SINDIC, M. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on fruit yield and quality of cactus pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Fruits – **International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture**, v. 72, p. 212–220, 2017.

BARBOSA, M. L., SILVA, T. G. F., ZOLNIER, S., SILVA, S. M. S., & FERREIRA, W. P. M. Environmental variables influencing the expression of morphological characteristics in clones of the forage cactus. **Revista Ciência Agronômica**, Vº 49, 2018.

CAVALCANTE, A. B., LEITE, M. L. M. V., PEREIRA, J. S., & LUCENA, L. R. R. Crescimento de palma forrageira em função da cura de segmentos dos cladódios. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, p. 15-20, 2017.

COSTA, N. de L., GIANLUPPI, V., MORAES, A. de.; Produtividade da forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus*, durante o período seco, em área de cerrado. **Revista tropical Ciência Agrárias e biológicas**, v. 6, p.93-103, 2012.

CUNHA, D. de N. F. V. da.; GOMES, E. dos S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P. L. de.; SILVA, R. C.; FERREIRA, P. S. **Morphometric and biomass accumulation in small forage cactus grown under nitrogen fertilization**. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, Salvador, v.13, n.4, p.1156-1165; 2012.

DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. da; DONATO, P. E. R.; RODRIGUES, M.; G. V.; RUFINO, L. D. de A.; JUNIOR, A. A. e S. Exigências nutricionais e manejo da adubação em palma forrageira: **EPAMIG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Informe Agropecuário**; V. 38. N. 296. – 2017.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, n.3, p.357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B., ARAÚJO FILHO, J. T., SANTOS, M. V. F., LIRA, M. A., SANTOS, D. C., & PESSOA, R. A. S.; Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 129-135, 2010.

EDVAN, R.L.; MOTA, R.B.M.; SILVA, T.P.D.; NASCIMENTO, R.R. do.; SOUSA, S.V. de.; SILVA, A. L. da.; ARAÚJO, M. J. de.; ARAÚJO, J.S.; Resilience of cactus pear

genotypes in a tropical semi-arid regions subject to climatic cultivation restriction. **Scientific Reports**; v. 10, p. 1-14, 2020.

FERREIRA, M. de A., SILVA, R. R. da., RAMOS, A. O., VERAS, A. S. C., MELO, A. A. S. de., GUIMARÃES, A. V.; Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 1, p. 159-165, 2009.

GUEDES, A. C. F., **Estratégias de fornecimento de dieta a base de Palma forrageira para vacas em lactação mantidas à pasto**. 2019. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

GOIS, G. C., SILVA, F. C. S., & RIBEIRO, W. S.; ‘Descrição morfológica, origem, domesticação, dispersão da palma forrageira e sua introdução no Brasil’. In: RIBEIRO, W. S., SILVA, F. C. S., COSTA, E. R., SILVA, S. M., & ECULICA, G. C. (org.). A Palma e sua importância no nordeste brasileiro, **Editora Kiron, Brasília - DF**.p. 1-12, 2013.

LÉDO, A. A., DONATO, S. L. R., ASPIAZU, I., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & Carvalho, A. J.; Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 413-418, 2019.

LÉDO, A. A., DONATO, S. L. R., ASPIUZA, I., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & CARVALHO, A. J. Nutrient concentration and nutritional efficiency in ‘Gigante’ cactus pear submitted to different spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 154-161, 2020.

LEITE, M. V., SILVA, D. S., ANDRADE, A. P., PEREIRA, W. E., & RAMOS, J. P. F.; Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 192 – 200, 2014.

LEITE, J. R. A., SALES, E. C. J. D., MONÇÃO, F. P., GUIMARÃES, A. D. S., RIGUEIRA, J. P. S., GOMES, V. M. Palma forrageira N. adubada com N: características morfométricas, produtivas e nutricionais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.

LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos., DIAS, F. M., FERRAZ, A. P. F., SILVA, M. C., CUNHA, M. V. da., MELLO, A. C. L. de., DUBEUX JUNIOR, J. C. B., SANTOS, D. C. dos., FREITAS, E. V., ARRUDA, D. M. P. DE.; **Palma forrageira: cultivo e usos. Cadernos do Semiárido: Riqueza & Oportunidades**.ed. IPA , v. 7, p. 1-58, 2017.

MAGALHÃES, A. L. R., TEODORO, A. L., OLIVEIRA, L. P., GOIS, G. C., CAMPOS, F. S., ANDRADE, A. P., MELO, A. A. S., NASCIMENTO, D. B., & SSILVA, W. A. (2021). Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22; 2021.

MARQUES, O. F. C., GOMES, L. S. P., MOURTHÉ, M. H. F., BRAZ, T. G. S., & PIRES NETO, O. S.; Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno Ciências Agrárias**, v. 9, p. 75-93, 2017.

MELO, W. B., PEREIRA, F. H. F., OLIVEIRA FILHO, F. S., SÁ, F. V. S., LACERDA, F. H. D., & JUNIOR, J. E. C.; Manejo da adubação orgânica e mineral na cultura da melancia no semiárido paraibano segunda safra. **Revista CiênciasAgraria**, v. 59, p. 265-274, 2016.

MIRANDA, K. R., DUBEUX JUNIOR, J. C. B., MELLO, A. C. L., SILVA, M. C., SANTOS, M. V. F., & SANTOS, D. C.; Forage production and mineral composition of cactus intercropped with legumes and fertilized with different sources of manure. **Ciência Rural**, v. 49, p. 1-6, 2019.

NASCIMENTO JÚNIOR, J. R. S., MAGALHÃES, A. L. R., SOUSA, D. R., BEZERRA, J. D. C., MELO, A. A. S., GOIS, G. C., CAMPOS, F. S., SANTOS, K. C; PEREIRA, K. D., AZEVEDO, O. S., & SANTOS, L. M. Bean meal and cactus pear in Santa Inês lamb rations for meat production: Intake, digestibility, performance, carcass yield, and meat quality. **Spanish Journal of Agricultural Research**, 2022.

NKOI, V., WIT, M., FOUICHE, H., COETZER, G., & HUGO, A. The effect of nitrogen fertilization on the yield, quality and fatty acid composition of *Opuntia ficus-indica* seed oil. **Sustainability**, 13, 2021.

OLIVEIRA, J. F. F., VALENÇA, R. L., CUNHA, G. L. C., ARAÚJO, F. S., & MAGALHÃES, A. L. R.; Metabólitos secundários presentes na palma forrageira: benefícios e potencialidades. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-16, 2021.

PADILHA JUNIOR, M. C., DONATO, S. L. R., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & SOUZA, E. S.; Características morfológicas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 67-72, 2016.

PESSOA, R. M. dos S.; PESSOA, A. M. dos S.; COSTA, D. C. da C. C.. AZÊVEDO, P. C. da S.; GLAYCIANE, C. G.; FLEMING, S. C.; SAULLO, L. A. V.; JOYANNE, M. de S. F.; CLEYTON, de A. A.; DENESON, O. L.. Palma forrageira: Adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.

QUEIROZ, M. G., SILVA, T. G. F., ZOLNIER, S., SILVA, S. M. S., LIMA, L. R., & ALVES, J. O., Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 931-938, 2015.

REGO, M. M. T. do; LIMA, G. F. da C.; SILVA, J. G. M. da; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.. Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada

sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.16, n.2, p.118-130, 2014.

SANTOS, M. R., DONATO, S. L. R., & COTRIM JUNIOR, P. R. F.; Irrigação na palmaforrageira. **Revista Agrotecnologia**. v.11, n.1, p.75-86, 2020.

SILVA, J. K. B., ARAÚJO, G. G. L., SANTOS, E. M., OLIVEIRA, J. S., CAMPOS, F. S., GOIS, G. C., SILVA, T. S., MATIAS, A. G. S., RIBEIRO, O. L., PERAZZO, A. F., & ZANINE, A. M. Performance of lambs fed total feed silage based on cactus pear. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuárias**, v.13, 2022.

SILVA, F. F. da., SOUZA, D. D. de., SÁ, J. F. de., AGUIAR, M. do S. M. A., ALMEIDA, L. S.; Palma forrageira na alimentação de bovinos. **Informe agropecuário-EPAMIG**, v.38, n.296, p. 107-115, 2017.

SILVA, J. A., DONATO, S. L. R., DONATO, P. E. R., SOUZA, E. S., PADILHA JÚNIOR, M. C., & Silva Junior, A. A. Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 20, P. 236-242, 2016.

SILVA, J. A., BONOMO, P., DONATO, S. L. R., PIRES, A. J. V., ROSA, R. C. C., & DONATO, P. E. R. (2012). Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Vº 7, P. 866-875, 2012

SILVA, J. A., BONOMO, P., DONATO, S. L. R., PIRES, A. J. V., ROSA, R. C. C., & DONATO, P. E. R.; Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 866-875, 2012.

SILVA, A. P. G., SOUZA, C. C. E., RIBEIRO, J. E. S., SANTOS, M. C. S., PONTES, A. L. S., & MADRUGA, M. S. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, p. 1810-1820, 2015.

SILVA, T. G. F., PRIMO, J. T. A., MORAIS, J. E. F., DINIZ, W. J. S., SOUZA, C. A. A., & SILVA, M. C.; Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 10-18, 2015.

SILVA, N. G. de M., LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos., DUBEX JUNIOR, J. C. B., MELLO, A. C. L. de., SILVA, M. da C.; Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n. 11, p.2389-2397, 2010.

SOUZA, J. T. A., NASCIMENTO, M. G. R., FIGUEREDO, J. P., NÁPOLES, F. A. M., & ANDRADE, F. H. A.; Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, p. 64-71, 2019.

SCALISI A., MORANDI, B., INGLESE, P., & BIANCO, R. L. Cladodegrowth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v 122, P. 158-167, 2016.

VASCONCELOS, A. G. V. DE., LIRA, M. de A., CAVALCANTI, V. L. B., SANTOS, V. F. dos., WILLADINO, L.; Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 5, p. 827-831, 2019.

II – OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Avaliar a produtividade da palma Miúda para pastejo submetida a diferentes fontes de adubação.

2.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar as características morfogênicas e estruturais de palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação;
2. Avaliar as características produtivas da palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação;
3. Avaliar a composição bromatológica da palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação.

III – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na fazenda Turmalina, localizada no município de Itapetinga, BA, no período de 20/08/2018 a 02/08/2019. O município está situado entre as coordenadas geográficas: 15°39'30'' Sul e 39°55'24'' e 40°52'56'' Oeste, o qual apresenta uma topografia suavemente ondulada a acidentada e altitude de 290 metros. O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo AW³ - Tropical com chuvas de verão-outono, situando-se em uma faixa de transição entre as áreas úmidas do litoral e a região semiárida do interior baiano. O período chuvoso concentra-se entre os meses de novembro a março, com uma precipitação média anual de 803 mm ao ano e a temperatura média anual é de 25°C (INMET, 2023).

O volume acumulado foi de 906 mm (Tabela 1). Volumes expressivos foram observados nos meses de novembro e dezembro de 2018 e março de 2019, mostrando uma regularidade anual em relação ao período de chuvas na região (verão/outono).

Tabela 1. Índice pluviométrico na fazenda Turmalina nos anos de 2018 e 2019, Itapetinga-BA.

Pluviometria 2018												
Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Ou.	Nov.	Dez.	Acumulado
45	35	127	85	58	62	0	0	0	79	130	187	808 mm
Pluviometria 2019												
0	15	235	109	36	21	32	43	8	15	0	0	515 mm

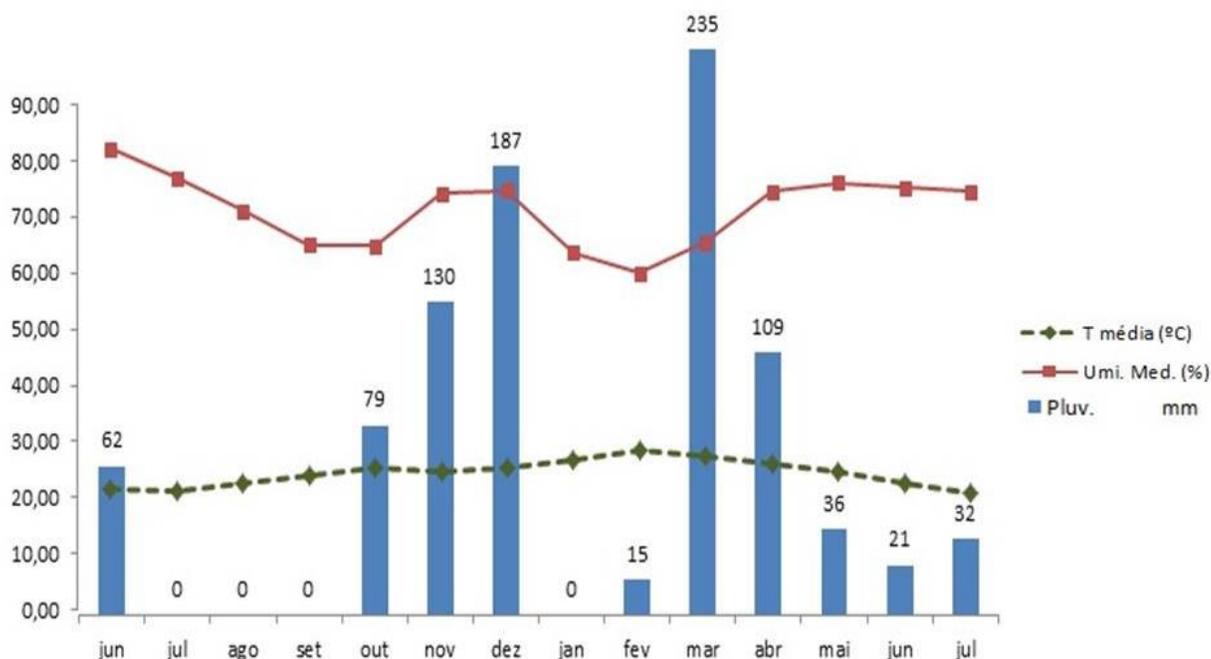


Figura 1. Dados pluviométricos, temperatura e umidade, do período de junho de 2018 a julho de 2019, da fazenda Turmalina-BA.

3.2 Delineamento experimental

A área experimental consiste em uma porção da área na propriedade utilizada para pastejo direto para bovinos, estabelecida com palma forrageira cv. Miúda há quatro anos.

Cinco fontes de adubação foram avaliadas: Controle (sem adubação); adubação verde (feijão guandu); adubação orgânica (esterco de bovinos), adubação química (ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio); 50% adubação química + 50% adubação orgânica, Mg. ha⁻¹, foram distribuídas aleatoriamente em quatro blocos.

Cada bloco continha 53 m de comprimento e um total de 1.060 plantas. As cinco fontes de adubação foram distribuídas em parcelas de 8 m lineares de fileira dupla, totalizando 160 plantas por parcela. Entre as parcelas, também foi reservada uma área de 2,6 metros de fileira, que serviu de bordadura, contendo 52 plantas de palma forrageira (Figura 2).

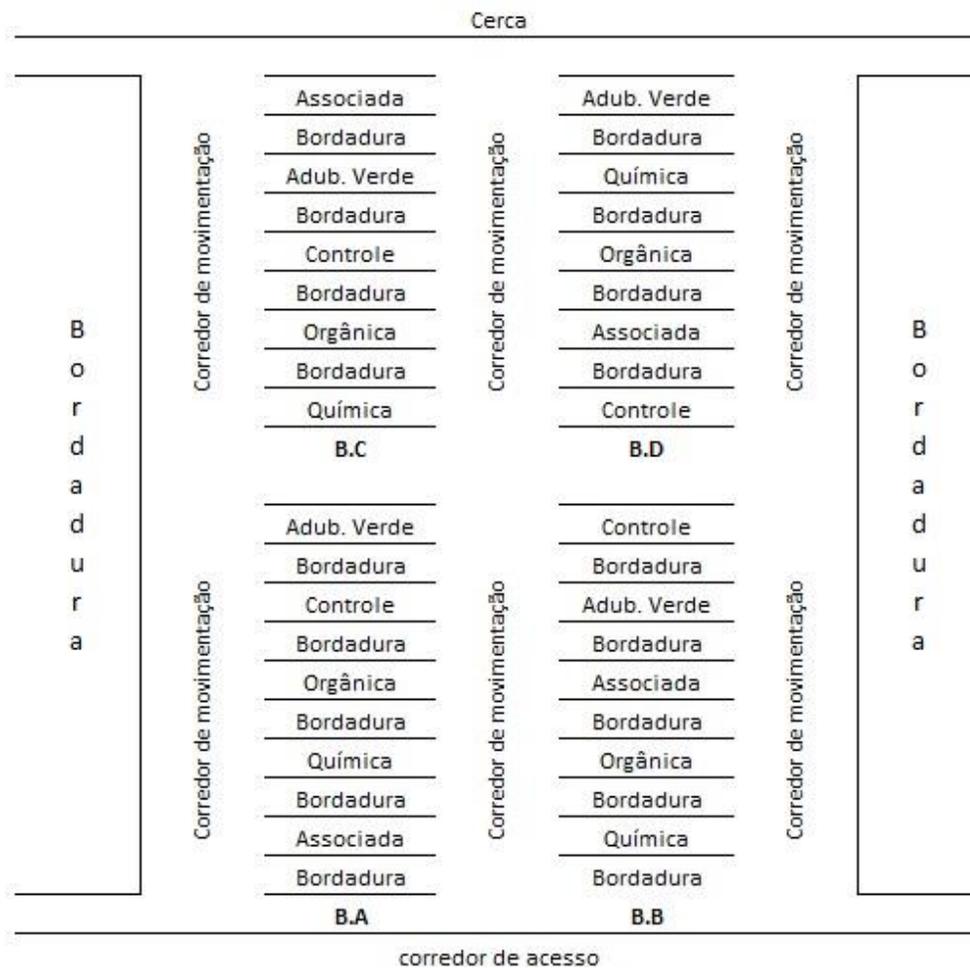


Figura 2: Croqui do delineamento experimental da área de palma estabelecida para pastejo direto para bovinos

3.3 Calagem e adubação do solo

120 dias antes do início do experimento, foi coletada 5 amostras do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm de profundidade, as quais depois de homogeneizadas, formaram amostras compostas e foram enviadas para (LAGRO - Laboratório Agrônomo S/C LTDA.; Campinas), para realização de análise físico-química do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo da área experimental

Parâmetros	Unidade	Valores
¹ Ph	-	4,1
² MO	g.dm ⁻³	10
P	mg.dm ⁻³	10
K	mmol.dm ⁻³	0,6
Ca ²⁺	mmol.dm ⁻³	8
Mg ²⁺	mmol.dm ⁻³	5
Al ³	mmol.dm ⁻³	3
H ⁺ + Al ³⁺	mmol.dm ⁻³	31
³ CTC	mmol.dm ⁻³	46,2
⁴ V%	%	33
S ⁺	mg.dm ⁻³	14
Na ⁺	mmol.dm ⁻³	1,6
Fe ⁺⁺	mg.dm ⁻³	119
Mn ⁺⁺	mg.dm ⁻³	20,5
Cu ⁺⁺	mg.dm ³	0,2
Zn ⁺⁺	mg.dm ³	1,6
B ⁺⁺	mg.dm ³	0,51
Classe Textural	Franco arenoso	

¹pH - Potencial hidrogeniônico, ²MO - matéria orgânica, ³CTC - Capacidade de troca de cátions total, ⁴V% - Saturação das bases.

Fonte: Análise química do solo realizado pelo Laboratório Solo e Planta LTDA

Com base nos resultados obtidos na análise do solo, foi determinada a quantidade de calcário para elevar a saturação por base do solo para 65%, conforme o método descrito no Boletim 100 (IAC – Instituto Agronômico de Campinas, 1997).

$$NC = (V2 - V1) * T / PRNT$$

Onde:

NC = Necessidade de Calcário;

V2 = Saturação de base pretendida;

V1 = Saturação de base da análise;

T = Soma de base total;

PRNT = Poder Reativo de Neutralização Total.

Com base nos parâmetros obtidos de pH e V% do solo (Tabela 3) utilizou-se uma dosagem de 2,0 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico (Deil mineração LTDA, Itororó-BA, Brasil) 90 dias antes do início da adubação, para elevar a saturação de base encontrada de 33%

para valores de 70%, saturação preconizada por Donato et al (2017) e níveis de pH desejado na ordem de 5,7 a 6,5 Salviano et al (2022).

Para cálculos das dosagens de adubo orgânico e químico, foram utilizados como referência os dados apresentados na Tabela 3, contendo o registro de extração de fluxo de massa pela palma miúda, para produção de 30,0 ton.ha⁻¹ de MS (Adaptado de Santos et al., 2002).

Tabela 3: Extração de nutrientes pela cultura da palma forrageira CV. miúda

Produtividade (ton/MS. ha ⁻¹ ano)	Quantidade de nutrientes removidos (kg.ha ⁻¹)			
	N	P	K	Ca
30	270	48	774	705

Admitindo-se teores de N, P, K e Ca de 0,9; 0,16; 2,58 e 2,35%, respectivamente (Adaptado de Santos et al., 2002).

Com base nessas características, a quantidade de adubo determinada foi de 23,6 ton.ha⁻¹ de esterco bovino curtido para suprir a demanda de nitrogênio, fósforo e potássio.

Tabela 4. Características químicas e físicas do adubo orgânico (esterco bovino).

Parâmetros	Unidade	Valores
N	%	1,14
P ₂ O ₅	%	1,84
K ₂ O	%	3,52
Ca	%	0,12
Mg	%	0,00
B	%	0,00
S	%	0,00
Cu	%	0,00
Mn	%	0,00
Fe	%	0,00
Zn	%	0,0
Na	%	0,00
Al	%	0,00
Umidade	%	31,88
M.O.	%	49,62
Cinzas	%	50,38

Fonte: Análise química do esterco bovino realizado pelo Laboratório Solo e Planta LTDA

Em relação à adubação química foi utilizada uma quantidade de 270 kg.ha⁻¹ de nitrogênio equivalente a 600 kg.ha⁻¹ de ureia agrícola, 48 kg.ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) equivalente a 266 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples e 774 kg.ha⁻¹ de potássio (K₂O) equivalente a 1.612 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio. Cabe ressaltar que a calagem realizada com a aplicação de calcário dolomítico (composição química de 31,0% de CaCO₃ e 18,0 MgCO₃) supriu a demanda de extração de cálcio pela palma.

A adubação da área foi dividida em duas parcelas para todas as fontes. A primeira parcela de adubação ocorreu 30 dias após a uniformização da palma pelas vacas, concomitantemente com a adubação verde por semeadura (feijão guandu). A segunda parcela de adubação ocorreu 6 meses depois. Foi utilizado na adubação verde o espaçamento de 0,25m entre plantas, totalizando 64 plantas de guandu por parcela, a linha de plantio ficou afastada 0,50m da fileira de palma, devido ao uso de herbicida (Hexisazinona-D) para controle de invasoras, e a taxa de semeadura do guandu foi de 3,4 kg/ha de sementes puras viáveis.

3.4 Uniformização da Palma forrageira

O período experimental total foi de 415 dias. Inicialmente, foi realizado o pastejo de uniformização da palma, utilizando 10 vacas leiteiras com graus de sangue variando de (½ e 5/8 sangue H/G), com peso médio de 440 kg, em estágio de lactação. Após a ordenha, as vacas eram conduzidas para as linhas de plantio de palma da área experimental, pastejando por 1 hora, durante 5 dias, até consumir os cladódios primários, secundários, terciários e quaternários, ou seja, até atingir a altura de resíduo pós-pastejo desejado para lançamento de novos cladódios. Finalizado a etapa de pastejo, no 6º dia, os cladódios não consumidos pelas vacas, foram retirados das plantas mãe para melhor uniformidade e a área foi isolada para continuação do experimento.

3.5 Quantificação dos cladódios

Após a uniformização da palma, foi realizado um acompanhamento semanal do palmal, em que os cladódios foram quantificados visualmente a cada estágio de lançamento, ou seja, à medida que cada um deles foi surgindo. As mensurações dos

cladódios primários, secundários, terciários e quaternários foram realizadas em 115, 119, 108 e 64 dias, respectivamente, totalizando um período experimental de avaliação cladódios de 404 dias.

3.6 Coleta das amostras da palma

Antes de iniciar o pastejo experimental, foram coletadas 20 amostras simples dos cladódios, com peso total de 500 gramas, para posterior realização de análise bromatológica. Cada amostra simples tinha em média 25 g de massa verde, as quais foram coletadas com o auxílio de uma serra copo com 5 cm de diâmetro e 4 cm de profundidade, adaptada a uma furadeira a bateria, acionada sobre o cladódio para a retirada de uma fatia circular e uniforme (Donato et al., 2017). As amostras foram acondicionadas em papel alumínio e transportadas em caixas térmicas até o Laboratório de Bromatológica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

3.7 Avaliação das sobras após pastejo

Com a maturação do cladódio quaternário do palmar, foi realizado o pastejo experimental com as 10 vacas leiteiras, durante 5 dias, conforme já descrito anteriormente. Completado o pastejo, foram coletadas, com auxílio de um saco de ráfia, todas as sobras da palma, ou seja, os cladódios inteiros ou os pedaços que caíram ao chão (que não foram totalmente consumidos pelas vacas) e aqueles que permaneceram na planta mãe (principalmente cladódios primários e secundários). Por último, foi realizada a pesagem das sobras da palma, em balança analítica de precisão, e quantificados em (kg ha^{-1}).

3.8 Avaliação bromatológica da palma

As avaliações bromatológica foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Solo, e Laboratório de Forragicultura da UESB, conforme os métodos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal -INCTCA (2021), proposto e descrito por Detman et al, (2021): método (G-001/2) para ASA, método (G-003/1) para ASE, determinação de matéria seca definitiva (MSD), método (N-001/2) para determinação

de proteína bruta (PB), método (F-002/2) para fibra em detergente neutro (FDN) e método (F-004/2) para fibra em detergente ácido (FDA).

Em relação à proteína bruta acumulada (PBA) expressa em kg ha^{-1} foi calculado utilizando a produção de matéria seca (PMS) em kg ha^{-1} multiplicado pela PB (% de proteína bruta). Os nutrientes digestíveis totais acumulados (NDTA), expressos em kg ha^{-1} , foi obtido pela multiplicação da quantidade de matéria seca produzida pelo NDT (% da amostra).

3.9 Avaliação da biomassa, taxa de acúmulo de forragem verde (TACFV) e seca (TACFS)

Para avaliação da biomassa da palma, foi utilizada uma fita métrica para medir o comprimento de um metro linear dentro de cada parcela e sua altura. Dentro dessas parcelas, todos os cladódios (primários, secundários, terciários e quaternários) foram cortados, coletados, pesados com auxílio de uma balança de precisão, e quantificados para definição de volume de matéria verde total produzida (kg.ha^{-1}).

Para taxa de acúmulo de forragem verde e seca (TACFV) ($\text{kg MV ha}^{-1} / 404$ dias experimentais) e (TACFS) ($\text{kg MS ha}^{-1} / 404$ dias experimentais), respectivamente, foi utilizado a metodologia descrita por Pereira et al., (2020) onde é considerada a produtividade da forragem verde (kg MV ha^{-1}) e da produtividade de forragem seca (kg MS ha^{-1}) dividido pelo número de dias de crescimento da palma, entre o pastejo de uniformização e o pastejo experimental.

3.10 Eficiência no uso da água (EUA), acúmulo de água (ACA) e conteúdo de água (CA)

A eficiência do uso da água (EUA) e o acúmulo de água (ACA) foram calculados de acordo com a metodologia descrita por Rocha et al., (2020). AEUA (kg MS mm^{-1}) foi estimada pela divisão da PMS (Kg ha^{-1}) pela quantidade de chuva acumulada durante o período experimental ($\text{PMS Kg há}^{-1} / 906 \text{ mm}^{-1}$). A ACA (t ha^{-1}) foi estimada a partir do GMP (Kg ha^{-1}) multiplicado pela percentagem de água da planta, que foi calculada

subtraindo 100 do nível de MS, depois disso, o resultado foi dividido por “1.000” (PMV x CA/1000).

O conteúdo de água (CA) expresso em (kg. ha⁻¹.mm⁻¹) foi determinado utilizando a metodologia proposta por Lopes et al (2021), no qual o armazenamento de água foi estimado a partir de 100 menos a diferença do percentual da produção de biomassa seca da palma forrageira, CA=(100 – %MS) .

3.11 Análise estatística

O modelo estatístico utilizado para avaliação das variáveis respostas no delineamento em blocos casualizados: $Y_{ij}=m+ti+bj+E_{ij}$

Em que:

Y_{ij} é o valor observado para a variável em estudo referente ao i-ésimo tratamento j-ésima repetição

m é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo

T_i é o efeito particular do tratamento i no valor da observação Y_{ij} , $t_i=mi-m$

b_j é o efeito do bloco j no valor observado Y_{ij} , $b_j=m_j-m$

E_{ij} é o erro associado a observação Y_{ij} . $E_{ij}=Y_{ij}-mi-m_j=m$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Programa SAS On Demand, versão gratuita. As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de “Duncan”, com nível de significância de 10%.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características morfogênica e estrutural da palma forrageira Miúda submetida a diferentes fontes de adubação

O número de cladódios diferiu ($P < 0,10$) entre as fontes de adubação (Tabela 5). As fontes de adubação verde e associada (química + orgânica) proporcionaram maiores quantidades de cladódios primários ($P < 0,10$) quando comparadas as fontes de adubação química e orgânica, contudo, não diferiram do protocolo sem adubação (Tabela 5). Incrementos de 19,56 e 17,02% no número de cladódios primários foram observados para a fonte de adubação verde em relação às fontes química e orgânica, respectivamente, enquanto que a fonte associada (química + orgânica) proporcionou incrementos de 18,47 e 15,95%, respectivamente, quando comparadas as fontes química e orgânica (Tabela 5).

Tabela 5. Número de cladódios da palma forrageira miúda sob diferentes fontes de adubação.

Item	Fontes de Adubação					EPM*	P Valor
	Controle	Adubação verde	Química	Orgânica	Q+O ¹		
Primário	4,85ab	5,5 ^a	4,6b	4,7b	5,45a	0,28	0,12
Secundário	1,75a	2,0a	2,2 ^a	2,1 ^a	1,85a	0,19	0,51
Terciário	3,4ab	3,1b	3,8 ^a	3,5ab	3,9a	0,20	0,10
Quaternário	2,1a	2,1 ^a	2,3 ^a	2,2 ^a	2,05a	0,12	0,50
Total	12,1a	12,7 ^a	13,0a	12,5 ^a	13,25a	0,47	0,56

*EPM: Erro padrão da média. ¹Q+O: Adubação química + orgânica. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de DUNCAN ($P < 0,1$).

O percentual de diferenças de cladódios entre o lançamento primário e o secundário nos tratamentos foi: Controle 63,9%; Adubação Verde 63,3%; Adubação Química 52,2%; Adubação Orgânica 55,3% e Adubação Orgânica mais Química 66,1%. Já as diferenças entre o lançamento terciário e quaternário nos tratamentos foram: Controle 38,2%; Adubação Verde 32,5%; Adubação Química 39,5%; Adubação Orgânica 37,1% e Adubação Orgânica mais Química 47,4%.

Tanto a emissão quanto o número total de cladódios da palma forrageira estão associados às características morfológicas ou genéticas do clone. Isso porque, a palma

forageira apresenta gemas apicais em número suficientes para produção de uma nova geração de cladódios.

No entanto, a maior quantidade de lançamento de cladódios primários e terciários pode ter sido determinada por dois fatores. O primeiro está relacionado com a aplicação da adubação de forma parcelada, que coincidiu com o momento do lançamento desses cladódios, sendo a primeira parcela (50%) aplicada logo após a uniformização da área (30 dias) e a segunda (50%) aplicada 180 dias depois, promovendo o maior aporte de nutrientes e, conseqüentemente, maior vigor de brotação dos cladódios. O segundo fator está relacionado com a característica complementar da adubação associada (química + orgânica), em que a rápida disponibilidade de nutrientes para as plantas promovidas pela adubação química associada à adubação orgânica, esta por sua vez, promove melhorias na estrutura física do solo, com melhor aeração e infiltração de água e, biológica, com maior aporte de matéria orgânica, onde os nutrientes são liberados lentamente, ou seja, de forma contínua para as plantas, quando aplicadas juntas, aumentaram o efeito da fertilização, o que não aconteceria se utilizasse os adubos isolados.

Avaliando o número total de emissão de cladódios no período experimental de 404 dias, foi observado que não houve diferença significativa entre os dados oriundos das fontes de adubação (Tabela 5). A média de cladódios por planta foi de 12,71. Esse valor foi próximo ao encontrado por Silva et al. (2022), que apesar de avaliarem o desempenho da palma forrageira submetida a diferentes níveis de adubação orgânica, irrigada, também observaram uma média de 12 cladódios emergidos por planta de palma forrageira. O número médio de cladódios por planta encontrado por Padilha Junior et al (2016) foi de 18,73, porém, o tempo de colheita avaliado foi de 2 anos.

A taxa de aparecimento de cladódios (TA_{PC}) expressa em (cladódio. dia⁻¹. planta⁻¹), representa a quantidade de formação de uma porção de um cladódio no período de um dia, emergidos pela palma forrageira (altura final – altura inicial / 404 dias).

A Tabela 6 apresenta a taxa de aparecimento de cladódio (cladódio. dia⁻¹. planta⁻¹) primários, secundários, terciários, quaternários e a taxa de aparecimento de cladódio total (TA_{PT}) da palma forrageira miúda sob diferentes fontes de adubação.

Tabela 6. Taxa de aparecimento de cladódios (Cladódio. dia⁻¹. planta⁻¹) primários, secundários, terciários, quaternários e total da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

Item	Fontes de Adubação					EPM*	P Valor
	Controle	Adubação verde	Química	Orgânica	Q+O		
Primário	0,042ab	0,048 ^a	0,040b	0,041b	0,047a	0,0024	0,12
Secundário	0,015 ^a	0,017 ^a	0,019 ^a	0,018a	0,016a	0,0017	0,50
Terciário	0,032ab	0,029b	0,036 ^a	0,032ab	0,036a	0,0018	0,08
Quaternário	0,034 ^a	0,035 ^a	0,038 ^a	0,036a	0,033a	0,0021	0,50
Total	0,030a	0,031 ^a	0,032 ^a	0,031a	0,033a	0,0012	0,55

*EPM: Erro padrão da média. 1Q+O: Adubação associada. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de DUNCAN (P<0,1).

A TApC secundário, quaternário e total, não diferiram entre as fontes de adubação (P>0,01), entretanto, ambas as fontes, associada (Q+O) e química, apresentaram TApC terciários superiores (P<0,10) em 24,14%, respectivamente em relação a fonte adubação verde.

Esses resultados podem estar relacionados com o adensamento de plantas número na linha de plantio. Isso porque, o cladódio basal e o cladódio primário são responsáveis pela sustentação e estabilidade da planta, sendo assim, quando ocorre o aumento da densidade populacional da palma (20 plantas/m x 2.200 m = 44.000 plantas), com plantio em pastejo, muitos cladódios são inibidos e outros se sobrepõem, reduzindo a ação fotossintética da palma forrageira, além da água e nutrientes, mantendo a taxa de aparecimento de cladódios constante.

Os resultados obtidos para TApC totais corroboram com os resultados encontrados por Fonseca et al (2023) que ao avaliarem as variáveis TApC e filocrono da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio, verificaram que as regressões apresentaram uma resposta quadrática crescente até 40.000 plantas. ha⁻¹ e em seguida decresceu, apresentando um comportamento inverso, indicando a influência da densidade no surgimento de cladódios e filocrono.

O filocrono (dia.cladódio⁻¹) é o número de dias necessários para a formação de um cladódio(404 dias experimentais / número de cladódios).

Tabela 7. Filocrono (dia.cladódio⁻¹) primários, secundários, terciários, quaternários e total da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

Item	Fontes de Adubação					EPM*	P Valor
	Controle	Adubação verde	Química	Orgânica	Q+O		
Primário	28,68a	22,50b	27,84 ^a	27,28a	23,27b	1,56	0,05
Secundário	78,34a	67,43 ^a	65,45 ^a	67,43a	76,36a	8,43	0,07
Terciário	32,85a	31,2ab	28,7ab	31,5ab	27,9b	1,77	0,31
Quaternário	34,1a	34,6 ^a	29,7 ^a	30,5a	35,6a	2,79	0,49
Total	34,7a	32,7ab	31,6ab	33,0ab	31,1b	1,21	0,31

*EPM: Erro padrão da média. 1Q+O: Adubação associada. Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de DUNCAN (P<0,1).

As fontes de adubação, Verde e Associada (Q+O), proporcionaram reduções de 21,54 e 18,86% no número de dias necessários para a formação dos cladódios primários, respectivamente, quando comparadas ao protocolo sem adubação. Quando comparadas à fonte de adubação química, as reduções foram 19,18 e 16,41%, respectivamente para as fontes verdes e associadas.

Esses resultados estão relacionados com o aporte de adubação empregada, em que quanto maior a quantidade de nutriente disponível no solo, menor tempo a planta leva para formar um novo cladódio. Além disso, observou-se que o filocrono é inversamente proporcional a taxa de aparecimento de cladódios, o que evidencia a estreita relação entre essas duas variáveis, na medida em que o filocrono diminui a TApC tende a aumentar. Quando avaliado o filocrono total, foi possível observar que a adubação associada (química + orgânica) apresentou menor tempo para formação de um cladódio. Esses resultados evidenciam que a adubação associada permite um desenvolvimento mais rápido na formação de cladódios, pelo efeito contínuo na fertilização da palma, ou seja, durante seu ciclo produtivo, o que não aconteceria se utilizasse os adubos isolados.

4.2 Características produtivas da palma forrageira Miúda sob diferentes formas de adubação

Para todas as características produtivas avaliadas, a fonte de adubação associada (Q+O) proporcionou valores superiores (P<0,10) quando comparada ao protocolo sem adubação (tabela 8). A fonte de adubação associada proporcionou de 86,59% na PMS (Kg) e de 86,40% (Kg) em relação ao protocolo sem adubação (Tabela 8).

Tabela 8. Características produtivas da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

Item	Fontes de Adubação					EPM*	P Valor
	Controle	Adubação verde	Química	Orgânica	Q+O		
PMSKG	11986b	16491ab	15892ab	15032ab	22365a	2417,10	0,11
PMVKG	128372b	175968ab	169455ab	179382ab	239293a	25950,08	0,11
TACFV	317.75b	435.56ab	419,45ab	444.02ab	592,31a	64,23	0,11
TACFS	29.67b	40.82ab	39,34ab	42.16ab	55,36a	5,9831	0,11
EUAV	148.69b	194.22ab	187,04ab	198.00ab	264,12a	28,64	0,11
EUAS	13.23b	18.20ab	17,54ab	18.80ab	24,68a	2,66	0,11
ACA	116386b	159476ab	153563ab	162350ab	216928a	23533,02	0,11

*EPM: Erro padrão da média. 1Q+O: Adubação associada.

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de DUNCAN (P<0,1).

PMSKG- produção de matéria seca/kg, PMVKG- produção de matéria verde/kg, TACFV- Taxa de acúmulo de forragem verde, TACFS- Taxa de acúmulo de forragem seca, EUAV- Eficiência no uso de água na matéria verde, EUAS- Eficiência no uso de água na matéria seca, ACA- Acúmulo de água.

A fonte de associada (Q+O) proporcionou maiores TACFV e TACFS (P<0,10) quando comparada ao protocolo semente adubação (Tabela 8). Incrementos de 39,74% na TACFV e 42,10% na TACFS, respectivamente, foram observados para a fonte de adubação associada em relação ao protocolo sem adubação, enquanto que a EUAV, EUAS e ACA, os incrementos observados foram de 77,63; 42,10% e 86,39%, respectivamente ao comparar a fonte associada (Q+O) com o protocolo sem adubação (tabela 8).

A produtividade obtida de 22,365 Kg/ MS/ há⁻¹, como o protocolo adubação associada (Q+O) foi próxima aos resultados reportados por Padilha Junior et al. (2016), que ao avaliarem a adubação organomineral, obtiveram uma produtividade máxima de MS até 22,635 Mg ha⁻¹ e os tratamentos sem adubação ou com apenas 30 Mg ha⁻¹.ano⁻¹ de esterco, obtiveram produtividades inferiores à 115,25 Mg ha⁻¹.

Observou-se que as fontes de adubação verde, orgânica e química, apresentaram maior produção de MV e MS, em relação ao tratamento controle (sem adubação), evidenciando o efeito da fertilidade do solo na produtividade. Esses resultados reforçam a importância e a dependência da fertilização da palma como fator de produção (Ledo et al., 2019), onde as adubações de fontes orgânica, verde ou química aumentam a produtividade de MV e MS (Pereira et al., 2022).

A adubação associada foi um fator preponderante para o aumento da produção de MV e MS da palma, mesmo em condição de sequeiro. A liberação rápida dos macronutrientes na adubação química e de forma gradativa na adubação orgânica, quando

utilizadas de forma conjunta, podem ter propiciado uma melhor interação dos macronutrientes, sobretudo N, P e K trocável, que em estoques adequados no solo, promoveram aumentos na produção vegetal, maiores que aqueles obtidos com aplicações de cada fertilizante isoladamente, como foi observado nas demais fontes de adubação, no presente trabalho.

Os resultados de produtividade alcançados neste estudo (22,365 Kg/ MS/ há⁻¹) apoiam os encontrados por Léo et al. (2020)(23,3 Kg/ MS/ há⁻¹) que ao avaliarem a concentração de nutrientes e a eficiência nutricional em palma Gigante submetida a diferentes fontes de adubação, verificaram maior eficiência de N, P, S, Mn e Zn com adubação orgânica e organomineral e maiores produtividades de MS, enquanto que K foi maior com a adubação química. Menezes et al (2005) destacaram que o nível de P e K extraível do solo são os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade da palma. Araújo & Machado (2006) acrescentam que estes elementos são essenciais nas reações fotossintéticas e no metabolismo do carbono, processos esses fundamentais para a assimilação do nitrogênio.

Os resultados obtidos para as variáveis de produtividade evidenciaram que as interações entre os adubos orgânicos e químicos possibilitaram uma melhor eficiência de absorção de nutrientes na palma e, conseqüentemente, maior produção na TACFV e TACFS, maior EUAV, EUAS e ACA.

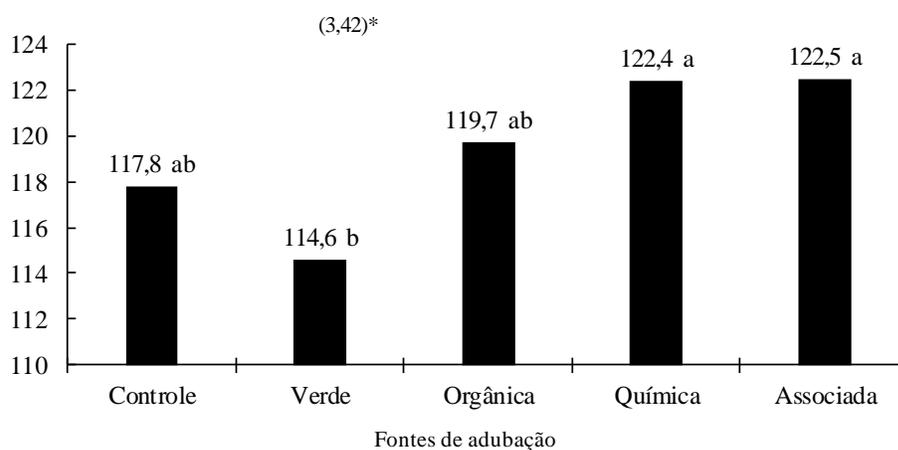
Em experimento avaliando respostas produtivas sob diferentes intensidades de cortes da palma Orelha de Elefante Mexicana, Pereira et al., (2020) relataram que a TAFS tem relação com a maior capacidade fotossintética da palma, proporcionando uma taxa de acúmulo de forragem superior, o que promove maior peso por planta e produtividade, sendo mais eficiente no uso de água, colaborando com os dados encontrados no presente experimento.

A maior eficiência no uso e acúmulo de água observada com a fonte adubação associada (Tabela 8) ocorre devido a uma estruturação adequada do solo em relação aos aspectos químicos e físicos promovidos pela adubação, permitindo uma melhor capacidade de campo.

Em trabalho com cultivares de palma *Opuntia* e *Nopalea*, Ramos et al (2020) constataram que os genótipos mais produtivos também foram os que apresentaram maiores

valores de EUA e ACA. Em trabalho desenvolvido por Tarrissea et al (2022), avaliando o potencial da EUA (L kg⁻¹ MS) da palma forrageira, verificaram que a eficiência variou entre 80 a 160 (L kg⁻¹ MS), sob cultivo intensivo em precipitações anuais situadas entre 250 e 600 mm. Esses resultados contribuem com o presente trabalho, no qual a adubação associada apresentou uma EUA de 264,12 (L kg⁻¹ MS), com precipitação anual de 900 mm. Assim, pode-se presumir que quanto maior a eficiência no uso da água e maior produção de matéria verde, maior será a capacidade dos cladódios de armazenar água. Portanto, estas duas características, EUA e ACA, estão interligadas.

A altura de pré-pastejo diferiu ($P < 0,10$) entre as fontes de adubação. A altura de pré-pastejo com as adubações, Química e Associadas, foram superiores ($P < 0,10$) em 6,89 e 6,81%, respectivamente quando comparadas ao protocolo Adubação verde (Figura 3).



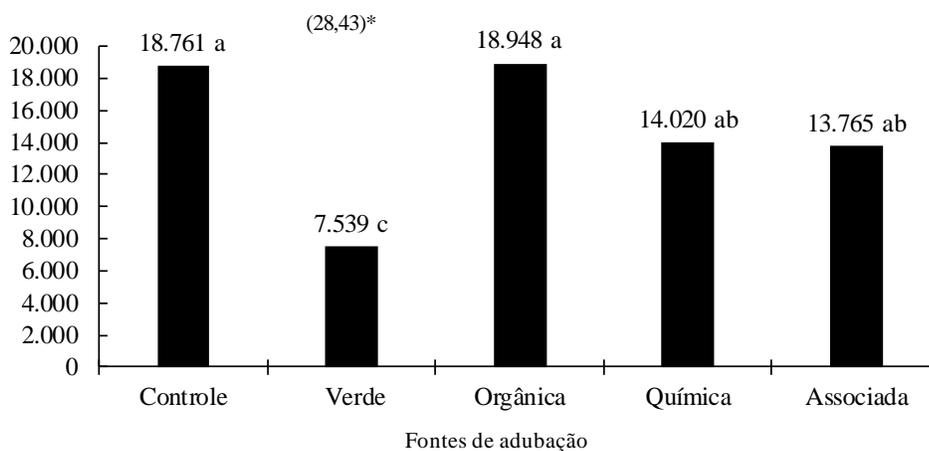
*O valor entre parênteses corresponde ao coeficiente de variação

Figura 3. Altura pré-pastejo da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

Considerando que a altura da planta e o número de cladódios têm efeito direto sobre a produção da planta, pode-se afirmar que as fontes de adubação química e a associada (química + orgânica), com aplicação aos 30 e 180 dias, proporcionaram melhores disponibilidades de nutrientes ao longo do período experimental de um ano, favorecendo o crescimento, a ocorrência de plantas mais altas.

É importante destacar que, embora os estudos sobre pastejo de palma forrageira sejam escassos, sobretudo, com relação à altura ideal para pastejo, em observações a campo nesta pesquisa, mostrou-se que a altura de pastejo empregada para palma forrageira não

deve ser superior a 120 cm (Figura 3). Com o uso da adubação associada (Q+O) na altura de pastejo de 122 cm, foi observada PMS de 22,36 ton/há⁻¹ (Tabela 8) e perdas de cladódios de 13,75 ton/há⁻¹ (figura 4). Com adubação verde, registrou-se altura de pré-pastejo de 114,6 cm, PMS de 16,46 ton/há⁻¹, contudo, foram registradas menores perdas (7,54 ton/há⁻¹).



*O valor entre parênteses corresponde ao coeficiente de variação

Figura 4. Perdas pós-pastejo da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

A adubação verde proporcionou menor perda ($P < 0,10$) quando comparada às demais fontes de adubação.

A utilização da palma em pastejo promove perdas causadas pela apreensão dos cladódios pelos animais, o que ocasiona quebra dos cladódios. A altura do pré-pastejo da palma (114,6 cm), com adubação verde (Figura 3), favoreceu uma melhor eficiência de apreensão dos cladódios pelos animais no momento do pastejo, por isso foi observada uma menor perda pós pastejo (Figura 4).

Entretanto, quando avaliada a diferença entre o que foi produzido e o que foi perdido no palmal, observou-se que a adubação associada obteve menor percentual de perdas pós pastejo (5,43%) quando comparado às demais fontes de adubação (sem adubação 14,61%, adubação orgânica 10,56%, adubação verde 9,87% e adubação química 8,27%), confirmando que a altura do palmal de 120 cm é adequada para pastejo.

É importante destacar que as alturas de pré-pastejo apresentadas nas demais fontes de adubação não impede o pastejo dos animais, desde que haja um manejo adequado do fornecimento em pastejo em metros lineares e ou consumo de palma vaca dia. No entanto,

as perdas pós pastejo da palma forrageira miúda é um tema relevante e que ainda necessita ser analisado, sob o ponto de vista da eficiência da utilização dessa forma de fornecimento da forrageira aos animais, para consolidação dessas informações.

4.3 Características bromatológicas da palma forrageira miúda submetidas a diferentes fontes de adubação

As fontes de adubação afetaram ($P < 0,10$) as características bromatológicas da palma forrageira miúda plantada em sistema para pastejo. A composição bromo diferiu ($P < 0,10$) entre as fontes de adubação (Tabela 9).

Tabela 9. Características bromatológicas da palma forrageira miúda sob diferentes formas de adubação.

Item	Fontes de Adubação					EPM*	P Valor
	Controle	Adubação verde	Química	Orgânica	Q+O		
PB	11,56 ^a	10,62 ^c	10,95 ^b	10,06 ^d	8,93 ^e	0,02	<,0001
MS	9,33 ^c	9,37 ^b	9,38 ^b	9,49 ^a	9,35 ^{bc}	0,01	<,0001
FDN	11,94 ^a	12,31 ^a	10,97 ^b	12,13 ^a	12,40 ^a	0,26	0,015
FDA	8,99 ^{abc}	9,63 ^a	8,07 ^c	8,35 ^{bc}	9,32 ^{ab}	0,43	0,120
CHOT	74,08 ^e	75,02 ^c	74,69 ^d	75,58 ^b	76,71 ^a	0,02	<,0001
DMS	81,90 ^{ab}	81,40 ^c	82,62 ^a	82,40 ^{ab}	81,64 ^{bc}	0,33	0,119
NDT	78,81 ^b	78,66 ^b	79,22 ^a	78,73 ^b	78,62 ^b	0,10	0,014
HEMI	2,96 ^b	2,69 ^b	2,91 ^b	3,79 ^a	3,08 ^b	0,19	0,019
CNF	62,14 ^c	62,71 ^c	63,72 ^{ab}	63,45 ^b	64,31 ^a	0,24	0,0004
PBA	1310,37 ^c	1541,41 ^{ab}	1740,62 ^{ab}	1517,03 ^{ab}	1995,45 ^a	246,80	0,400
NDTA	8934 ^b	11424 ^b	12591 ^{ab}	11867 ^b	17589 ^a	2029,16	0,103
CA	90,67 ^a	90,63 ^b	90,62 ^b	90,51 ^c	90,65 ^{ab}	0,01	<,0001

*CV: Coeficiente de variação. *EPM: Erro padrão da média. Q+O: Adubação associada. Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de DUNCAN ($P < 0,1$).

O protocolo sem adubação proporcionou maior ($P < 0,10$) teor de PB em comparação as demais fontes, contudo a adubação associada apresentou maior ($P < 0,10$) teor de PBA, CHOT e NDTA. A adubação orgânica proporcionou maior ($P < 0,10$) teor de MS e Hemi, enquanto que a adubação química proporcionou maior ($P < 0,10$) conteúdo de NDT, contudo menor teor de FDN ($P < 0,01$) em relação às demais fontes de adubação.

Apesar do teor de proteína bruta (PB) nos cladódios de palma ter apresentado maior para plantas do grupo controle (11,56%), todos os tratamentos obtiveram níveis de PB acima do mínimo recomendado para um desenvolvimento satisfatório da microbiota ruminal que é de 7,0% (Van Soeste, 1994). Os valores de PB variaram de 8,93% mínimo e

máximo de 11,56%. Todavia, quando observado o valor da proteína bruta acumulada (PBA) foi de 1.995,45 (kg ha⁻¹), foi maior no tratamento com a adubação associada, ou seja, uma diferença de 685,08 kg. ha⁻¹ de PBA em relação ao controle, o que equivale um aumento de 34,33%. O teor de proteína da palma está relacionado ao teor de nitrogênio nos cladódios, que é função da disponibilidade de nitrogênio no solo. Entretanto, cabe ressaltar que o manejo de adubação nitrogenada é muito complexo, haja vista que o nitrogênio é um nutriente que possui alta mobilidade no solo, estando sujeito a diversas formas de perdas, como por exemplo, por volatilização e lixiviação.

Importante salientar que a produção de proteína bruta por hectare possibilita maior disponibilidade proteica em função da massa de forragem produzida, principalmente quando se observa o período de fornecimento da palma forrageira, que na maioria das regiões ocorre na estação seca.

Em um estudo avaliando a orientação da posição dos cladódios e época de plantio, Santos et al (2019) observando que na primeira safra não houve diferença para produção de matéria verde e seca entre as cultivares testadas, mas houve diferença para proteína bruta relatando que a palma miúda produzida na estação verão/seco obteve valor de 5,4% PB para orientação leste/oeste, 7,8% PB para orientação norte/sul e com inclinação de 45° 5,55% PB, já na estação inverno/chuvoso e orientação leste/oeste, norte/sul e 45° de inclinação obteve valores de 5,6%; 5,5% e 4,5 de proteína bruta, respectivamente. Os valores encontrados pelo autor reforçam que os valores de PB sofrem variações assim como os encontrados no presente estudo (Tabela 9) e que mais importante que o percentual encontrado, é o volume produzido de proteína bruta (kg .ha⁻¹).

A fonte de adubação orgânica apresentou maior teor de matéria seca (9,49 %) em relação aos demais, os demais tratamentos não diferiram entre si.

Esses resultados permitem inferir que a liberação rápida de nutrientes presentes nos elementos químicos e gradativa dos minerais existentes no esterco condicionou um melhor desenvolvimento das células estruturais da palma forrageira com um melhor equilíbrio osmótico, favorecendo o surgimento de cladódios com elevado teor de água, resultando em menores teores de matéria seca.

Para o teor de FDN houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,10$), a fonte de adubação química diferiu das demais fontes avaliadas. Em relação a FDA foi notado que os

tratamentos sem adubação, adubação verde e associação (Q+O) não diferiram das fontes de adubação química e orgânica, permanecendo dentro dos níveis encontrados para as características da palma forrageira miúda. A não influência das diferentes fontes de adubação no teor de FDN e FDA, registrados no presente trabalho, também foram reportadas por outros autores. Adubações somente com P expressaram teores de FDN e FDA semelhantes ao tratamento sem adição de adubo, respectivamente (Silva et al., 2013). Os referidos teores são semelhantes aos encontrados por Donato et al. (2014), cujas médias dos teores de FDA não diferiram entre si para os fatores doses de esterco bovino e espaçamentos.

Em contrapartida, para os valores de carboidratos totais (CHOT) houve diferença distinta entre todos os tratamentos, em que a adubação associada foi superior a demais fontes de adubação. Esses resultados mostram que a adubação associada favoreceu a qualidade nutricional da palma forrageira, em que a palma apresentou uma porção de fibra efetiva de rápida degradação e os carboidratos quase que na sua totalidade apresentam na forma não fibrosa.

Observou-se também que os carboidratos não fibrosos (CNF) também diferiram entre os tratamentos, demonstrando a superioridade da adubação associada. Nota-se que independente da variação todos os tratamentos avaliados apresentaram concentrações acima de 40% de CNF que são considerados valores adequados para as forrageiras. No caso da palma, em que os níveis de 60% de CNF são considerados ótimos, os valores obtidos no presente estudo variaram de 64,31 a 62,14%, demonstrando a o alto valor energético da palma. Pessoa et al. (2022), em experimento avaliando fracionamento de carboidratos em cultivares de palma forrageira *Opuntia* e *Nopaléia*, ressalta que esses CNF são importantes para os ruminantes, pois apresentam alta taxa de fermentação ruminal, levando à redução do pH e influenciando no desenvolvimento da flora intestinal, quando estão em equilíbrio com os carboidratos fibrosos que possuem baixa taxa de fermentação. O autor acrescenta ainda que o uso de cladódios da palma na alimentação de ruminantes tem aumentado em áreas secas como o norte da África e nordeste do Brasil e um dos critérios utilizados pelos produtores para escolha deste cacto é o seu alto teor energético por ser rico em CNF.

Todos os valores expressados (Tabela 9) nas diferentes fontes de adubação mostraram uma alta digestibilidade da MS da palma forrageira, obtendo-se valores a cima

de 80%. Em experimento realizado por Munhame et al.(2021) encontraram valores de digestibilidade de 75,28%, mostrando que os valores encontrados na presente pesquisa foram superiores ao observado por eles.

O conteúdo de água CA ($100 - \%MS$) apresentado na Tabela 9, expressa o percentual de água retida pela planta em função da quantidade de chuva ocorrida no período e produção de matéria verde. Nota-se que o CA das fontes de adubação estudadas encontram-se dentro dos parâmetros observados para a palma forrageira.

Essa relação, de matéria seca e conteúdo de água, tem sua importância no que diz respeito ao armazenamento de água, principalmente na sazonalidade hídrica ou seca prolongada, sobretudo nas regiões semiáridas.

V – CONCLUSÃO

As diferentes fontes de adubação não influenciaram nas características morfogênicas de número de cladódios e taxa de aparecimento de cladódios da palma forrageira Miúda, com exceção do filocrono total para adubação associada Química + Orgânica, que proporcionou menor tempo para a formação de um cladódio. A adubação associada (Química + orgânica) em sistema de pastejo proporcionou maior produtividade da palma forrageira Miúda e maior acúmulo de PB.

VI – CONSIDERAÇÃO FINAL

Apesar das características morfogênicas, produtivas e bromatológicas da palma forrageira miúda ter sido pouco afetadas pelas diferentes fontes de adubação utilizadas neste experimento, novos estudos nesta área devem ser realizados.

Recomenda-se estudos mais aprofundados sobre a forma de fornecimento da palma forrageira submetida ao pastejo de bovinos, para melhor entendimento sobre a dinâmica de desenvolvimento da palma forrageira.

Carece ainda de estudos sobre o comportamento animal para determinar a altura e as perdas ideais do fornecimento em pastejo pelos bovinos e análise econômica do fornecimento. Além disso, avaliar o comportamento da palma forrageira após pastejo.

VII – REFERÊNCIAS

BONOMO, P.; **Estatística experimental**, Departamento de ciências exatas e naturais – DCEN, Campus de Itapetinga – BA, UESB, 2015.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para análise de alimentos – INCT** – Ciência animal. Visconde do Rio Branco: suprema, 2º. ed, 2021.250p.

DONATO, P.E.R.; AURELIANO, J.V.; DONATO, S.L.R.; BONOMO, P.; SILVA, J.A.; AQUINO, A.A.; Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 9, p. 151-158, 2014.

DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. da; DONATO, P. E. R.; RODRIGUES, M.; G. V.; RUFINO, L. D. de A.; JUNIOR, A. A. e S. Exigências nutricionais e manejo da adubação em palma forrageira: **EPAMIG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Informe Agropecuário**; V. 38. N. 296., 2017.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAUJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

FONSÊCA, V.A.; DONATO, S.R.L.; SANTOS, M.R. dos.; SILVA, J.A. da.; OLIVEIRA, C.M.; BATISTA, R. da S. Morphometry and yield of ‘Gigante’ forage cactus pear under irrigation and different planting densities. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 36, n. 3, p. 690 – 701, 2023.

GOMES, G.M.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N.; GALVANI, D.B.; SOARES, I.; NEIVA, J.N.M. Nutritional value of cactus pear grown under different levels of nitrogen and phosphorus and two harvest frequencies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário**, Brasília, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?> Acessado em: 17 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE, **Cidades, Sistema agregador de informações sobre os municípios**, Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itapetinga/panorama>>Acessado em: 20/11/2019.

JUNIOR, G. do N.A.; SALVADOR, K.R. da S.; SILVA, M.J. da.; SILVA, T.G.F. da. **Filocrono de Emissão de Cladódios da Palma Forrageira em sistema de Cultivo palma-sorgo.** In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA V SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2017, Juazeiro-BA/Petrolina-PE, Brasil.

LÉDO, A. A., DONATO, S. L. R., ASPIAZU, I., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & CARVALHO, A. J.; Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 413-418, 2019.

LÉDO, A. A., DONATO, S. L. R., ASPIUZA, I., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & CARVALHO, A. J. Nutrient concentration and nutritional efficiency in ‘Gigante’ cactus pear submitted to different spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 154-161, 2020

LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos., DIAS, F. M., FERRAZ, A. P. F., SILVA, M. C., CUNHA, M. V. da., MELLO, A. C. L. de., DUBEUX JUNIOR, J. C. B., SANTOS, D. C. dos., FREITAS, E. V., ARRUDA, D. M. P. DE.; **Palma forrageira: cultivo e usos. Cadernos do Semiárido: Riqueza & Oportunidades.** ed. IPA , v. 7, p. 1-58, 2017.

LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, G.M.F.; MARANHÃO, T.D.; GOMES, E. da C.; SOARES, I.; POMPEU, R.C.F.F.; SILVA, R.G da. **Forage biomass and water storage of cactus pear under different managements in semi-arid conditions. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. de. P.; MOURTHÊ, M. H F.; BRAZ, T. G. dos. S.; NETO, O. de. S. P.; Palma Forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Cad. Ciênc. Agra.**, v. 9. n. 1. p. 75-93, 2017.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. **Produtividade de palma em propriedades rurais.** In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. UFPE: Recife, 2005. p.129-141.

MUNHAME, J.A.; BATISTA, Â.M.V.; MONNERAT, J.P.I.S.; MACIEL, M.V.; LOPES, T.G.P.; ANDRADE, R.B.; CARDOSO, D.B.; CARVALHO, F.F.R.; Intake, digestibility, ingestive behavior and performance of goats fed spineless cactus genotypes resistant to carmine cochineal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.73, n.5, p.1209-1216, 2021

NAOREM, A.; LOUHAICHI, M.; HASSAN, S.; SARKER, A.; UDAYANA, S.K.; JAYARAMAN, S.; PATEL, S. Does Maturity Change the Chemical-Bromatological Makeup of. **Journal Sustainability**, V. 14, 2022.

PADILHA JUNIOR, M. C., DONATO, S. L. R., SILVA, J. A., DONATO, P. E. R., & SOUZA, E. S.; Características morfométricas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 67-72, 2016.

PEREIRA, J. de S.; CAVALCANTE, A.B.; NOGUEIRA, G.H.M.de sá M.F.; CAMPOS, F.S.; ARAÚJO, G.G.L. de.; SIMÕES, W.L.; VOLTOLINI, T.V. Morphological and yield responses of spineless cactus Orelha de ElefanteMexicana under different cutting intensities. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.21, p. 01 - 10, e2121142020, 2020.

PESSOA, D.V.; ANDRADE, A.P.; MAGALHÃES, A.L.R.; TEODORO, A.L.; SANTOS, D.C.; VALENÇA, R.L.; CARDOSO, D.B.; ARAÚJO, F.S.; SILVA, G.D.; BARBOSA, S.N.; MACÊDO, E.S. Fractionation of carbohydrates in cactus cladodes of genera Opuntia and Nopalea. **ActaHortic**, 2022.

PESSOA, R.M dos S.; PESSOA, A.M dos S.; COSTA, D.C. da C.C.; AZEVÊDO, P.C. da S.; GOIS, G.C.; CAMPOS, F.S.; VICENTE, S.L.A.; FERREIRA, J.M. de S.; ARAÚJO, C. de A.; LIMA, D.O. Cactus pear: Organic and mineral fertilization. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.

RAMOS, J.P. de F.; MACÊDO, A.J. da S.; SANTOS, E.M.; EDVAN R.L.; SOUZA, W.H. de.; PERAZZO, A.F.; SILVA, A.S.; CARTAXO, F.Q. Forage yield and morphological traits of cactus pear genotypes. **ActaScientiarum. Agronomy**, v. 43, 2020.

RAMOS, J, P, de, F.; SANTOS, E, M,; RICARDO, M, A,; BEZERRA, H, F, C,; PEREIRA, G, A,; BELTRÃO, G, R,; OLIVEIRA, J, S,; Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica, REDVET. **Revista Eletrônica de Veterinária**, vol. 16, nº. 12, pp. 1-11, 2015.

SANTOS, D.C. dos.; ALVES, F.A.L.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; VAZ, A.A. Influence of cladode orientation and planting season on development and chemical composition of forage cactus. **Pesquisa agropecuária**, Pernambuco, Recife, vº 24, 2019.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco: Cultivo e Utilização**. IPA, vº 30, 45p, 2002.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco**. IPA, vº 30, p 48, 2006.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; SILKVA, F.F.; DONATO, P.E.R.; Composição bromatológica de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n.2, p.342-350. 2013.

SILVA, J.L.C. da.; BATISTA, M.C.; SANTOS, J.P.de O.; CARTAXO, P.R. de A.; ARAÚJO, J.R.E.S.; SILVA, J.H.B da.; PEREIRA, D.D. Performance of forage cactus submitted to different levels of irrigation and organic fertilization in the semi-arid region of Paraíba. **Colloquium Agrariae**, v. 18, n.1, P. 35-45; 2022.

SOUZA, J.T.A.; ARAÚJO, J.S.; FÉLIZ, E. dos S.; ALVES, R. de C.; FILHO, T.J. de O.; LIRA, E.C. de.; MEDEIROS, G.R. de.; BATISTA, F.R. da C. Growth and Physiology of Three Forage Cactus Genotypes in Intercropped With Legumes and Irrigated with Reuse Water. **Revista Científica da Faculdade Educação e Meio Ambiente - FAEMA**, Ariquemes, v. 14, n. 2, p. 352-365, 2023.

SALVIANO, A.M.; GIONGO, V.; CUNHA, T.J.F.; Nutrição mineral, calagem e adubação. Sistema de produção de palma forrageira para o estado da Paraíba, **EMBRAPA**. P. 23 – 38, 2022.

TARRISSE, A.; WIT, M de.; NIEKERK, J.A. van. The potential of spineless cactus as a drought tolerant energy crop for biogas production: a geographic analysis of potential impact depending on water use efficiency (WUE) and mean annual rainfall (MAR) in South Africa. **Department of Sustainable Food Systems and Development, University of the Free State, South Africa**. ISHS, p. 197 – 206, 2022.

Weather Spark, Condições meteorológicas médias em Itapetinga. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30886/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Itapetinga-Brasil-durante-o-ano#Sections-Temperature>> Acessado em :20/11/2019:

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.V.; Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2º.ed. **ver. atual**. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.