



FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

EMERSON GUSTAVO DOS SANTOS FELEX

ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE A PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA

JOÃO PESSOA - PB

2022

EMERSON GUSTAVO DOS SANTOS FELEX

ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE A PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA

Trabalho de conclusão de curso entregue à Faculdade de Enfermagem Nova Esperança como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Linha de pesquisa: Nutrição de planta e Forragicultura

ORIENTADORA: Profa. Dra. MAIZA ARAÚJO CORDÃO

JOÃO PESSOA - PB

2022

F343a

Felex, Emerson Gustavo dos Santos

Adubação orgânica sobre a produtividade da palma forrageira
/ Emerson Gustavo dos Santos Felex. – João Pessoa, 2022.
36f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maiza Araújo Cordão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)
– Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Adubação. 2. Esterco Bovino. 3. Opuntia Ficus Indica. 4.
Semiárido Brasileiro. I. Título

CDU: 631

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE A PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado pelo aluno **EMERSON GUSTAVO DOS SANTOS FELEX**, do Curso de Bacharelado em Agronomia, tendo obtido o conceito _____conforme _____ a apreciação da banca examinadora.

Aprovado em _____ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maiza Araújo Cordão

Orientadora

Prof. Dr. Nilton Guedes do Nascimento Júnior

Examinador 1

Prof. Dr. Kennedy Nascimento de Jesus

Examinador 2

DEDICATÓRIA

Ao meu pai José Carneiro Félex “in memoriam” e à minha mãe Livacy dos Santos Félex, exemplos de determinação. Aos meus filhos Maria Eduarda e Matheus, pelo amor a mim proporcionado. À minha esposa Tarcyla Franco Félex pelo apoio e à minha família, pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por todas as oportunidades e dificuldades que me foram proporcionadas, pois através delas pude crescer, amadurecer e compreender o meu propósito de vida. Aos meus pais, José e Livacy, que com amor nos incentivaram a estudar, a sermos honestos em todas as situações e a buscar o melhor para nós mesmos, sem perder a nossa essência, garantindo que nunca nos faltasse nada a mim e a meus três irmãos Danielle, Suênia e Thiago, pelos quais tenho grande admiração. Aos meus filhos, que tanto amo, Maria Eduarda e Matheus, razões pelas quais busco ser um indivíduo melhor a cada dia, GRATIDÃO. À minha esposa Tarcyla, que pacientemente esteve ao meu lado nos momentos difíceis tanto quanto nos momentos bons, inclusive nas minhas conquistas. À minha sogra, D. Maria de Lourdes que também sempre me apoiou e incentivou nos estudos. À Faculdade Nova Esperança, que me proporcionou a oportunidade de cursar Agronomia, que me acolheu e me apresentou pessoas ilustres que levarei comigo para sempre. À minha orientadora Dra. Maiza Araújo Cordão pela orientação e ensinamentos durante o curso e na elaboração do TCC. Ao Prof. Dr. João Paulo que me ajudou na coleta e tratamento dos dados. Aos amigos e colegas de curso e também a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo.

FELEX, EMERSON GUSTAVO DOS SANTOS. **Adubação orgânica sobre a produtividade da palma forrageira.** Trabalho de conclusão de curso, Faculdades Nova Esperança, 2022.36 pg.

RESUMO

O semiárido brasileiro é uma região de grande potencial de crescimento e desenvolvimento econômico, apesar das condições edafoclimáticas da região. No entanto, essas condições são propícias para o desenvolvimento da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*) devido a sua capacidade de acumular reservas de água em seus tecidos, sendo assim, bastante apreciada na agropecuária. Contudo, a palma pode atingir melhores índices de produtividade quando cultivada em solo sob tratamento com adubação orgânica. O esterco bovino pode ser uma alternativa para aumentar a produtividade da palma. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do adubo orgânico sobre a produtividade da palma forrageira. O experimento foi conduzido na estação experimental da Empresa Paraibana de Pesquisa e Extensão Rural (EMPAER), Alagoinha – PB, onde foi utilizado delineamento em blocos ao acaso (DBC), com três repetições, em que os tratamentos foram compostos de controle (sem adubo orgânico) e esterco bovino (adubo orgânico na dose de 20 t ha⁻¹). Foram estudadas variáveis biométricas da planta, variáveis biométricas do cladódio, variáveis de rendimento produtivo e eficiência hídrica, taxa de acúmulo de forragem e capacidade de suporte. Para as variáveis biométricas da planta e as variáveis biométricas dos cladódios não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. No entanto, para o rendimento produtivo e eficiência hídrica da palma forrageira houve diferença significativa ($p<0,05$) em função dos tratamentos controle e esterco bovino. Conclui-se que o esterco bovino pode ser utilizado como alternativa eficaz na adubação da palma forrageira, favorecendo o aumento no rendimento produtivo e na eficiência hídrica. No entanto, se faz necessário outros estudos relacionados ao uso de diferentes doses de esterco bovino para verificar sua eficiência em relação às variáveis biométricas das plantas e cladódios.

Palavras-chave: adubação, esterco bovino, *opuntia ficus indica*, semiárido brasileiro

ABSTRACT

The Brazilian semiarid is a region with great potential for economic growth and development, despite the edaphoclimatic conditions in the region. However, these conditions are favorable for the development of forage cactus (*Opuntia ficus indica*) due to its ability to accumulate water reserves in its tissues, thus being highly appreciated in agriculture. However, the palm can reach better productivity indexes when cultivated in soil treated with organic fertilization. Bovine manure can be an alternative to increase palm productivity. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of organic fertilizer on the productivity of forage cactus. The experiment was carried out at the experimental station of Empresa Paraibana de Pesquisa e Extensão Rural (EMPAER), Alagoinha - PB, where a randomized block design (RBD) was used, with three replications, in which the treatments were composed of control (without fertilizer organic) and cattle manure (organic fertilizer at a dose of 20 t ha⁻¹). Plant biometric variables, cladode biometric variables, yield and water efficiency variables, forage accumulation rate and carrying capacity were studied. For the biometric variables of the plant and the biometric variables of the cladodes there was no significant difference ($p > 0.05$) between treatments. However, for the yield and water efficiency of forage cactus, there was a significant difference ($p < 0.05$) as a function of the control and cattle manure treatments. It is concluded that cattle manure can be used as an effective alternative in the fertilization of forage cactus, favoring an increase in productive yield and water efficiency. However, other studies related to the use of different doses of bovine manure are necessary to verify its efficiency in relation to the biometric variables of plants and cladodes.

Key-words: fertilization, cattle manure, *Opuntia ficus indica*, brazilian semiarid

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3 REFERENCIAL TÉORICO	11
3.1 Semiárido Nordeste	11
3.2 Palma forrageira	13
3.3 Adubação orgânica	16
3.4 Esterco bovino utilizado como adubação	18
4 METODOLOGIA	20
4.1 Tipo de Estudo	20
4.2 Local de Estudo	20
4.3 População e Amostra	21
4.4 Instrumento de Coleta de Dados	21
4.5 Procedimento para Coleta de Dados	22
4.6 Análise dos Dados	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira é originária do México, sendo cultivada na América do Sul, na África e na Europa (Souza et al., 2008). No Brasil, a introdução ocorreu no século XVIII (Simões et al., 2005) e só no século XX foi produzida como planta forrageira, para consumo animal (Albuquerque, 2000; Simões et al., 2005).

A palma vem sendo cultivada no semiárido do Nordeste brasileiro para produção de forragens para alimentação animal e também para consumo humano (geleias, frutos entre outros). Sendo largamente cultivada em toda região do semiárido, A Paraíba é o terceiro estado mais produtivo e o terceiro estado com mais propriedades rurais, que produzem essa cactácea utilizada na alimentação animal (IBGE, 2017). Existem diversas variedades de palma, sendo as predominantes a palma redonda ou orelha de onça (*Opuntia ficus-indica* Mill), miúda, doce, Palmepa-PB4 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick), Ipa Sertânea, orelha de elefante mexicana ou Palmepa- PB3 (*Opuntia stricta* Howard) e a palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) (DORNELAS, 2007).

Dentre as variedades de palma forrageira podemos destacar a Palmepa- PB1 (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) que possui crescimento vertical boa profundidade, rica em carboidratos de pouca resistência a seca e resistente a Cochonilha do Carmim (DORNELAS, 2007).

A produção de palma no semiárido é de extrema importância para a alimentação animal, visto que na época de estiagem é uma das principais forrageiras disponíveis. No entanto, para que a produtividade dos palmais atinjam uma produção significativa, e que tenham bons desempenhos, é necessário a fertilização do solo.

A prática da adubação contribui para o sucesso de sistema de produção da palma forrageira, segundo Donato et al. (2014), a utilização do esterco bovino vem sendo empregado como uma fonte de adubação estratégica com elevada eficiência no cultivo da palma forrageira principalmente por possuir em sua composição grandes quantidades de N e P (nitrato e fosforo). Além de fornecer N e outros nutrientes o esterco bovino pode contribuir em melhorias em uma série de atributos químicos e físicos no solo, como teor de matérias orgânicos, pH do solo, agregações, porosidades e densidade do solo.

O esterco bovino ostenta potencial para ser uma alternativa viável, por apresentar baixo custo e por ser de fácil acesso nas propriedades rurais (LISBOA, 2018). Muitas indústrias utilizam plantas como fonte de energia para produção dentre eles a indústria de cerâmica, papel e celulose tendo como resíduo as cinzas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral:

Avaliar a produtividade da palma forrageira submetida a fonte de adubação orgânica (esterco bovino) no semiárido nordestino.

2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar o uso de esterco bovino na produtividade da palma forrageira, variedade Palmepa-PB1 (*Nopalea cochenilifera* Salm Dyck);
- Mensurar as variáveis biométricas da palma forrageira, adubada ou não com esterco bovino;
- Quantificar as variáveis produtivas e hídricas da palma, assim como a sua relação com a capacidade suporte.
- Observar a eficiência de uso da chuva na produtividade dos cladódios da palma forrageira.
- Realizar uma simulação da capacidade suporte em função da adubação orgânica com esterco bovino.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Semiárido Nordestino

O semiárido brasileiro está inserido em sua grande extensão no Nordeste do Brasil. Segundo a ASA (2021), a região tem uma extensão territorial de 1,03 milhão de km², ocupando 12% do território brasileiro, abrangido os nove estados do Nordeste, e a parte setentrional de Minas Gerais, tendo 1.262 municípios que fazem parte dessa macrorregião, com uma representação de 46% da população nordestina e 13% da população brasileira.

A vegetação nativa da região é a caatinga, nesse bioma as plantas crescem com galhos retorcidos e com folhas pequenas ou em formato de espinhos que proporcionam a redução da transpiração, os caules suculentos que proporcionam armazenamento de água nos tecidos vegetais e sistema radicular extenso e bem distribuído no solo para captura de água nos períodos de seca. Na época de estiagem as plantas perdem suas folhas como forma de evitar a perda de água, dando a caatinga um cenário de floresta morta, com caules esbranquiçados ao que carrega o nome deste bioma na língua tupi de "mata branca". No entanto, no retorno das chuvas à floresta deixa o aspecto rude, os galhos rebrotam e a vegetação ganha uma coloração verde (SILVA, 2006). O principal agente que causa essa vegetação típica do semiárido é o clima.

O clima dessa região se caracteriza com um dos mais secos, com baixa pluviosidade e distribuição de chuvas irregulares, no entanto, o semiárido nordestino é o mais chuvoso do mundo. A pluviosidade é em média de 750mm/ano, o período chuvoso vai de setembro a março, mas devido a variação da chuva no espaço e no tempo é um fator que limita saber o dia e o local em que a chuva vai cair (MALVEZZI, 2007). A escassez de chuvas acentua o déficit hídrico da região, esse fato está intimamente ligado a evapotranspiração no semiárido que é maior que os índices de precipitação, bem como o próprio solo da região pobre em minerais e matéria orgânica (SILVA, 2007).

O solo assim como o clima ainda é outro fator de relevância dessa localidade. De acordo com Gama & Jesus (2020), os principais tipos de solo que ocupam a maior parte semiárido são os Neossolos cerca de 27,32%, e os Latossolos (25,94%). Embora este último se apresente como um solo bem desenvolvido e profundo, o primeiro é bastante comum nesta região, tendo uma ampla distribuição em todo território e assim se caracteriza maior parte do solo do semiárido. Segundo Santos (2017), o solo do semiárido é caracterizado por ser pouco desenvolvido em vista da baixa precipitação que não proporcionam o processo de intemperização com muita intensidade, gerando solos pouco profundos e rasos, elevadas temperaturas que ocasionam a rápida combustão e decomposição da matéria orgânica reduzem a incorporação dessa no solo,

a ausência de cobertura morta e viva ainda proporciona processos erosivos, e a presença de minerais primários de origem com baixa intemperização caracterizam esse solo como de baixa fertilidade natural. Devido a essas condições o solo do semiárido tornasse um verdadeiro gargalo para produzir certas culturas. Esse aspecto dificulta a vivência no semiárido, mas não impede a convivência com o ambiente (MALVEZZI, 2007).

O maior problema da convivência está relacionado ao aspecto da estiagem da região e as características do solo. A ausência de precipitação em maiores quantidades afeta diretamente o produtor que faz da agricultura e pecuária a forma de sobreviver no semiárido, caracterizando o aspecto socioeconômico como agricultura de subsistência, em que os produtos produzidos como feijão, milho, mandioca e a existência de pequenos rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e suínos garantem a alimentação na época seca. Em vista dessas características essa região tem se apresentado como uma região de crescimento econômico estagnado ou lento, acentuando os níveis de miséria com ocorrência das secas (ANDRADE e MARQUES, 2017). Mesmo com aplicação de recursos públicos para amenizar os efeitos causados pela baixa pluviosidade e má distribuição das chuvas na região, com investimento e construção de obras e a ações que visem levar água para essas localidades (SILVA, 2017), ainda é essencial promover formas que proporcionem meios de sobrevivência aos produtores com técnicas que auxiliem no manejo em campo, e principalmente na manutenção do rebanho.

Barros e Pordeus (2016) enfatizam que a convivência na aridez do sertão demanda um ponto de vista da relação entre o homem e o ambiente em que ele está inserido, tento em vista a busca da sustentabilidade socioambiental. Para Barros (2014), a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis como forma de promover o desenvolvimento do sistema de produção as condições do semiárido brasileiro surge como uma necessidade. De acordo com Malvezzi (2017), para conviver com a seca nesta localidade é preciso a produção e estocagem de alimentos no período chuvoso, para se viver de forma adequada em épocas de estiagem. A produção de alimentos para o consumo humano é essencial, no entanto, na disputa da sobrevivência os rebanhos são bastante afetados pela escassez de alimento, devendo ser voltado também o olhar à pecuária em que é preciso a produção de produtos que vão fornecer alimento durante a estiagem. Algumas cactáceas, como a palma forrageira, são espécies adaptadas a região e são uma ótima fonte de alimentação do rebanho, e se bem manejada e utilizada da forma correta podem ser inseridas na dieta do rebanho. Apesar dos fatores de má distribuição de água, solos pedregosos e raso, altas temperaturas e evapotranspiração elevada, o clima da região do semiárido brasileiro é favorável a produção da palma forrageira.

3.2 Palma forrageira

As baixas precipitações e má distribuição pluviométrica, condições de elevadas temperaturas e baixa fertilidade natural dos solos, caracterizam o semiárido Nordeste e dão origem a espécie adaptadas a essas regiões. A caatinga que recobre o semiárido tem uma vegetação propícia para se desenvolver em condições adversas. Tendo como uma das principais representantes da vegetação as cactáceas, que tem um mecanismo de sobrevivência armazenando água em seus tecidos. Uma das principais representantes dessa família está a palma forrageira, espécie essa que vem se demonstrando bastante útil na alimentação animal e humana nessas regiões quase desérticas.

A palma forrageira é uma espécie pertencente a família das cactáceas originária da América Central, mais precisamente do México. Essa espécie é originária das regiões áridas e semiáridas. De acordo com Nunes (2011), a palma é utilizada no México desde o período pré-hispânico, no qual participou ativamente na economia do Império Asteca, juntamente com milho e agave, sendo essas três espécies as mais antigas cultiváveis que já se tem registro no território mexicano. O uso dessa espécie consistia basicamente no consumo do fruto, desde os tempos da colonização espanhola. Dos planaltos mexicanos a palma se difundiu para as demais áreas de semiárida e árida do mundo, chegando ao Brasil onde tem grande importância no semiárido Nordeste (NUNES, 2011). A palma forrageira pertence a família da cactácea e é uma espécie que forma a paisagem típica da região semiárida nordeste brasileiro, sendo encontrada em todos os estados do Nordeste (SANTOS et al., 2012).

O semiárido nordestino oferece as condições ideais para o bom desenvolvimento da palma forrageira. Devido as características morfológicas que essa planta encontrou para se estabelecer e conseguir conviver com o tempo de escassez da localidade. A Palma é um recurso alimentar estratégico para regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro e apresenta aspecto fisiológico especial, suportando prolongados períodos de estiagem (NEVES et al., 2010).

Essa planta é um cacto que dispõe de bastante água armazenada em seus tecidos internos o que caracteriza com um fruto suculenta, tem forma de crescimento arbustivo com altura que varia entre 1,5 e 5 m a depender da espécie, com caules de 60 e 150 cm de largura. Os ramos da palma têm formato achatado em formato de raquetes com pigmentação verde acinzentada, indícios de presença de clorofila, com comprimento 30-60 cm e largura das raquetes de 6-15 cm. Na palma pode haver presença de espinhos ou não, havendo também folhas modificadas adaptadas para reserva de água denominadas de cladódios, podendo ser estes obovalados ou arredondados com cerca de 30 a 60 cm de comprimento. A palma também dispõe de folhas, porém estas são pequenas que caem precocemente. As flores podem ter diferentes cores,

podendo ser vermelhas, amarela, laranja, brilhantes e vistosas, os frutos são suculentos de coloração amarelo/avermelhados, com comprimento de 8 cm tendo tufo de espinhos pequenos inserido na epiderme do fruto (GOIS et al., 2013).

A família das cactáceas detém de uma gama de gêneros, cerca de 178 gêneros estão distribuídos nessa família com cerca de 2 mil espécies conhecidas e catalogadas. Entretanto, os gêneros *Opuntia* e *Napolea*, estão presentes as espécies de palma mais utilizadas para produção de forragens (GOIS et al., 2013). Dentro desses dois gêneros, na região nordestina as espécies mais cultivadas são *Opuntia ficus-indica* Mill, *Napolea cochenillifera* Salm Dick, *Napolea cochenillifera* Salm-Dyck, *Opuntia stricta* Howard e *Opuntia ficus indica* Mill. A *O. ficus-indica* Mill, também conhecida como palma redonda ou orelha de onça, apresenta crescimento de forma mais inclinada. A *N. cochenillifera*, conhecida por palma miúda ou doce, tem crescimento vertical, é rica em carboidratos, tem maior teor de matéria seca, boa resistência a cochonilha-do-carmim, porém tem baixa resistência a seca. A *N. cochenillifera* Salm-Dyck, também chamada de mão de moça ou palma baiana, tem crescimento vertical, com boa produtividade e é rica em carboidratos, entretanto, há pouca resistência a seca, mas resistente a cochonilha-do-carmim. *O. stricta* Howard, também chamada de palma orelha de elefante mexicana, é resistente a cochonilha-do-carmim, com crescimento horizontal e as suas raquetes são largas. A palma Gigante ou grande (*O. ficus indica* Mill), tem um bom crescimento vertical, é resistente a seca, com alta produtividade, mas é suscetível a cochonilha-do-carmim, sendo menos palatável (SENAR, 2018). O cultivo da palma no semiárido se deve principalmente a forma de adaptação que essa planta encontrou de se estabelecer no ambiente, através de evolução fisiológicas e morfológicas.

A não presença de folhas verdadeiras garante a planta melhor armazenamento de água nos seus tecidos impedindo a perda de água para o ambiente. A formação de uma cutícula cerosa espessa, mantém o equilíbrio hídrico no interior dos tecidos da palma, bem como reflete a luz do sol, garante proteção ao ataque de pragas e patógenos, além de regular a temperatura interior da planta e as trocas gasosas de CO₂ e O₂ (ROCHA, 2012). Além disso, a eficiência do metabolismo fotossintético é uma estratégia que garante a melhor adaptação dessa espécie cactácea. Por serem CAM, essas espécies tem uma melhor eficiência de fixação do CO₂ atmosférico, absorvendo pelo estômato o gás carbônico à noite e armazenando na forma de ácidos orgânicos, e durante o dia reconvertendo essa acidose reincorporando-os para que a planta realize a fotossíntese (TAIZ et al., 2017). Esse mecanismo garante a sobrevivência das cactáceas uma vez que evitam a perda de água pelos estômatos no processo de fotossíntese.

Devido a essa estratégia de adequação as situações impostas pelo clima no semiárido, a

palma forrageira tem uma importância socioeconômica na região que está inserida. No Brasil, nestas zonas áridas, a maioria da produção de palma se destina a alimentação animal. De acordo com Neves et al. (2020), a colheita da palma é feita manualmente, a cada dois anos, deixando as raquetes menores. Depois de colhida, a palma é picada com facção ou com auxílio de máquinas, deixando apenas pequenas fatias onde é fornecida de forma natural. Por ser uma planta com bastante quantidade água (90%), a palma pode atender as demandas hídricas dos animais em períodos de estiagem. Do ponto de vista nutricional essa planta, apresenta altos teores de nutrientes digestíveis totais em torno de 50%, e matéria mineral cerca de 6%. Contudo apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, e fibras, devido a isso a palma é fornecida além de forma natural, com outros produtos rico em fibras e proteínas como capins, feno, silagem ou até mesmo em forma de farelo de soja, milho ou da própria palma (NEVES, et al., 2020).

A palma forrageira é rica em vitaminas, minerais e aminoácidos. Constitui-se um complemento alimentar de alto poder nutricional tanto animal quanto humano de imenso potencial produtivo e de múltiplas utilidades ao homem para a sua sobrevivência ao sustento. Além disso, é rica em fibras solúveis e insolúveis e água, a palma ainda dispõe de vitamina A, complexo B e C, e minerais como Ca, Mg, Na e K, e mais de 17 tipos de aminoácidos (NUNES, 2011).

No plantio, a palma forrageira segue alguns critérios. Nos aspectos da planta, são plantadas as raquetes-sementes com idade de dois à três anos, sadias e pré-brotadas, verticalmente em covas com profundidade de até 10 cm. Os aspectos relacionados ao relacionados a preparo do solo, pode ser realizado de forma convencional, sendo realizado amostragem de solo, aplicação de corretivos e adubação (ROCHA, 2012; SENAR, 2018). Segundo Neves et al. (2020) essa cultura tem uma grande exigência acerca das características físico-químicas do solo, em que este necessita ter uma boa fertilidade, o solo tem que apresentar boa drenagem uma vez que a palma não tolera encharcamento. Sobre a adubação, a espécie vegetal tem um grande requerimento de minerais para desenvolvimento, adubação na palma pode ser realizada de forma mineral ou orgânica, haja visto que a palma é uma planta perene com grande longevidade que estão em torno de 10 a 15 anos, e demanda sempre reposição dos nutrientes que são exportados do solo (NEVES et al., 2020).

No semiárido as condições de solo da região são limitadas, uma vez que o solo apresenta condições físico-químicas e biológicas limitadas para condução das culturas, por manifestar a presença de solos jovens e poucos desenvolvidos com pouca profundidade, baixa fertilidade natural e pouco aporte de matéria orgânica. Embora as condições edafoclimáticas sejam ideias

para a produção da palma, as limitações inerentes ao solo não atendem de forma eficiente as condições requeridas pela palma. No entanto, se bem manejado com adubação orgânica, a palma pode desempenhar seu potencial produtivo e fornecer alimento para a produção de forragem nos períodos de estiagem, uma vez que essa adubação melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo (ALMEIDA, 2012; SANTOS et al., 2016; SOARES et al., 2021).

3.3 Adubação orgânica

Com o acontecimento da Revolução Verde a evolução dos sistemas de produção visando aumentar a oferta de alimentos para um mercado consumista cada vez maior e mais exigente levou ao desenvolvimento de práticas agrícolas que favorecesse o aumento de produtividade. Uma forma de aumentar a produção é a oferta dos nutrientes essenciais para as plantas, por meio de adubos minerais formulados que ofertam elementos em certas quantidades e com certa rapidez. No entanto, os efeitos de salinização, acidificação e o antagonismo à vida do solo em vista de utilização de adubações excessivas e desequilibrada se tornaram críticos e evidentes (IBA, 2021). Além disso, os altos custos cada vez mais ascendentes proporcionaram uma nova visão de oferta de nutrientes as áreas de cultivo. O emprego de novas alternativas de adubação, surgiu como forma de contornar essas limitações, sendo a adubação orgânica uma opção mais sustentável e menos onerosa.

A adubação orgânica está relacionada aos materiais oriundos de origem animal ou vegetal, que tem grande utilização na agricultura orgânica ou agroecológica. As características inerentes a esse composto garantem aumentar a fertilidade de solos pobres, em vista da sua riqueza de nutrientes para as plantas e também para a vida biológica do solo. Este tipo de adubação engloba vários materiais de origem orgânica que podem contribuir para enriquecer o solo. Dentre os adubos orgânicos existentes, os mais comuns são os esterco sólidos e líquidos (bovinos, suínos, equinos, caprinos, aves), húmus, vermicomposto, composto fermentado e adubação verde. Todavia, no cultivo de subsistência a utilização de esterco é bastante comum (WEINÄRTNER, 2006).

Segundo Soares et al. (2021), a presença de adubação orgânica com esterco fornece benefícios físicos, químicos, e biológicos as propriedades do solo. Há uma melhor estruturação do solo, maior infiltração da água, aeração, formação de componentes coloidais que proporcionam a estabilidade dos agregados, bem como a retenção de água no solo. Com o enriquecimento de matéria orgânica a proliferação de macro e microrganismos benéficos se intensifica o que proporciona a degradação do composto orgânico, tornando mais biodisponíveis nutrientes como nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, além

de reduzir níveis de alumínio tóxico do solo (RAMOS, 2012; SANTIAGO & ROSETO, 2015). Além desses ganhos para o solo, os ganhos produtivos são notáveis, de acordo com o IBA (2021), a oferta de adubação orgânica no sistema de produção pode gerar redução de custos, melhorar a fertilidade do solo ao longo do tempo, maior absorção e retenção de água, bem como maior diversidade de organismos no solo.

O solo do semiárido, por dispor de uma baixa fertilidade natural, pouca estruturação e reduzida capacidade de retenção de água, não proporciona as devidas necessidades das culturas (SOARES et al., 2021), mas se manejado com enriquecimento de adubos orgânicos é possível proporcionar alimentação para o rebanho no período de estiagem através da produção de espécies forrageiras. A palma forrageira é uma das bases da dieta nutricional que sustenta os rebanhos da pecuária do Nordeste, em decorrência dos fatores edafoclimáticos, ela é uma espécie bastante resistente à seca, se mantém verde e suculenta na época de estiagem, enquanto maioria das plantas perecem (REGO et al., 2014).

Devido aos fatores climáticos adversos que acometem a região, a adoção de práticas agrícolas com adubação orgânica se torna aliada do desenvolvimento das lavouras de palmas forrageiras e da convivência com a seca. Lima et al. (2018), estudando adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades de palma forrageira, concluíram que o emprego de adubação de esterco proporcionou crescimento e desenvolvimento das variedades de palma forrageira Orelha de elefante mexicana. Santana et al. (2021), avaliando efeito de doses de adubação orgânica na produção de palma forrageira, observaram que a maior produção de matéria seca na variedade de palma Gigante em comparação com a Sem espinho ocorreu com aplicação de esterco bovino. Esses dados reforçam o quão satisfatório a espécie de palma para produção de forragem responde bem a adubação orgânica.

De acordo com Soares et al. (2021) é preciso buscar alternativas que minimizem os efeitos ocasionados pela estiagem prolongada no semiárido, para isso é preciso produzir alimentos para os animais quando há disponibilidade hídrica. A produção de forragem é influenciada pela temperatura, período luminoso e oferta de água, com o cessar da pluviosidade a produção de forragem é afetada, haja vista que os solos da região que já apresentam baixo teor de nutrientes, não proporcionam boa retenção e armazenamento de água, sendo necessário emprego de técnicas que auxiliem na produção alimento para o rebanho durante o ano (SOARES et al. 2021). A oferta de matéria orgânica na forma de esterco bovino pode proporcionar melhorias na produção de forragem durante a estiagem para alimentação animal.

3.4 Esterco bovino utilizado como adubação

Os benefícios inerentes a adubação orgânica nos cultivos de espécies vegetais de características agronômicas têm se mostrado um fator positivo na produção de alimentos na agricultura familiar. No semiárido Nordestino, que tem maioria da sua produção em cima da agropecuária, a agricultura de subsistência encontra meios de viabilizar a produção produtos alimentícios para o consumo humano como também à alimentação animal (SILVA, 2006). De acordo com Soares et al. (2021), a geração de forragem oriunda da palma encontra limitações quanto ao total desempenho que a cultura pode expressar, em vista das condições edafoclimáticas da região, mas para contornar os efeitos da região a adubação orgânica com esterco bovino se mostra uma ótima alternativa para amenizar esses efeitos e proporcionar um melhor desenvolvimento da espécie vegetal.

O esterco bovino é um composto orgânico oriundo dos restos alimentares do trato intestinal dos animais ruminantes. Esse material é rico em fibra que podem ser aplicados como fonte nutricional para as plantas. Uma vaca produz em média 15 t de esterco fresco por ano, desse total estimasse que a composição mineralógica seja cerca de 78 kg de N por ano, 20 kg de P, 93 kg de K, 35 kg de Ca + Mg. Além disso, esse tipo de composto pode ser fonte de microrganismos antagonísticos aos parasitas de plantas o que contribui para o equilíbrio ecológico do solo. Para ser fornecido para as plantas o esterco precisa ser curtido, ou seja, passar pelo processo de fermentação que elimina alguns organismos indesejáveis para saúde humana, o esterco bovino fresco não pode ser ofertado as plantas por causar injúrias e toxidez (WEINÄRTNER, 2006).

O esterco bovino é o adubo orgânico mais amplamente utilizado no semiárido nordestino brasileiro. A utilização do esterco bovino vem sendo empregada como uma fonte de adubação estratégica com elevada eficiência no cultivo da palma forrageira, principalmente por possuir em sua composição grandes quantidades de nitrogênio e fosforo (DONATO et al., 2014). O esterco bovino ajuda na umidade do solo permitindo um melhor aproveitamento da água como também na descompactação do solo deixando-a mais porosa facilitando a oxigenação e o enraizamento das plantas e auxilia na recuperação dos solos degradados.

Segundo Júnior et al. (2004), a necessidade de se reciclar nutrientes do esterco bovino, vem como uma forma de evitar que esse mesmo seja descartado no ambiente de forma inadequada. O esterco bovino pode conferir melhorias as características físicas, químicas e biológicas ao solo, sendo uma ótima forma de emprego na adubação orgânica das culturas, dando assim um manejo adequado para esse resíduo fértil.

Na produção de palma o emprego do esterco bovino já é uma realidade com resultados

expressivos para características agronômicas desejáveis na produção de forragem. Rego et al. (2014), estudando a morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de adubação e intensidade de corte, inferiram que aplicação de esterco bovino proporcionou maior produção de matéria seca da palma miúda quando conservado todos os cladódios secundários da planta. Ribeiro et al. (2014), estudando o rendimento de palma Gigante adubada com esterco bovino em diferentes espaçamentos, constataram que o esterco bovino melhorou as características estruturais e o rendimento da palma forrageira avaliada, tendo proporcionado aumento de massa verde e em matéria seca.

4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na estação experimental da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER em Alagoinha, PB, Brasil (06°57'00 "S, 35°32'42" W e altitude de 317 m). O clima da região é As, quente e úmido, com chuvas de outono-inverno, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A precipitação média anual é de 995 mm, com uma estação chuvosa de março a agosto; a temperatura média anual varia de 22°C a 26°C; e a umidade relativa do ar média é de aproximadamente 25%. O solo da área experimental foi classificado como Planossolo Eutrofico (SiBCS, 2018).

Para o plantio foi utilizado a variedade Palmepa-PB1 (*Nopalea cochinilifera* Salm Dyck) proveniente do banco de sementes da estação experimental da EMPAER, com uma densidade de 100 mil plantas ha⁻¹ espaçadas em fileira simples com 1,5 m entre linhas e 15 plantas por metro linear. Quando necessário foram feitas capinas manuais para o controle de plantas de crescimento espontâneo.

O experimento obedeceu a um delineamento em blocos ao acaso (DBC), com três repetições. Os tratamentos foram compostos de adubação orgânica (esterco bovino) e o tratamento controle sem adubação. O esterco foi proveniente da estação experimental de Alagoinha-PB pertencente a EMPAER.

Na Tabela 1 e 2 estão descritas as características químicas e físicas do solo onde foi realizada a coleta na profundidade de 0,20 m e a adubação orgânica (esterco bovino), as análises foram realizadas no laboratório de ciência do solo da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

			Na	H ⁺ +A	Al	Ca	Mg	CT	M.	Are	Silt	Argi
pH	P	K ⁺	+	l ⁺³	+ ³	+ ²	+ ²	C	O.	ia	e	la
H ₂ O	--mg/dm ³ --		-----cmol _c /dm ³ -----						-----g/kg-----			
(1:2,5)	-											
	7,9	86,	0,0		0,4	2,0	0,7	3,1	6,2			
4,5	8	67	6	3,07	0	9	6	3	0	826	62	112

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; M.O.: Matéria Orgânica-Walkey-Black

Tabela 2. Característica química do esterco bovino usado na adubação de fundação da palma forrageira var. PalmepaPB-1

Fonte	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Esterco	15,23	34,61	10,62	24,03	22,26	2,92

N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S: Digestão com HNO₃ e HClO₄

Ao longo do período experimental foram monitorados os dados de precipitação pluviométrica por meio de uma estação meteorológica convencional a poucos metros da área de cultivo (Figura 1).

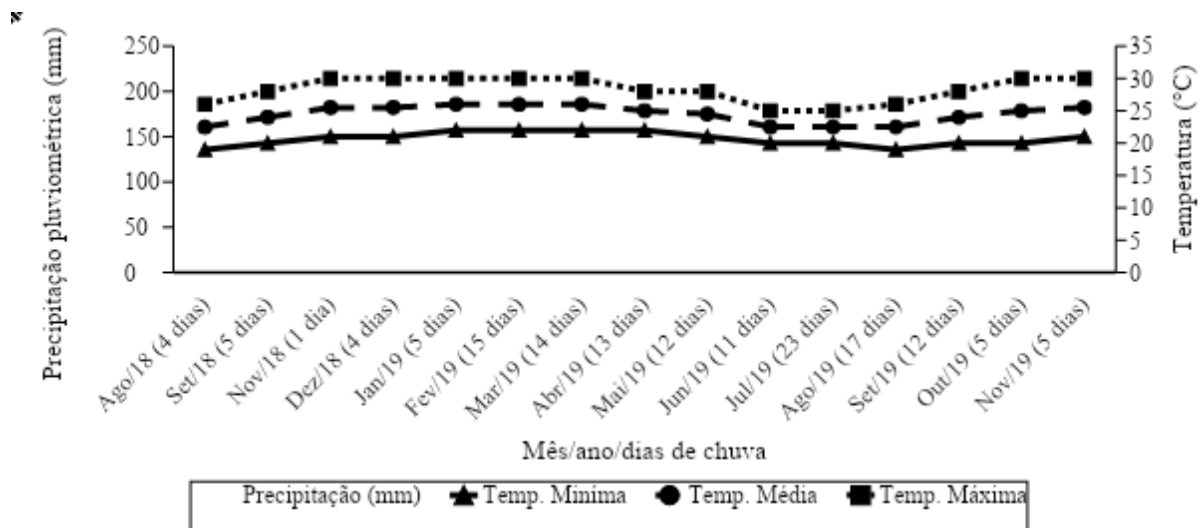


Figura 1. Precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental (Fonte: Estação Experimental de Alagoinha-PB) e temperatura mínima, média e máxima (Fonte: Climatempo).

O corte da palma foi realizado aos 480 dias após o plantio (DAP) previamente foram mensuradas as variáveis biométricas, em que foram escolhidas 3 plantas da área útil de cada parcela, tendo-se registrado os valores biométricos da planta e dos cladódios. Nas plantas, analisou-se a altura (AP), a largura (LP), relação da altura e largura (AL/LP), número total de cladódios da planta (NCP) e por ordem de inserção na planta de cladódios primários, secundários e terciários (NC1, NC2 e NC3). A altura foi mensurada desde a superfície do solo até o cladódio mais alto, enquanto a largura foi obtida ao se utilizar as suas duas maiores dimensões como referência, sendo que ambas as variáveis foram medidas com auxílio de fita

métrica. Para os cladódios foram mensurados o comprimento (CC), largura (LC), espessura (EC) e perímetro (CC), ambos em cm e em função da ordem de inserção na planta (primária, secundária e terciária).

Para as variáveis produtivas e hídricas foram estimados a produtividade de matéria verde (PMV, t ha⁻¹), produtividade de matéria seca (PMS, t ha⁻¹), massa de forragem (MF, kg planta⁻¹), eficiência de uso da chuva (EUC, kg MS ha⁻¹ mm⁻¹), produtividade de água (PH₂O, t ha⁻¹), pegada hídrica (PH, m³ de água t massa verde⁻¹ ha⁻¹), taxa de acúmulo de forragem (TAF, g massa verde dia⁻¹), taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS, g massa seca dia⁻¹); capacidade de suporte (CASP, unidade de animal).

A determinação da PMV em t ha⁻¹, foi realizado o corte aos 480 DAP preservando os cladódios primários em cada planta com o objetivo de manutenção do estande, os cladódios foram seccionados e pesados obtendo-se a massa de forragem (MF, kg planta⁻¹). A PMV em t ha⁻¹ foi obtida pelo produto entre MF obtida por planta colhida sendo multiplicado pela população de plantas por hectare (100 mil plantas) e dividido por 1000 para conversão em toneladas.

A determinação do teor de matéria seca (MS) se deu por meio da pré-secagem em estufa a 65°C até peso constante (amostra seca ao ar), em seguida moída em peneira de 2 mm e secada em estufa a 105°C por 16 horas (amostra seca em estufa). Em seguida com os dados de %MS foi mensurada a PMS através da PMV. Após foi mensurado a eficiência de uso da chuva (EUC, kg de MS ha⁻¹ mm⁻¹). A EUC foi determinada pela relação entre a PMS e a precipitação aos 480 DAP.

A PH₂O foi determinada através da PMV em t ha⁻¹ multiplicando o percentual de água da palma que foi calculado pelo teor de MS subtraindo de 100, após o resultado foi dividido por 1000 para ser convertido em toneladas ha⁻¹.

A pegada hídrica (PH) é o volume de água em m³ utilizado para produção de massa verde da cultura, medida ao longo do período experimental. Em que foi estimado baseado na chuva ocorrida aos 480 DAP. Para avaliar a PH utilizou-se a metodologia de Hoesktra et al. (2011).

Foram determinadas as taxas de acúmulo de forragem (TAF, g MV dia⁻¹ planta⁻¹) através da divisão da massa de forragem pelo o intervalo de dias após o plantio vezes 1000 (para converter kg para g). Através da TAF pode-se determinar a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS, g MS dia⁻¹ planta⁻¹) através do produto entre TAF e o teor de MS.

Foi realizada uma simulação da CAPS da palma forrageira em função da adubação orgânica em um hectare para confinar ovinos por um período de 90 dias. Conhecendo a PMS

t ha⁻¹. Um ovino com peso médio de 25 kg de peso vivo (PV) consumindo 2,5% do PV × 60% de palma forrageira na dieta com base na MS, 40% de concentrado. Foi utilizada a fórmula: CAPS = (PMS t ha⁻¹) / (consumo individual x 90 dias de confinamento), onde a CAPS = capacidade de suporte (Unidade animal ha⁻¹ 90 dias⁻¹).

Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando o modelo PROC MIXED do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS 2002), no qual procedeu-se a análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis biométricas da planta: número de cladódio da planta, número de cladódio primário, secundário e terciário, altura de planta, largura de planta e relação entre altura e largura (NCP, NC1, NC2, NC3, AP, LP e AP/LP respectivamente) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação à adubação orgânica (Tabela 3).

Tabela 3. Características biométricas da planta sob diferentes adubada com adubação orgânica na palma forrageira var. Palmepa-PB1

Tratamentos	Variáveis morfológicas da planta						
	NCP	NC1	NC2	NC3	AP	LP	AP/LP
Controle	10,8	2,0	3,5	6,1	86,1	58,2	1,49
Esterco	12,8	3,2	5,3	5,0	87,5	55,5	1,58
Valor-P	0,3380	0,3711	0,4740	0,7092	0,3601	0,6451	0,6801

NCP=número de cladódio por planta; NC1, NC2 e NC3=número de cladódio primário, secundário e terciário, respectivamente; AP=altura de planta (cm); LP=largura de planta (cm); AP/LP=relação altura e largura de planta (cm).

Mesmo que sem significância, observa-se que o tratamento utilizando o esterco bovino como fonte de adubo aumentou o número de cladódio por planta, alcançando uma média de 12,8 cladódios por planta, número próximo ao obtido por Xavier (2018) em que estudando a caracterização dos cladódios de *Opuntia stricta* submetida a diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica obteve 12,08 cladódios de palma Orelha de Elefante Mexicana. Segundo Souza (2018), esse aumento pode estar relacionado aos efeitos benéficos que o esterco acarreta nas propriedades físico-químicas do solo através da razão carbono/nitrogênio, pois à medida que o esterco bovino se decompõe, através de atividade microbiana, mineraliza a matéria orgânica, dispondo às plantas nutrientes necessários para seu desenvolvimento (SOUZA 2018; ALCANTARA, 2008).

Não houve diferença significativa entre os números de cladódios primário, secundário e terciário em relação às diferentes doses de esterco bovino. Porém, os números de cladódios primário e secundário foram maiores para as palmas adubadas com esterco bovino com os valores de 3,2 e 5,3, respectivamente. Para o número de cladódio terciário foi maior para o controle (sem adubação) com valor de 6,1. Os resultados defiriram de Silva et al. (2021) analisando o desenvolvimento vegetativo de palma forrageira no sertão de Alagoas tratada com esterco bovino, os valores para cladódios primários, secundários e terciários onde a palma foi

coletada após 300 dias após plantio foram de 5,0, 7,0 e 4,0. Segundo Nascimento (2020), essa diferença se deve porque a palma forrageira é uma planta que possui um mecanismo fisiológico eficiente e específico, principalmente na maneira de absorção de nutrientes e aproveitamento da água para suas funções vitais. Devido a isto, durante os períodos em que há abundância hídrica e disponibilidade nutricional, associada ao manejo de adubação poderá contribuir com o crescimento e desenvolvimento dos cladódios, inclusive na obtenção de maior taxa de rendimento da espécie.

Pode -se destacar que o uso do esterco bovino proporcionou uma altura um maior (87,5 cm) em relação ao controle (86,1 cm). Os valores encontrados nesse estudo foram maiores aos encontrados por Souza (2018), que, comparando diferentes tipos de cultivares em relação aos diferentes tipos de adubação no campo experimental de Sumé, obteve maior altura da planta tratada com esterco bovino obtendo uma média de 69,4 cm para a cultivação. No entanto, em relação à largura, as plantas tratadas com esterco atingiram menor largura (55,5 cm) em relação ao controle (58,2 cm), valores bem próximos aos encontrados por Silva (2018) correspondentes à largura das plantas sob lâmina de irrigação de 5,5 L/semana. Nesse sentido, pode-se inferir que a irrigação, adubação e espaçamento podem ter contribuído para o desenvolvimento das plantas. A relação Altura da planta/Largura da planta (AP/LP) entre os tratamentos controle (1,49) e esterco bovino (1,58) foi maior ao encontrado por Silva (2019), pois observou que a frequência de colheita semestral (1,17), anual (1,5) e bienal (1,0) não influencia na relação. Essa relação pode ser um indicativo importante para avaliar a interceptação luminosa pela palma.

Para as variáveis biométricas dos cladódios de comprimento, largura, espessura e perímetro nas ordens primárias, secundárias e terciárias não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação das fontes de adubação orgânica (Tabela 4).

Tabela 4. Características biométricas do cladódio sob adubação orgânica da palma forrageira var. Palmepa-PB1.

	Variáveis morfológicas de cladódio (cm)		
	Fonte		Valor-P
	Controle	Esterco	
CC1	26,7	31,6	0,3701
LC1	13,5	11,1	0,1411
EC1	3,18	2,67	0,3201
PC1	53,8	53,7	0,9942
CC2	32,4	34,2	0,2720
LC2	14,9	13,8	0,6491

EC2	1,37	1,27	0,5801
PC2	62,2	57,4	0,4263
CC3	4,91	26,1	0,0631
LC3	15,9	13,7	0,2530
EC3	0,58	0,89	0,1110
PC3	80,9	53,7	0,1613

CC=comprimento de cladódio (cm); LC=largura de cladódio (cm); EC=espessura de cladódio (cm); PC=perímetro de cladódio (cm); 1, 2 e 3=primeira, segunda e terceira em ordem de inserção do cladódio na planta.

O comprimento do cladódio na terceira ordem de inserção da fonte controle foi de 4,91 cm, este resultado diferiu do resultado obtido por Santana (2021), que avaliando o efeito de doses da adubação em palma forrageira constatou um comportamento quadrático positivo, onde com 0 t ha⁻¹ o comprimento do cladódio apresentou 19,61 cm e utilizando a dose de 46,6 t ha⁻¹ promoveu o maior comprimento de cladódio (32,0 cm). O mesmo comportamento foi observado para a largura, em que a largura tendeu a aumentar em relação à dose de 46,87 t ha⁻¹, apresentando um valor de 14,2 cm, valores próximos aos encontrados neste estudo, em todas as ordens de inserção do cladódio. No entanto, os resultados obtidos se contrapõe aos valores encontrados por Lima et al. (2018) para os parâmetros comprimento (Orelha de Elefante Mexicana = 23,0 cm, Baiana = 19,9 cm, Miuda = 15,8 cm) e largura de cladódios (Orelha de Elefante Mexicana = 20,5 cm, Baiana = 9,7 cm, Miuda = 5,7 cm) avaliando as diferentes variedades de palma forrageira submetidas à adubação por esterco, que obtiveram os menores valores. No estudo de Silva (2021) em que para o parâmetro de comprimento (17,2 cm, 17,5 cm, 9,1 cm) e largura de cladódios (8,0 cm, 8,1 cm, 9,4 cm) de plantas adubadas com esterco bovino foram observados os menores valores em diferentes dias após plantio (240, 270 e 300), respectivamente.

A espessura dos cladódios na primeira (EC1=2,67) e segunda (EC2=1,27) ordens de inserção foi menor na planta submetida à adubação orgânica comparada com o controle (sem adubação) (EC1=3,18) e (EC2=1,37), respectivamente. Diferente da terceira ordem de inserção em que a espessura foi maior para a planta submetida à adubação orgânica (EC3=0,89) em relação ao controle (EC3=0,58). Essa diferença de espessura, provavelmente foi possível devido a variações climáticas ocorridas no período experimental, no qual o sistema radicular da palma é raso, no entanto, tem uma grande extensão lateral e absorve a umidade do solo na superfície do mesmo (SILVA, 2019, SNYMAN, 2006)).

Observou-se que com o aumento da ordem de inserções aumentou também o perímetro dos cladódios no tratamento controle. Porém, no tratamento com esterco bovino houve um

aumento no perímetro entre a primeira ordem de inserção (53,7 cm) e a segunda ordem (57,4 cm) e uma diminuição na terceira ordem (53,7 cm). Xavier et al. (2020) verificou que há um influência das lâminas de irrigação no perímetro dos cladódios, os pesquisadores observaram valores médios de 23 cm de perímetro em plantas que não receberam irrigação e 74 cm para plantas irrigadas com 5,5 L/semana. Silva (2019), avaliando as características morfológicas e suas respectivas ordens de inserção, obtiveram valores de perímetro de cladódios (PC1=52,43 cm, PC2=44,86 cm e PC3=14,15 cm) quando colhidas semestralmete.

O perímetro dos cladódios é uma variável que deve ser considerada durante a implantação de um palmar, visto que cladódios maiores tendem a propiciar maior desenvolvimento da planta, uma vez que essa maior área permite melhores taxas fotossintéticas (ROCHA *et al.*, 2017).

Diferentemente das características biométricas da planta e dos cladódios, para o rendimento produtivo e eficiência hídrica da palma forrageira houve efeito ($p < 0,05$) em função das fontes de adubação orgânica (Tabela 5).

Fonte	Rendimento produtivo e eficiência hídrica						
	PMV	PMS	MF	EUC	PH ₂ O	TAF	CASP
Controle	25,5b	3,07b	2,55b	2,73b	22,5b	5,33b	27,2b
Esterco	75,1a	8,09a	7,51a	7,19 ^a	67,0a	15,6a	71,9a
Valor-P	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001
	9	1	8	0	5	3	2

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere entre si.

PMV=Produtividade de matéria verde (t ha⁻¹); PMS=Produtividade de matéria seca (t ha⁻¹); MF=Massa de forragem (kg planta⁻¹); EUC=Eficiência de uso da chuva (kg MS ha⁻¹ mm⁻¹); PH₂O=Produtividade de água TAF=Taxa de acúmulo de forragem (g massa verde dia⁻¹ planta⁻¹); CASP=Capacidade de suporte (unidade de ovino).

Tabela 5. Rendimento produtivo e eficiência hídrica da palma forrageira sob adubação orgânica

O tratamento com adubação orgânica (esterco) aumentou significativamente a Produção de Massa Verde (PMV) e a Produção de Massa Seca (PMS). SANTANA *et al.* (2021) estudando os efeitos das doses de adubação orgânica na produção de plama forrageira na região de Caetité-BA, constatou que a produção de matéria verde e a produção de matéria seca são diretamente proporcional às doses de esterco pelo qual o solo foi submetido, em que os maiores valores de dose de esterco proporcinararam maior quantidade de produção de massa verde e produção de massa seca.

Donato *et al.* (2017) retificaram que a aplicação do esterco bovino contribui para uma maior disponibilidade de nutrientes às plantas, principalmente nutrientes transportados por difusão, como é o caso do fósforo, que havendo uma maior mobilidade entre solo/planta, promove uma maior extração/exportação de nutrientes orgânicos solúveis favorecendo na produção de matéria seca. No entanto, Silva *et al.* (2018) obteve maiores valores de produtividade de massa verde na região de Boa Vista-PB em solo adubado com esterco caprino, constatando que o nível e o tipo de adubação são fatores importantes na produção de massa verde, além da presença de macronutrientes como potássio e fósforo, havendo uma correlação direta com a produtividade (Teles *et al.* 2002; Menezes *et al.* 2005).

Houve diferença significativa na quantidade de massa de forragem entre as plantações cujo o solo foi tratado com esterco bovino ($MF=7,51 \text{ kg.planta}^{-1}$) e o controle ($MF=2,55 \text{ kg.planta}^{-1}$), valores maiores comparados aos encontrados por Rocha *et al.* (2017), no qual em sua pesquisa a Orelha de Elefante Mexicana cortada aos 12 meses apresentou 1,52 kg de MS/planta, segundo os pesquisadores, a nutrição das plantas está relacionada ao fornecimento de fertilizantes via fertirrigação e ao manejo de fornecimento de água, aplicando-se maior volume de água. De acordo com Silva *et al.* (2014), A produção de forragem é dependente de condições climáticas como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica, o qual, durante a estiagem há uma redução na produção de forragem devido à escassez hídrica, ressaltando a importância da escolha das práticas de manejo, em que a produção de forragem deve garantir alimentos ao longo do ano, particularmente nas regiões áridas e semi-áridas. Corroborando com essa afirmativa, Júnior *et al.* (2014), afirmam que os gêneros de palmas cultivadas no Nordeste brasileiro constituem um importante recurso forrageiro, contribuindo para suprir a oferta de alimento aos animais no período de estiagem, devido a sua rusticidade e elevado potencial de produção de forragem de alto valor nutritivo e disponibilidade de água, quando comparada com a vegetação nativa.

A eficiência de uso da chuva (EUC) foi maior para o tratamento com esterco bovino ($7,19 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) comparado ao controle ($2,73 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) havendo diferença significativa. Silva (2019) avaliando as características produtivas da água em função da frequência de colheita da palma var. Palmeira PB1 verificou-se que a menor e maior EUC foi de 11,95 e 17,40 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para os cortes semestrais e anuais respectivamente, valores maiores aos encontrados neste estudo. Segundo Ferraz (2018), em pesquisa no agreste e no sertão pernambucano, avaliando genótipos em função da frequência de colheita, encontrou 20,09 e 15,30 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ em duas colheitas bienais sucessivas, respectivamente, sugerindo que quanto maior a frequência de colheita, em conjunto com baixas precipitações,

ocorre um efeito negativo na EUC, sendo possíveis motivos para os baixos valores de EUC encontrados neste estudo. Silva *et al.* (2020), avaliando o efeito da irrigação suplementar na produtividade e eficiência no uso de água da Palma Forrageira, concluiu que a eficiência no uso de água da palma forrageira foi reduzida com o aumento das lâminas de irrigação suplementar recomendando que o cultivo de palma forrageira OEM, seja realizado sob sistema de sequeiro.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) na Produtividade de água (PH_2O) em relação aos tratamentos controle ($22,5 \text{ t ha}^{-1}$) e esterco ($67,0 \text{ t ha}^{-1}$). Para Donato *et al.* (2017) o desenvolvimento vegetativo das plantas está relacionado ao conteúdo de água disponível e as condições de disponibilidade de nutrientes para a planta, pois os principais processos bioquímicos e fisiológicos necessitam de água para ocorrer, como é o caso da fotossíntese, respiração, transpiração e absorção dos nutrientes. A palma forrageira destaca-se na região semiárida por apresentar adaptabilidade à elevada restrição hídrica, pois possui mecanismos morfofisiológicos que possibilitam a absorção da água da chuva mais passageira, além da diminuição da sua evaporação ao mínimo (ARAÚJO, 2009).

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) aumentou significativamente em relação aos tratamentos controle (TAF= $5,33 \text{ g massa verde dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) e esterco (TAF= $15,6 \text{ g massa verde dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$). Silva (2019) obteve maior (TAF) em colheitas feitas anualmente ($13,33 \text{ g massa verde dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) em relação aos períodos de colheita, semestral ($11,16 \text{ g massa verde dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) devido ao pleno crescimento vegetativo após cada corte sucessivo em menor intervalo de tempo e bienal ($6,8 \text{ g massa verde dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) devido à estagnação do crescimento da planta e à senescência dos cladódios. Para Rocha *et al.* (2017), avaliando as características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte, encontraram os maiores valores para a Orelha de Efante Mexicana (OEM) ($4,22 \text{ g de MS dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) no intervalo de corte aos 12 meses. Por outro lado, a Miuda de 8 ($1,70 \text{ g de MS dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) a 16 meses ($1,92 \text{ g de MS dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) apresentou TAF menores que a IPA 20 ($2,21 \text{ g de MS dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$) e OEM ($3,83 \text{ g de MS dia}^{-1}\text{planta}^{-1}$), segundo os autores, a TAF representa o balanço entre o crescimento e a senescência da planta num determinado período, em que no caso da palma corresponde ao crescimento em cada um dos intervalos de corte.

A adubação por esterco contribuiu para um aumento significativo de 27 para 71 animais por hectare, tendo como base unidade de ovino. Nascimento (2020) que, estudando o efeito de fontes de adubação sobre as características produtivas da palma forrageira, constatou que a capacidade de suporte aumenta de acordo com o aumento da dose de esterco bovino, corroborando com os resultados obtidos neste estudo, onde 27 animais ha^{-1} corresponde ao controle, isto é, a dose 0 t ha^{-1} e 71 animais ha^{-1} corresponde a dose de 20 t ha^{-1} . A criação de

pequenos ruminantes ainda é considerada como a principal atividade desenvolvida pelos pequenos produtores na região semiárida do Brasil, sendo a vegetação da Caatinga a principal fonte de alimentos para os rebanhos (PEREIRA *et al.*, 2008). Dessa forma, a adoção de tecnologias de produção de forragem através da estratégia de adubação orgânica com esterco pode garantir o sucesso da pecuária nas regiões semiáridas (NASCIMENTO, 2020).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que o esterco bovino pode ser utilizado como alternativa eficaz na adubação da palma forrageira, favorecendo o aumento no rendimento produtivo e na eficiência hídrica. No entanto, a dose utilizada nesse estudo não foi eficiente em relação as características biométricas da planta e do cladódio alcançando baixas taxas de produtividade. Com isso, se fazem necessários outros estudos relacionados ao uso de diferentes doses de esterco bovino para verificar sua eficiência em relação às variáveis biométricas das plantas e cladódios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido Brasileiro. **Revista Verde**, Mossoró - RN, v. 7, n. 4, p. 08-14, out-dez. 2012.

ALBUQUERQUE, S. G. **Cultivo da Palma forrageira no Sertão do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p.

ANDRADE, C. M.; MARQUES, L. S.; semiárido brasileiro: alguém desafios. **Diversistas Jornal**. Santana do Ipanema. v. 2, n. 2, p. 279-283, mai.-ago. 2017.

ASA - ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Semiárido - é no semiárido que a vida pulsa**. 2021. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiariado> acesso em: 25 de novembro de 2021.

BARETTA, C. R. D. M.; OGLIARI, A. J.; KRAFT, E.; PADILHA, M. S.; TRENTO, A.; SOUSA, J. P. **Avaliação da cinza vegetal como fertilizante na produção do feijão (Phaseolus vulgaris L.)**. XXXV. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal - RN. ago. 2015.

BARROS, J. D. de S. **Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB)**. 2014. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2014. 152 p.

BARROS, J. D. S.; PORDEUS, A. V.; Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Anais do I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. **Editora Realize**, 2016.

BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, J. M. G.; PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A.; Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em Latossolo vermelho do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**. Goiana, v. 11, n. 21, p. 523. 2015.

BRANDÃO, Z. N.; LIMA, R. de L. S. de; AZEVEDO, D. M. P. de; FREIRE, E. C. **Adubação potássica do algodão por meio de cinza de madeira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, Uberlândia. Anais. Uberlândia. p. 1-7 1 CDROM Solos e nutrição de plantas. 2007.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P. MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JÚNIOR, L. A. J.; ARAÚJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. Embrapa. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf> Acesso em: 26 de nov. 2021.

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. Valor Nutritivo da Palma Forrageira “Gigante” cultivada sob diferentes espaçamento e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v.27, n1 p.163-172, 2014.

DORNELAS, M. **Palma forrageira**. Recife, Coleção Senar- AR/PE, 2007. 25p.
GAMA, D. C.; JESUS, J. B.; Principais solos da região semiárida do Brasil favoráveis ao

cultivo de *Eucalyptus L' Heritier*. **Biofix Scientific Journal**, v. 5, n. 2, p. 214-221, 2020.

GOIS, G. C.; SILVA, F. C. S.; RIBEIRO, W. S. Descrição morfológica, origem, domesticação, dispersão da palma forrageira e sua introdução no Brasil. **Research Gate**, jul. 2013.

HARALDSEN, T.K.; PEDERSEN, P.A.; GRONLUND, A. **Mixtures of bottom wood ash and meat and bone meal as NPK fertilizer**. In: INSAM, H.; KNAPP, B.A. (Ed). Recycling of biomass ashes. New York: Springer, chap. 3, p. 33-44. 2011.

IBA - INSTITUTO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA. **8 benefícios da adubação orgânica**. Disponível em: <https://www.iba.agr.br/wp-content/uploads/2021/01/E-book-IBA-Adubac%CC%A7a%CC%83o-Orga%CC%82nica.pdf> acesso em: 26 de nov. 2021.

JÚNIOR, E. R. D.; CEZAR, V. R. S.; SILVA, F. A. M.; BOAS, R. L. V.; TRIGUEIRO, R. M.; **Produção de composto orgânico a partir de serragem de madeira e esterco bovino para adubação de bananeiras**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis - SC. 2004.

LEITE, Maurício Luiz de Melo Vieira. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009. 186p.

LISBOA, A. C.; AZEVEDO, C. J.; JÚNIOR, H. M.; TAVARES, F. P. A.; ALMEIDA, R. B.; MELO, L. A.; MAGISTRALI, I. C. **Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus eptafilos* em substratos com esterco bovino**. Pesquisa Florestal Brasileiro, v.38. 2018.

LIMA, W. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; LAMBAIS, G. R.; Adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades da palma forrageira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 170-175, abr./jun. 2018.

MAEDA, S; SILVA, H. D; CARDOSO, C. **Respostas de *Pinos faedas* à aplicação de cinza de biomassa vegetal, em cambisolo húmico, em cova**. Pesquisa Florestal Brasileira, n.56, p.43-52, jan-jun, 2008.

MALVEZZI, R. **Semiárido: uma visão holística**. Confea, Brasília. 2007. 140 p.

NASCIMENTO, L. J. **Efeito de fontes de adubação sobre características produtivas da palma forrageira**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Universidade de Federal da Paraíba. Areia. 2020.

NEVES, F. L.; SPÍNOLA, A. M.; CHAGAS, M. C. M.; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I. S.; FIGUEIREDO, M. R. P.; OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, E. F.; PEREIRA, S. L. **Palma-forrageira opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do estado do Espírito Santo**. INCAPER, Documentos, 276. Vitória - ES. 2020. 52 p.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido Nordeste. **Revista Verde**, v. 6, n. 1, p 58-66, jan-mar 2011.

PIVA, R.; BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L.; AYUB, R. A.; RAMBOLÀ, A. D.; Adubação de manutenção em videiras cv. Bordô utilizando-se cinzas vegetais e esterco bovino em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**. Recife. v. 9, n. 2, p. 219-224, 2014.

RAMOS, J. P. F. **Estimativa do crescimento vegetativo e rendimento forrageiro em função da frequência de colheita e da adubação orgânica em palma forrageira**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012. 55 p.

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; 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 intensidade de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 118-130, 2014.

NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D.; VOLTOLINI, T.V.; DE ARAÚJO, G.G.L.; MORAES, S.A.; ARAGÃO, A.S.L.; COSTA, C.T.F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro**. EMBRAPA - Juiz de Fora, MG, dez. 2010.

RIBEIRO, E. E. A.; BARROS, J. L.; GOMES, V. M.; DONATO, S. L. R.; SERAFIM, V. F.; SEIXAS, A. A.; SOUSA, T. E. S. **Rendimento de palma 'gigante' adubada com esterco bovino bem diferentes espaçamentos**. 8º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão. Universidade Estadual de Montes Claros. set. 2014.

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte**. Embrapa, Documentos Online 106. 2012. 40 p.

SANTOS, D.C. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SANTOS, R.F. Composição química e produtividade dos principais componentes do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC. em função da adubação orgânica. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 14, n. spe, p. 224-234, 2012.

SANTOS, H. G. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p.353.

SANTOS, M. C. **Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades**. Conselho de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. EDUFRPE, v. 10, n. 10, mar-abr. 2017. p. 60.

SANTOS, J. F.; XAVIER, J. F.; MENINO, I. B.; LEITE, J. E. M.; PACÍFICO, J. R. **Produção de alfaca em função de adubação de esterco bovino em sistema agroecológico**. I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande - PB, nov. 2016.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html Acesso em: 26 de nov. 2021.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Palma forrageira: cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro**. 3º ed. Brasília - DF. 2018. 52 p.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Tese de Doutorado (Programa Pós-Graduação em Política e Gestão Ambiental). Universidade de Brasília. Brasília – DF. 2006. 298 p.

SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A PALMA NO NORDESTE DO BRASIL: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife - PE. Universitária da Universidade Federal de Pernambuco UFPE, p. 143-162, 2005.

SOUZA, L. S. B. de; MOURA, M. S. B. de; SILVA, T. G. F.; SOARES, J. M.; CARMO, J. F. A. do; BRANDÃO, E. O. **Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* SP)** IN: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, Petrolina Anais Petrolina Embrapa Semi-Árido, documento, 219 p.23-28, 2008.

SOARES, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T.; Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no semiárido Alagoano. **Diversistas Journal**. Santana do Ipanema/AL, v. 6, n. 1, p. 1777-1785, jan./mar. 2021.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Práticas agroecológicas: adubação orgânica**. 1º ed. Embrapa. Pelotas - RS. 2006. 20 p.
TEIXEIRA, N. T.; PELATIERI, D. F. **Cinzas de madeira no cultivo de milho**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal - RN. ago. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A.; (2017). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. (6 ed.). Porto Alegre: Artmed.