



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LETÍCIA JOSÉ DO NASCIMENTO

**EFEITO DE FONTES DE ADUBAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
PRODUTIVAS DA PALMA FORRAGEIRA**

AREIA

2020

LETÍCIA JOSÉ DO NASCIMENTO

**EFEITO DE FONTES DE ADUBAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
PRODUTIVAS DA PALMA FORRAGEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo de Farias Ramos

AREIA

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na publicação Seção de Catalogação e Classificação

N244e Nascimento, Leticia José do.

Efeito de fontes de adubação sobre as características produtivas da palma forrageira / Leticia José do Nascimento. - Areia:UFPB/CCA, 2020.

45 f. : il.

Orientação: João Paulo de Farias Ramos.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Cinza vegetal. 2. Eficiência hídrica. 3. Esterco bovino. 4. Zootecnia. I. Ramos, João Paulo de Farias. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(02)

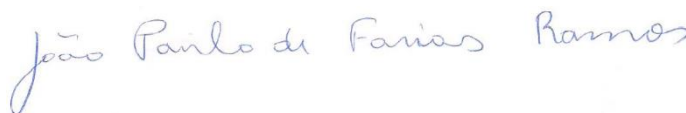
LETÍCIA JOSÉ DO NASCIMENTO

**EFEITO DE FONTES DE ADUBAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
PRODUTIVAS DA PALMA FORRAGEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 24/11/2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. João Paulo de Farias Ramos (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. Francisco Naysson de Sousa Santos

Doutorando PDIZ – Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. Anderson Samuel Silva

Doutorando PDIZ – Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dedicatória

“*In memoriam* a minha avó Severina Alexandre dos Reis, por sua garra, força e determinação, que foi meu exemplo de mulher sertaneja. Aos meus filhos Otávio e Otto, pelo amor a me proporcionado. Ao meu esposo Jânio e a 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, Luzia e Antônio que com amor cuidaram de mim e de meus cinco irmãos, garantindo que nunca nos faltasse nada. Que nos incentivaram a estudar, mesmo não tendo tido as mesmas oportunidades que hoje temos, a ser honesto em todas as situações, a desconfiar das coisas fáceis e mundanas, a buscar o melhor para si mesmo, sem perder a nossa essência e a não desistir fácil. E se tem algo que não foi fácil, foi conseguir concluir esse curso, mesmo com todo o apoio que tive me vi sozinha e triste por muitas vezes, longe de casa, dos familiares, datas comemorativas, amigos, festas e tudo isso me fez refletir sobre o que eu queria para o meu futuro.

Aos meus filhos que tanto amo, Otávio e Otto, apelidados como Enem e Enade pelos colegas e amigos de curso, que foram o meu combustível para permanência no curso e razão pela qual busco ser um indivíduo melhor a cada dia, GRATIDÃO.

Ao meu esposo Jânio, que pacientemente esteve ao meu lado nos momentos difíceis tanto quanto nos momentos bons, no qual que vem diariamente celebrando comigo as minhas conquistas. E que muitas vezes enxugou as minhas lágrimas em momentos que pensei em desistir de me e dos meus sonhos, devido a acreditar que não era capaz de alcançar o que almejará.

Ao meu amigo Rafael Luigi, que contribuiu com o meu amadurecimento profissional e pessoal, onde atuou como meu conselheiro nas horas oportunas.

A Universidade Federal da Paraíba, que me proporcionou a oportunidade de cursar Zootecnia, que me acolheu e me apresentou pessoas ilustres que levarei comigo para sempre.

Ao Centro de Ciências Agrárias, que durante esses cinco anos de graduação foi a minha casa. Proporcionou-me teto, alimento e me fez refletir sobre as minhas atitudes. Que me pôs a teste todos os dias e que me apresentou um leque de oportunidades enquanto estudante.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Paulo, que me acolheu nos momentos de dúvida, me aconselhou sobre o TCC e sobre a vida, que viu meu esforço em meio a tantas dificuldades e imprevistos, que me motivou a ir além da graduação, na busca por ser um profissional de excelência, sem nos esquecermos que somos humanos e errantes. Obrigada mestre!

Ao Prof. Dr. Kelson Carvalho Lopes, que através do Curso ministrado por ele – "Aprenda a escrever seu TCC utilizando o Word, Excel e normas ABNT" me ajudou a manter o foco na organização e planejamento do meu trabalho, contribuindo significativamente no meu desempenho ao utilizar as técnicas de operação dos programas. Além de nos alegrar com seu bom humor nas tardes de quarta-feira, tornando-as ricas em conhecimento e facilitando a aprendizagem das normas e técnicas para o TCC.

A LICA BSCCA, por nos dá a oportunidade de participar de cursos como o de "Práticas Investigativas II – Trabalhos Acadêmicos" e o curso "Elaboração de Projetos de Pesquisa" que foram fundamentais para o meu aperfeiçoamento ao realizar a pesquisa e escrita, bem como para os demais colegas estudantes e profissionais, que também participaram.

Aos amigos e colegas de curso, além dos que tive a satisfação de conhecer, convivendo diariamente no restaurante universitário e durante as quintas culturais.

Agradeço também a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo.

“Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino”

– *Paulo Freire*

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo avaliar as características produtivas e hídricas da palma forrageira adubadas com esterco bovino e cinza sob diferentes doses em regime de sequeiro no semiárido paraibano. O experimento foi conduzido em Alagoinha – PB, Brasil, aos 480 dias após o plantio deu início às avaliações. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições, composto por duas fontes de adubação orgânica de fundação: esterco bovino e cinza com as respectivas doses de 10, 20 e 30 t ha⁻¹ e 4, 8 e 16 t ha⁻¹ + o tratamento controle sem adubação. Para todas as variáveis produtivas e hídricas as duas fontes apresentaram crescimento linear com a adição das doses. Para a Produtividade de Matéria Verde e Produtividade de Matéria Seca a dose máxima de esterco apresentou um incremento de 74,05% e 71,96% e cinza de 52,68% e 61,2% respectivamente em relação ao tratamento controle. Para EUC as doses máximas de esterco e cinza (30 e 16 t ha⁻¹ respectivamente) apresentaram incremento de 71 e 38,78% com uma menor utilização de água por unidade de biomassa produzida de 102,6 e 223,9 m³ de água t MS⁻¹ num ciclo de 480 dias. A utilização das duas fontes de adubação contribuiu com o rendimento produtivo e eficiência hídrica otimizando a produção da palma forrageira no sistema de produção em regime de sequeiro.

Palavras – Chave: Cinza vegetal. Eficiência hídrica. Esterco bovino.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productive and water characteristics of forage palm fertilized with cattle manure and ash under different rainfed doses in the semi-arid region of Paraíba. The experiment was carried out in Alagoinha-PB, Brazil, at 480 days after planting the evaluations started. The design was in randomized blocks, with three replications, composed of two sources of organic fertilization of foundation: bovine manure and ash with the respective doses of 10, 20 and 30 t ha⁻¹ and 4, 8 and 16 t ha⁻¹ + the control treatment without fertilization. For all production and water variables, both sources showed linear growth with the addition of doses. For PMV and PMS, the maximum manure dose showed an increase of 74.05% and 71.96% and ash of 52.68% and 61.2 respectively in relation to the control treatment. For EUC, the maximum doses of manure and ash (30 and 16 t ha⁻¹ respectively) increased by 71 and 38.78% with less water use per unit of biomass produced of 102.6 and 223.9 m³ of water t MS⁻¹ in a 480-day cycle. The use of the two sources of fertilization contributed to the productive yield and water efficiency, optimizing the production of forage palm in the rainfed production system.

Key-words: Vegetable ash. Water efficiency. Bovine manure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estação experimental de Alagoinha – EMPAER.....	24
Figura 2 – Precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental (Fonte: Estação Experimental de Alagoinha – PB) e temperatura mínima, média e máxima (Fonte:Climatempo).	24
Figura 3 – Plantio de Palma forrageira Var. Palmepa – PB1 (<i>Nopalea cochinilifera Salm Dyck</i>).....	26

LISTA DE SIGLAS

CAM – Metabolismo Ácido das Crassuláceas

CASP – Capacidade de Suporte

DAP – Dias Após o Plantio

EMPAER – Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária

EUC – Eficiência de Uso da Chuva

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MF – Massa de Forragem

MS – Matéria Seca

MV – Matéria Verde

PMV – Produtividade de Matéria Verde

PMS – Produtividade de Matéria Seca

TAF – Taxa de Acúmulo de Forragem

TAMS – Taxa de Acúmulo de Matéria Seca

PH₂O – Produtividade de água

PH – Pegada Hídrica

PV – Peso Vivo

SAB – Semiárido Brasileiro

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo da área experimental	25
Tabela 2 – Característica químicas das fontes (esterco e cinza) usadas na adubação da palma forrageira var. Palmepa – PB1	25
Tabela 3 – Características produtivas e eficiência hídrica da palma forrageira em função dos níveis de adubação orgânica com esterco bovino.....	29
Tabela 4 – Características produtivas e eficiência hídrica da palma forrageira em função dos níveis de adubação orgânica com cinza vegetal	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	A IMPORTÂNCIA DA PECUÁRIA PARA O SEMIÁRIDO	16
2.3	ADUBAÇÃO NA PALMA	20
2.4	ESTERCO BOVINO NO RENDIMENTO DA PALMA	22
2.5	CINZA NO RENDIMENTO DA PALMA	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1	LOCALIZAÇÃO E EXECUÇÃO EXPERIMENTAL	23
3.2	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO	24
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	24
3.4	PLANTIO DA PALMA.....	25
3.5	MANEJO E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	26
3.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Diante as condições que caracterizam o Semiárido brasileiro (SAB), pode-se afirmar que a ausência de precipitações de chuvas por um longo período, bem como a má distribuição e altas temperaturas apresentadas, tornam vulnerável a continuação das atividades nos sistemas de produção. Para o sistema de produção pecuária, a alimentação é o fator que demanda mais custos, seja para qualquer categoria de animal. De maneira geral, a otimização na produção de alimentos proporciona ao pecuarista ganhos econômicos significativos e competitividade de mercado.

Pereira *et al.* (2008), ressaltaram que em regiões com variabilidade hídrica como o semiárido brasileiro a produção de alimentos necessita de cuidados especiais no que se refere às forrageiras mais adaptadas às condições edafoclimáticas. Dentre as características edafoclimáticas evidenciadas nas regiões semi áridas quentes do mundo, temos: Secas periódicas com cheias frequentes dos rios intermitentes, no qual os solos que possuem origem cristalina, arenosos, rasos, salinos são em grande parte pobres em elementos minerais, bem como em matéria orgânica, além de solos pouco permeáveis, propensos à erosão, consequentemente de mediana fertilidade natural (BEZERRA, 2002).

A palma forrageira possui características desejadas para regiões com déficit hídrico como o semiárido, apresentando adaptações morfofisiológicas e anatômicas, elevando sua eficiência de uso da água sem deixar de possuir alta produção de biomassa com elevados teores energéticos e acúmulo de água, favorecendo o sistema de produção como um todo (Dubeux Júnior *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2011).

Na palma evidencia-se a presença de folhas modificadas que constituem uma estrutura anatômica peculiar, contendo folhas em forma de espinhos rígidos, pontiagudos considerados rudimentares e afiados, capaz de proteger fisicamente as plantas de possíveis ataques de animais herbívoros, embora não seja muito eficaz contra insetos e pragas. Além de dispor de caule do tipo cladódio (comumente conhecido por raquete) que se caracteriza pelo aspecto volumoso (carnudo), de coloração verde e achatados, sendo ele classificado de acordo com a sua inserção, seja ele primário ou secundário, tendo como base a disposição sobre o crescimento (Vidal 2003; Marques *et al.*, 2017).

A palma forrageira é largamente cultivada em toda região semiárida, sendo a Paraíba o terceiro estado mais produtivo e o terceiro com propriedades rurais que possuem essa cactácea utilizada na alimentação animal (IBGE, 2017). Porém, apesar da grande importância

do cultivo da palma para o semiárido, o sistema de produção e utilização dessa forragem ainda deixa a desejar, principalmente devido à baixa tecnologia de manejo, ocasionando uma menor produtividade e eficiência de uso da terra inferior aquela que a cultura poderia alcançar, se comparado com outras forragens (Donato *et al.*, 2014).

A prática de adubação contribui muito para o sucesso do sistema de produção da palma forrageira, porém, em razão da elevada variabilidade hídrica e baixa precipitação nas regiões semiáridas, a adubação mineral é pouco utilizada pelos agricultores e pecuaristas (Garrido *et al.*, 2008). Para contornar esse problema empregado a adubação orgânica de baixo custo, no entanto, o seu uso ainda é em condições empíricas, sendo necessário uma investigação mais precisa com diferentes fontes e doses para otimizar o sistema de produção da palma forrageira.

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 N e P (Donato *et al.*, 2014). Esses elementos juntos presentes no esterco, em doses adequadas, podem promover incrementos produtivos maiores do que aplicados isolados com a adubação mineral, pois participam juntos em reações fotossintéticas e metabólicas da planta (Marschner, 2012).

É através de processos multiregulados e integrados ao metabolismo geral, que ocorre a absorção e assimilação N nas plantas. A multiregulação que ocorre conforme o metabolismo do N torna complexa a identificação de pontos metabólicos específicos e que sejam mais limitantes para o incremento da produtividade (Bredemeier e Mundstock, 2000). Contudo, o N enquanto fonte de adubo e o local de assimilação, também são importantes, especialmente em condições de crescimento nas quais a disponibilidade de energia é um fator limitante.

A passagem de nitrato (NO_3^-) e do amônio (NH_4^+) ocorre por meio da membrana plasmática (plasmalema) presente nas células da epiderme e do córtex da raiz, no qual ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio (LARSSON & INGEMARSSON, 1989). Após a sua entrada na célula, o nitrato pode ser reduzido a nitrito NO_2^- , e no citosol, através da enzima redutase do nitrato (RN), que logo em seguida é convertido a amônio NH_4^+ no plastídio, por meio da enzima redutase do nitrito (RNi) (Bredemeier e Mundstock, 2000).

O amônio, por sua vez é incorporado em aminoácidos pelas enzimas sintetase da glutamina (GS) e sintase do glutamato (GOGAT), constituindo a glutamina (GLN), glutamato

(GLU) e outros aminoácidos e seus metabólitos (CRAWFORD, 1995). Em contrapartida o (NO_3^-) e o (NH_4^+) podem ser transportados pelos carregadores específicos presentes nas células através do tonoplasto e armazenados no vacúolo, para em seguida serem reduzidos no citosol na mesma ou serem translocados inalterados para a parte aérea da planta.

Já nos colmos e folhas, o nitrato é reduzido a nitrito pela ação da enzima RN e o amônio, através da enzima RNi. O amônio, por sua vez é incorporado em aminoácidos pelas enzimas GS e GOGAT. Sendo estes elementos armazenados no vacúolo das células para posterior redução e utilização (KING *et al.*, 1993; CRAWFORD, 1995).

Muitas indústrias utilizam as plantas como fonte de energia para produção, dentre elas a indústria de cerâmica, papel e celulose, tendo como resíduo a cinza, que muitas das vezes não é aproveitada (Prado *et al.*, 2002). A cinza apresenta em sua composição grandes quantidades de nutrientes, dentre eles o K, sendo considerada a melhor fonte natural deste elemento (Darolt; Osaki, 1991).

Além disso, os pesquisadores Taiz e Zeiger (2013) ressaltam que o potássio (K) é o nutriente mais exportado pela palma forrageira, pois o mesmo é utilizado no controle estomático reduzindo a condutância das células, perdendo menos água para o meio. Contudo, o excesso desse elemento pode proporcionar toxidez na planta, necrosando e até mesmo causar a morte. Isso comprova a necessidade de investigações científicas para avaliar as fontes e doses a serem utilizadas na adubação.

Mediante ao que foi exposto no presente trabalho, pretende-se com este estudo avaliar as características morfológicas, produtivas e hídricas da palma forrageira Palmepa – PB1 (*Nopalea cochinilifera Salm Dyck*) no semiárido em regime de sequeiro, submetida a influência de diferentes níveis de adubação orgânica contendo o esterco bovino e cinzas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DA PECUÁRIA PARA O SEMIÁRIDO

O semiárido é caracterizado por apresentar um longo período de estiagem, bem como a ocorrência de má distribuição das chuvas ao longo do ano, ocasionando irregularidades na oferta de forragem, tornando-se um fator limitante para a produção animal nessas regiões. Ainda assim, a criação de bovinos, caprinos e ovinos, destaca-se como a mais importante das atividades já desenvolvidas na pecuária nordestina (Campos, 2017).

Tal qual reitera a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (2017) na proposição N° 113/2017, dentre os estados que integram o semiárido brasileiro, sendo estes responsáveis por aproximadamente 10% de todo o território nacional, está o Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais.

O principal trunfo da pecuária brasileira tropical é o manejo de pastagem de modo intensivo, e que favorece o cumprimento das metas estabelecidas, assim como foi instituído no Acordo de Paris (Vendramini., 2020).

Através do estudo realizado por Tinôco *et al* (2018), no qual se analisou os padrões de precipitação no semiárido brasileiro, concluiu-se que o Semiárido Brasileiro (SAB), é responsável por um dos piores indicadores de desenvolvimento econômico do Brasil. E que a principal atividade econômica é a produção de grãos, como milho e feijão, que são itens básicos da alimentação, além do desenvolvimento da pecuária.

O pesquisador descreve que a atividade agropecuária ainda é, em grande parte, desenvolvida por meio da agricultura familiar. Entretanto, as condições climáticas, meteorológicas e de precipitação, ainda são fatores determinantes para manter o pleno desenvolvimento e continuidade das atividades substanciais na região. Desta forma, faz-se necessário o conhecimento de padrões de precipitação no SAB, pois assim será tangível se fornecer suporte técnico-científico e subsidiar a elaboração de políticas públicas a fim de mitigar e adaptar às variações climáticas.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2020), dentre as grandes regiões, o aumento do rebanho bovino ocorreu em maior fração no Nordeste, avançando 2,7%. Por outro lado, o Centro-Oeste concentrou o equivalente a um

terço do rebanho do país (34,5%), seguido pelo Norte (23,1%), que vem expandindo-se nos últimos anos. Atualmente, o Brasil destaca-se como o segundo maior produtor com rebanho bovino do mundo e o principal exportador deste tipo de carne. Devido à leve alta de 0,4% que colaborou com a marca de 214,7 milhões de cabeças de gado.

Segundo o IBGE (2020), o valor de produção dos principais produtos pecuários aumentou cerca de 9%, totalizando ao equivalente de R\$ 59,3 bilhões. Entretanto, 72,8% deste valor corresponde apenas à produção de leite. Já o excedente está distribuído em ovos de galinha 25,6%, mel 0,8%, ovos de codorna 0,6%, lã 0,1% e casulos de bicho da seda 0,1%. Contudo, Fortaleza *et al* (2009) afirma que com a produção animal, os gastos com alimentação poderão variar, podendo chegar ao equivalente a 80% dos custos utilizados na criação de bovinos de corte.

O Brasil só se tornará referência mundial em segurança alimentar, a partir do momento em que por meio de boas práticas de gestão, uso adequado de insumos, genética, integração e contribuindo com o aproveitamento de resíduos, será capaz de transformar alimentos pobres e não digeríveis pelo ser humano em proteína nobre de altíssima qualidade (VENDRAMINI, 2020).

2.2. A IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA

Diante dos reflexos climáticos da região semiárida, a palma forrageira torna-se uma opção viável para contornar a redução de forragem nas épocas de seca, visto que a cultura requer uma baixa necessidade hídrica (Siqueira, 2018).

A palma forrageira apresenta inúmeras finalidades dentre elas está o seu uso na nutrição animal e humana, bem como na produção de medicamentos, cosméticos, corantes, na conservação e recuperação de solos, sendo ainda utilizada para a construção de cercas vivas e no paisagismo. Além disto, a sua fração lignocelulósica pode ser usada para a produção de biocombustíveis (Alencar, 2018).

Sua utilização na nutrição animal pode se dá através da oferta *in natura*, ensilado, em forma de farelo, como composto farelado enriquecido e ainda como ingrediente chave presente na culinária nordestina, no entanto, consolidou-se no semiárido como forrageira, em virtude de sua fundamental importância para os diversos sistemas de produção pecuários,

setor este que apresenta grande importância social e econômica para a região, apesar do baixo desempenho produtivo, em virtude da escassez de alimentos e de plantas forrageiras de qualidade (SIQUEIRA, 2018).

Pertencente ao grupo das crassuláceas, da qual apresenta uma adaptação na condutância estomática referente a abertura dos estômatos durante a noite e oclusão durante o dia. Dentre os muitos atributos estruturais, fisiológicos e bioquímicos existentes no metabolismo CAM, também há as alterações nos padrões de carboxilação e descarboxilação, responsáveis pelo transporte de grandes quantidades de malato para dentro e para fora dos vacúolos e a inversão da periodicidade dos movimentos estomáticos.

A diferença de pressão de vapor que há da folha para o ar corrobora para acionar a transpiração ao longo do dia, sendo reduzida significativamente durante a noite, quando se esfriam a folha e o ar. (TAIZ, 2017). Em detrimento disso, a eficiência no uso da água de plantas CAM está entre as mais altas. Sendo capaz de uma única planta CAM, adquirir 1 g de matéria seca através de apenas 125 g de água utilizada, logo que é 3 a 5 vezes maior que a de uma planta do tipo C3.

Em estudos conduzidos por Leite *et al.* (2014) realizado no Cariri paraibano, observaram que o principal objetivo do plantio da palma forrageira, deve-se ao seu uso na alimentação animal, fazendo parte de cerca de 98% das unidades produtivas, sendo ofertada como principal forragem. Entretanto, devido a sua grande procura pelos pecuaristas, bem como o aumento da sua valorização comercial, chegando a algo em torno 1,5% dos produtores, embora irrisório, o perceberam como um nicho de mercado para a produção da espécie forrageira. Segundo afirma o autor, de acordo com o depoimento dos produtores, quando não havia o cultivo da palma forrageira suficiente para atender a demanda de sua produção, efetuava-se a compra aos demais agropecuaristas.

Marques (2017) em estudo avaliando as características agrônomicas da palma, além da sua utilização na alimentação animal, com foco na nutrição de bovinos, destacou ao concluir sua pesquisa que é necessário que haja o cultivo de palma nas regiões semiáridas, como estratégia de oferta de forragem, devido à adaptação à seca, e dispor de boa produtividade de matéria seca e ter bom valor nutricional. Além disso, que sejam selecionados cultivares resistentes a doenças e pragas, como é o caso da Cochonilha do Carmim.

De acordo com Wanderley *et al.* (2002), esta espécie de cactácea distingue-se por apresentar caráter de um alimento succulento, rico em água e mucilagem, apresentando teores significativos de minerais, principalmente de cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg). Além de altos teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS), considerados de fácil absorção pelo intestino e empregue como principal fonte de energia pelo organismo.

Diferentemente de outras forragens, a palma forrageira dispõe de baixo percentual de parede celular e alta concentração de carboidratos não-fibrosos, possuindo o equivalente a 28% de fibra em detergente neutro, 48% de carboidratos não-estruturais, 7,4% de ácido galacturônico e 12% de amido (BATISTA *et al.*,2003). Tal como pode ser utilizada de distintas formas, sendo ela ofertada picada fresca, como alimento único ou como componente de dieta completa, no qual é proposto inclusive em sistema de pastejo direto para a alimentação de bovinos (Marques, 2017).

A inclusão da palma forrageira Miúda quando em substituição ao feno de tifton para novilhos, apresentou comportamento quadrático para o consumo de matéria seca (CMS) e matéria orgânica digestível (MOD), obtendo valores superiores ao estimados de 8,89 e 5,75 kg/dia com inclusão máxima de palma em 339 e 418 g/kg (Siqueira, 2017).

Em estudo realizado por Monteiro (2019) constatou-se que é possível substituir 100% de Miúda pelo genótipo OEM para vacas leiteiras de alta produção, sem prejuízo no consumo de MS e demais nutrientes, destacando o genótipo OEM como uma nova opção de forragem para pequenos sistemas pecuários em regiões semiáridas, proporcionando diversificação agrícola.

Segundo Araújo *et al* (2019) A palma Miúda, comumente conhecida como palma Doce, exibe características como o porte pequeno e caule ramificado, onde sobressai-se por apresentar elevado teor de matéria seca e carboidratos. Além disso, dispõe de raquetes pequenas, com tamanho variando entre 18 cm x 9 cm e 25 cm x 10 cm de comprimento e largura, respectivamente, e peso médio em torno de 350 g. Pode chegar a produzir em média 40 raquetes por planta, ainda no primeiro ano de cultivo, sem uso de irrigação.

Diante disso, dados aos registros é provável que após 2 anos de efetuado o plantio, que se atinja em produtividade o equivalente a 299,8 t/ha de massa verde, com densidade de 20 mil plantas/ha. Esta variedade apresenta menor resistência à seca e é mais exigente em fertilidade do solo, sendo mais indicada para regiões de climas amenos. Nestas condições

pode superar em produtividade a palma Baiana e a Orelha de Elefante Mexicana (ARAÚJO, 2019).

2.3 ADUBAÇÃO NA PALMA

A adubação orgânica apresenta diversas vantagens, dentre elas estão às relacionadas às características físico-químicas e biológicas do solo, no que tange sobre a diminuição do processo de erosão, ampla disponibilidade de nutrientes para as plantas, aumento da capacidade de retenção de água, pequena diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite, estimulação da atividade biológica, aumento da taxa de infiltração e maior agregação de partículas do solo. Além dos benefícios já mencionados, ainda há a redução dos impactos ambientais que poderiam ser causados devido a esses resíduos, bem como a questão da decomposição e mineralização, que ambas ocorrem lentamente, tornando-se fonte duradoura de nutrientes (EMBRAPA, 2011).

Embrapa (2011) afirma em sua todo o resíduo orgânico, desde que não apresente toxicidade ou esteja contaminado poderá ser utilizado neste processo. Ressalta-se que mesmo utilizando destes materiais, poderá não haver a disponibilidade de todos os nutrientes ou que os mesmos estejam em quantidades balanceadas. Pois dependerá unicamente da procedência da matéria-prima utilizada no processo. Desta forma, se necessário, poderá ser feito o uso de adubos químicos.

Em trabalho executado por Dos Santos (2018) com o intuito de avaliar o efeito do espaçamento e adubação orgânica, sobre o crescimento e produtividade da palma forrageira, utilizou tais adubos orgânicos: Substâncias Húmicas (SH), Algas Marinhas (AM), Bocashi (B) e tratamento controle, sem adubação (T). E evidenciou por meio de seus dados, que no espaçamento de $1 \times 0,5$ m, as parcelas que foram adubadas com substâncias húmicas apresentaram NCP superior às parcelas sem adubação. Já os que realizaram adubações com algas marinhas, bocashi e testemunha não houve diferenças significativas. Em contrapartida, o CC nas parcelas adubadas com o bocashi foi maior.

Considerando o espaçamento de $1 \times 0,5$ m, o CL no tratamento contendo substâncias húmicas apresentou-se superior à testemunha, mas igual aos tratamentos algas marinhas e bocashi. Quanto à EC, verificou-se que, nas parcelas adubadas com composto bocashi no espaçamento 1×1 m, foi 22% melhor se comparado aos tratamentos de substâncias húmicas,

algas marinhas e testemunha. Dentre os principais efeitos observados sobre as variáveis de crescimento da palma forrageira como (NCP, CC, LC e EC), notou-se aumento significativo a partir do segundo ano, mediante a utilização de adubação com substâncias húmicas, algas marinhas e bocashi, certamente influenciado pela adaptação da palma no primeiro ano de estabelecimento.

Já Silva (2018), avaliando a produtividade da palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica no semiárido paraibano observou que estatisticamente os tratamentos que receberam adubação orgânica alcançaram médias consideravelmente superiores, em questão do número de cladódios obtidos por planta, quando comparado com ao grupo testemunha. Além disso, os melhores resultados referente ao peso médio dos cladódios, foi alcançado devido ao uso do esterco bovino com lâmina de 3,5 L/ semana, atingindo 680 g ao término.

Diante disso o autor infere que este resultado deve-se ao fato dos cladódios apresentarem maior espessura, largura e comprimento. E ressalta que, como na maioria das vezes o tamanho das raquetes de uma mesma classe na planta é similar, tal variável poderá ser utilizada como um bom indicador geral. Entretanto, o esterco caprino apresentou maior efetividade na obtenção melhores valores do número de cladódios por planta e produtividade.

2.4 ESTERCO BOVINO NO RENDIMENTO DA PALMA

O esterco bovino ostenta potencial para ser uma alternativa viável, devido a apresentar baixo custo, bem como é composto a partir de material disponível nas propriedades rurais. Entretanto, deve-se ter cautela, quanto ao seu uso, pois quando utilizado em grandes proporções, pode ocasionar mais prejuízos do que benefícios à produção das mudas (LISBOA,2018).

Segundo Santos (2006) Quando se utiliza o esterco fresco ao invés do curtido, poderá ocorrer o surgimento de insetos, dentre eles estão as larvas do besouro *Ligyris spp.*, popularmente conhecido como pão de galinha ou bicho bolo, que devido a umidade presente no adubo, provocando o apodrecimento das raquetes da palma.

Conforme Matos (2017) descreve, os atuais sistemas de manejo de produção de leite (orgânico e convencional), possuem a capacidade de influenciar nas características químicas e físico-químicas dos dejetos animais, por conseguinte, nos biofertilizantes gerados.

Barros *et al* (2016) afirma que ao avaliar em seu projeto as características estruturais, bromatológicas e de produtividade da palma forrageira gigante, sob diferentes espaçamentos e doses de adubo orgânico, que alcançou melhorias utilizando como incremento doses de esterco bovino de até cerca de 90 Mg ha⁻¹, em razão das características estruturais e de rendimento da palma, devido a apresentar aumento significativo do número de cladódios por planta, índice de área de cladódios, altura por planta, produção de massa verde e seca, independente dos espaçamentos utilizados. O autor ainda informa que ao valer-se desta mesma dose, obteve aumento dos teores de proteína bruta e fibra em detergente ácido, bem como diminuir os teores de matéria seca da palma forrageira gigante.

2.5 CINZA NO RENDIMENTO DA PALMA

A cinza é produto decorrente da combustão parcial e variável da madeira, tornando a sua composição qualitativa e quantitativa, dependente da biomassa utilizada, da temperatura de carbonização, que é responsável pela maior ou menor sublimação dos componentes químicos, e da adoção ou não da requeima (Maeda *et al.*, 2008).

A cinza já foi a única forma a ser empregada como adubação potássica na agricultura, até que houvesse a descoberta das jazidas de sais potássicos solúveis. Entretanto,

ao longo dos anos, tal prática vem sendo perdida, mesmo havendo relação direta entre o seu uso e a agricultura. Em campo, as cinzas de origem vegetal, tal como a da madeira podem ser utilizadas como corretivo da acidez do solo, por apresentarem em sua composição química, nutrientes e bases trocáveis, e ainda promover a reciclagem, contribuindo com a redução dos problemas ambientais provenientes do acúmulo desse material no meio (Campanharo *et al.*, 2008).

Segundo Oliveira *et al* (2006), devido a esse substrato apresentar características consideráveis de macronutrientes e micronutrientes, além disso ainda possuir parâmetros nutricionais de corretivo de acidez do solo, poderá ser utilizado como adubo. O autor afirma que é imprescindível que haja estudos, para indicar as quantidades adequadas, visto que seu uso indiscriminado poderá ocasionar efeitos ao solo e à planta, bem como em relação ao custo benefício e a sua utilização.

De acordo com Maeda *et al* (2008) a aplicação de doses de cinza de biomassa vegetal sob o solo é capaz de reduzir a acidez, aumenta a saturação por bases e os teores de Ca, Mg, K e P.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E EXECUÇÃO EXPERIMENTAL

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). A região apresenta clima quente e úmido, com chuvas de outono-inverno, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A precipitação média anual é de 995 mm, com estação chuvosa estável 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 classifica-se como Planossolo Eutrológico (Santos *et al.*, 2013).

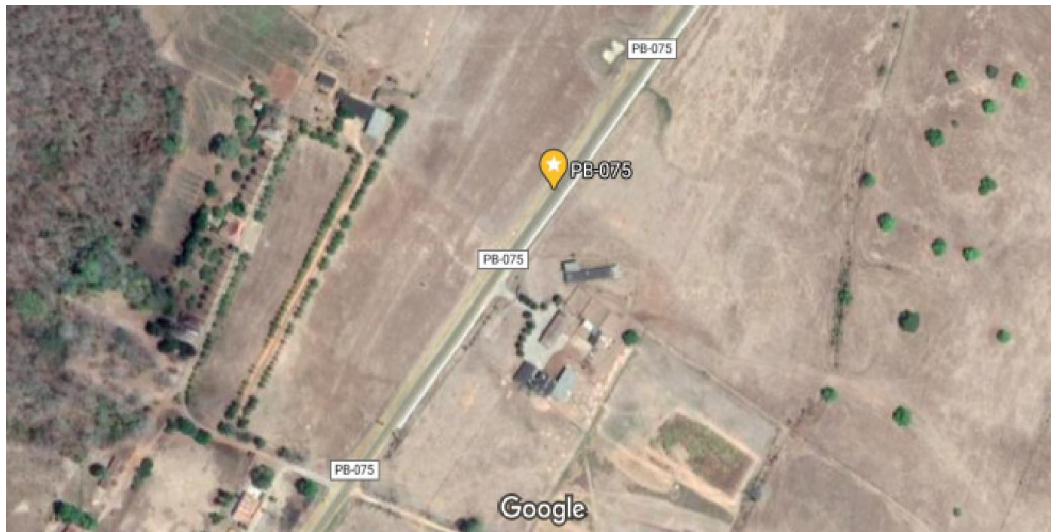


Figura 1 – Estação experimental de Alagoinha – EMPAER

3.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO

Ao longo do período experimental foi realizado o monitoramento dos dados pluviométricos, através da estação meteorológica convencional a poucos metros da área de cultivo.

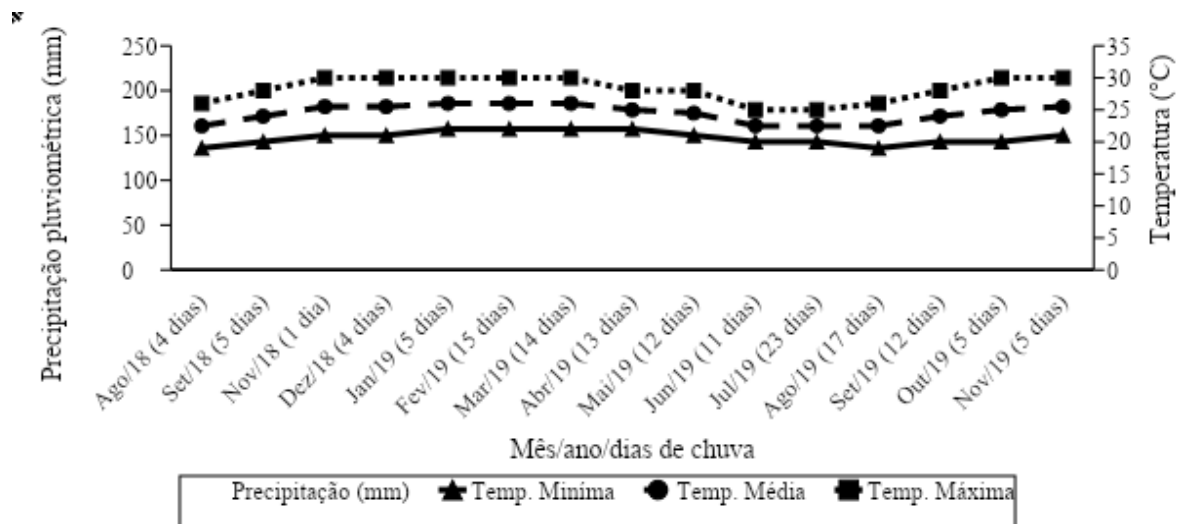


Figura 2 – Precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental (Fonte: Estação Experimental de Alagoinha – PB) e temperatura mínima, média e máxima (Fonte: Climatempo)

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Na **Tabela 1** está descrita as características químicas e físicas do solo e na **Tabela 2** temos as características químicas das fontes de adubação, onde a coleta das amostras foi

realizada a cerca de 0,20 m de profundidade, bem como foram distribuídas as fontes de adubação orgânica (esterco e cinza vegetal). As amostras coletadas seguiram para análises no Laboratório de Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada na cidade de Areia – PB.

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

Ph	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	CTC	M.O.	Areia	Silte	Argila	
H ₂ O	--mg/dm ³ --			-----cmol _c /dm ³ -----				-----g/kg-----					
(1:2,5)	4,5	7,98	86,67	0,06	3,07	0,40	2,09	0,76	3,13	6,20	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

De acordo com a análise de solo realizada, o pH do solo da área experimental estava ácido. Sendo ele determinado através da concentração de íons de hidrogênio (H⁺).

Tabela 2 – Característica químicas das fontes (esterco e cinza) usadas na adubação da palma forrageira var. Palmepa – PB1

Fonte	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Esterco	15,23	34,61	10,62	24,03	22,26	2,92
Cinza	1,40	10,33	674,78	159,43	42,88	6,85

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

3.4 PLANTIO DA PALMA

O plantio da palma foi realizado em abril de 2019 e realizada a adubação de fundação com as seguintes fontes: esterco e cinza. Para o plantio foi utilizada 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 houve necessidade, foram feitos os tratamentos manuais com o emprego de capinas para o controle de plantas de crescimento espontâneo ou também conhecidas por plantas oportunistas.



Figura 3 – Plantio de Palma forrageira Var. Palmepa – PB1 (*Nopalea cochinilifera* Salm Dyck)

3.5 MANEJO E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para as variáveis produtivas e hídricas foram estimados os dados quanto à produtividade de matéria fresca (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 com 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 dos teores de matéria seca (MS) deu-se por meio da pré-secagem em estufa a 65°C até peso constante (amostra seca ao ar), que em seguida foi feita a moagem em moinho de facas utilizando uma peneira de 2 mm e secada em estufa a 105° C por 16 horas

(amostra seca em estufa). Posteriormente, já com os dados de porcentagem de matéria seca (MS%) em mãos, houve a mensuração da PMS através da PMV. Logo 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 produtividade de água (PH₂O) foi determinada através da Produtividade de Matéria verde (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. Onde foi estimado com base na chuva ocorrida aos 480 DAP. Para avaliar a PH utilizamos a metodologia de Hoekstra *et al.*, (2011).

Conforme demonstra o estudo de Hoekstra *et al* (2011) A pegada hídrica de um indivíduo é determinada com base no volume total de água doce consumida e poluída utilizada para a produção de produtos e serviços usados pelo indivíduo. A pegada hídrica de um grupo de indivíduos consiste na soma de pegadas hídricas dos indivíduos. O tamanho da pegada hídrica global é influenciado especialmente devido ao consumo de alimentos e outros produtos agrícolas. (Hoekstra e Mekonnen, 2012).

Determinaram-se 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 ser determinada a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS, g MS dia⁻¹ planta⁻¹) através do produto entre TAF e o teor de MS.

Realizou-se uma simulação da capacidade de suporte (CAPS) da palma forrageira em função das fontes de 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. Para efetuar o cálculo foi utilizada a seguinte 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).

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi realizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC), contendo três repetições, sendo os tratamentos compostos por duas fontes de adubação orgânica: esterco bovino e cinza + o tratamento controle sem adubação. O esterco utilizado no presente estudo é proveniente da estação experimental de Alagoinha – PB, pertencente à EMPAER e as cinzas empregadas são provenientes de uma indústria de cerâmica localizada na mesma cidade.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o modelo PROC MIXED através do software Statistical Analysis System 9.4 (SAS 2002), onde foi utilizada a análise de variância e regressão em nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos dados apresentados na **Tabela 3**, fica claro que a adubação com esterco bovino contribui com a obtenção do maior índice de PMV e PMS diante do emprego de 30 t ha⁻¹, onde à medida que se aumentou as dosagens à produção também aumentou, sendo o modelo linear o que melhor representou este efeito. Para a PMV e PMS a máxima dose apresentou efeito linear crescente, com aumento de 25,59 t ha⁻¹ para 98,64 t ha⁻¹ e 3,07 t ha⁻¹ para 10,95 t ha⁻¹ respectivamente, isso representa um crescimento de 74,05% e 71,96%.

Tabela 3 – Características produtivas e eficiência hídrica da palma forrageira em função dos níveis de adubação orgânica com esterco bovino

Variáveis	Doses de esterco (t ha ⁻¹)				Equações	r ²	Valor-P		EPM
	0	10	20	30			L	Q	
PMV	25,59	51,55	75,23	98,64	$\hat{y}=26,25 + 2,43x$	0,99	0,0003	0,7935	10,84
PMS	3,07	4,81	8,50	10,95	$\hat{y}=2,733 + 0,2733x$	0,98	0,0002	0,8319	1,17
MF	2,55	5,15	7,52	9,86	$\hat{y}=0,195 + 2,43x$	0,99	0,0001	0,7935	1,08
EUC	2,73	4,20	7,50	9,70	$\hat{y}=2,38 + 0,243x$	0,98	0,0002	0,8319	1,04
PH ₂ O	22,51	46,74	66,73	87,68	$\hat{y}=2,04 + 21,55x$	0,99	0,0004	0,7500	9,68
PH	366,2	233,5	132,2	102,6	$\hat{y}=324,2 - 0,0099x$	0,94	0,0012	0,4509	92,4
TAF	5,33	10,74	15,67	20,55	$\hat{y}=0,425 + 5,059x$	0,99	0,0003	0,7935	2,26
TAMS	0,63	0,96	1,72	2,26	$\hat{y}=0,02 + 0,565x$	0,98	0,0002	0,7611	0,23
CASP	27,29	42,75	75,67	97,41	$\hat{y}=0,04 + 24,328x$	0,98	0,0002	0,8319	10,41

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 (t ha⁻¹); PH=Pegada hídrica (m³ de água t MS⁻¹); TAF=Taxa de acúmulo de forragem (g massa verde dia⁻¹ planta⁻¹); TAMS=Taxa de acúmulo de matéria seca (g massa seca dia⁻¹ planta⁻¹); CASP=Capacidade de suporte (unidade de ovino). r²=coeficiente de determinação; P=probabilidade; L=linear; Q=quadrado; EPM=erro padrão da média.

Conforme indicam os resultados, à medida que cada tonelada de esterco bovino foi sendo adicionado ao solo, coincidiu com o considerável ganho de PMV que foram de 7,4, 3,7 e 2,4 t ha⁻¹ e para a PMS foram de 0,83, 0,41 e 0,27 t ha⁻¹ com as doses 10, 20 e 30 t ha⁻¹ respectivamente.

O ganho expressivo na produção da palma forrageira está diretamente associado a MF que apresentou ganho crescente à medida que se aumentava a adubação, bem como a precipitação ocorrida no período experimental, embora houvesse sazonalidade ao longo dos meses, foi acima da média anual para a região (1.124 mm), portanto, possivelmente contribuiu para mineralização e decomposição do esterco adicionado ao solo.

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. Donato *et al.*, (2014), afirmam que essa cactácea altera seu comportamento fisiológico apresentando aumento significativo no crescimento e na produtividade de massa verde e seca.

Marschner (2012), ao realizar um estudo avaliando a composição química do esterco bovino e sua reação química no solo, verificou que o esterco ao ser adicionado ao solo aporta todos os nutrientes essenciais, como o Hidrogênio (H), Carbono (C) e Oxigênio (O) no qual são obtidos por meio da água ou através do Dióxido de carbono e expressos em porcentagem, além disso temos os Macronutrientes, são eles: Nitrogênio (N), Potássio (K) Cálcio (Ca) Magnésio (Mg) Fósforo (P) Enxofre (S) Silício (Si) e Micronutrientes Cloro (Cl), Ferro (Fe), Boro (B), Manganês (Mn), Sódio (Na), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Molibdênio (Mo) ambos obtidos através do solo, sendo os Macros expressos em porcentagem e os Micros em parte por milhão (PPM) (Epstein 1972;1999). No entanto, verificou-se em maiores quantidades o P e N.

O autor afirmou que a adição do esterco aumenta o teor desses nutrientes disponíveis para a planta (na forma orgânica solúvel) e a mobilidade no perfil do solo. A mobilidade dos nutrientes presentes no perfil do solo pode afetar significativamente a sua disponibilidade aos vegetais (Kepkler & Anghinoni, 1996) Portanto, justifica o incremento na produção da palma com as doses crescentes do esterco, principalmente porque o N participa promovendo o crescimento vegetativo que reflete na absorção de luz e o P contribuindo para a formação de raízes e crescimento da palma, proporcionando maior acúmulo de reservas orgânicas.

No que se refere ao potássio pode-se dizer que o primeiro sintoma visível da deficiência de potássio é a clorose, onde é identificado através do seu formato de manchas ou presente às margens da folha, que logo em seguida evolui para um quadro de necrose, com maior ocorrência nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras. Já nas monocotiledôneas, essas lesões necróticas podem se formar inicialmente nos ápices foliares e nas margens, tendendo em seguida a se estender em direção à base (Taiz e Zeiger, 2017).

Segundo afirma o autor Taiz e Zeiger em seu livro com base em trabalhos já publicados (2017) Devido ao potássio poder ser remobilizado para as folhas mais jovens, os sintomas surgem inicialmente nas folhas mais velhas, próximas à base da planta. E as folhas

podem também se enrolar e enrugar. Quanto aos caules de plantas deficientes em potássio, podem ser delgados e fracos, com ocorrência de entrenós anormalmente curtos. Em milho deficiente em potássio, às raízes podem ter uma suscetibilidade aumentada a fungos da podridão da raiz presentes no solo, essa suscetibilidade, junto com os efeitos caulinares, resulta em uma tendência de tombamento fácil da planta no solo (acamamento).

Já em questão do nitrogênio, ele é considerado como um dos elementos minerais que é requerido em maiores proporções, devido a atuar como constituinte de inúmeros componentes celulares vegetais, dentre eles estão a clorofila, os aminoácidos e os ácidos nucleicos. Devido a este fato, a deficiência de nitrogênio ocorre rapidamente inibindo o crescimento vegetal. Quando há a persistência desta deficiência, grande parte das espécies demonstram estar com clorose (amarelecimento das folhas), principalmente nas folhas mais velhas e próximas à base da planta (Taiz e Zeiger, 2017).

Contudo, o autor menciona que quando sob efeito de forte deficiência de nitrogênio, essas folhas passam a expor folhas completamente amarelas ou de coloração castanha e em seguida desprendem-se da planta. As folhas mais jovens podem até não demonstrar inicialmente tais sintomas, entretanto, é possível que o nitrogênio seja mobilizado através das folhas mais velhas. Logo, uma planta deficiente em nitrogênio poderá apresentar folhas superiores com colorações verde-claras e folhas inferiores amarelas ou castanhas.

No momento em que a deficiência de nitrogênio se processa lentamente, é possível que as plantas tenham caules pronunciadamente delgados e frequentemente lenhosos. Esse caráter lenhoso pode ser devido a um acúmulo dos carboidratos em excesso, que não podem ser usados na síntese de aminoácidos ou de outros compostos nitrogenados. Os carboidratos não utilizados no metabolismo do nitrogênio podem também ser empregados na síntese de antocianina, levando à acumulação desse pigmento. Essa condição revela-se pela coloração púrpura de folhas, pecíolos e caules de plantas deficientes em nitrogênio, de algumas espécies como tomateiro e algumas variedades de milho (*Zea mays*).

Sendo assim, constata-se a importância da utilização de esterco na adubação da palma forrageira no semiárido, apontando elevado incremento na produtividade, em especial devido à disponibilidade deste material na maioria das propriedades rurais dessa região, no entanto, ainda são poucos que a usam como alternativa no manejo de produção.

Para as características hídricas de eficiência de uso de chuva (EUC) e produtividade de água PH_2O a equação que se ajustou satisfatoriamente foi à linear crescente ($p < 0,05$). Já as

doses 10, 20 e 30 t ha⁻¹ apresentaram incremento de 35, 63 e 71% para EUC e 51, 66 e 74% PH₂O se comparado ao tratamento sem adubação, caracterizado por um rendimento forrageiro da palma com menor uso de água aumentando a eficiência hídrica e acúmulo de água perante a adição das doses.

A dose mais produtiva foi também a que apresentou melhor EUC e PH₂O, esse resultado é justificado possivelmente devido à maior MF da planta, corroborando com o aumento da sua eficiência na utilização da água, que quanto maior foi à produção de biomassa, os cladódios apresentaram-se mais eficientes quanto a sua capacidade em armazenar água, dessa forma implica dizer que as duas variáveis estão correlacionadas e seus produtos são calculados interligados pela precipitação apresentando uma tendência entre si.

As variáveis EUC e PH₂O são comumente usadas em trabalhos de melhoramento genético para seleção de variedades de palma tolerantes a déficit hídrico (Igbadun *et al.*, 2006; Ko e Piccinni, 2009). No entanto, os conhecimentos dessas variáveis para o manejo de adubação orgânica são de fundamental importância para o sistema de produção, principalmente em regiões com limitações hídricas.

Quanto a pegada hídrica (PH), que refere-se a relação entre o volume de água proveniente da chuva em m³, utilizada pela palma para a produção de unidade de biomassa, indicou efeito decrescente em questão da utilização desta fonte com a as doses de esterco (p<0,05), apontando em média 233,5, 132,2 e 102,6 m³ de água t MS⁻¹ ha⁻¹ para as doses 10, 20 e 30 t há⁻¹, no entanto isso demonstra uma redução no uso da água de 36,63 e 72%.

Logo, estando em condições melhores em decorrência da fertilidade do solo, a planta é capaz de produzir mais com menos água. Portanto, estes resultados já eram esperados e justifica-se pela maior produtividade de matéria verde (PMV) com as respectivas doses de esterco, proporcionando à planta melhor aproveitamento de nutrientes.

Scalisi *et al.*, (2016), afirmam que a palma forrageira apresenta em sua anatomia a presença de adaptações que lhe confere elevada produtividade, dentre elas a presença de vacúolos grandes, baixa densidade estomática, parênquimas desenvolvidos para armazenar grandes quantidades de água na forma de mucilagem, por tanto ao encontrar-se em condições mais favoráveis e havendo disponibilidade de nutrientes, essas características são modificadas e passam a formar um sistema que diminui a perda de água para a atmosfera.

Silva *et al.*, (2014), concluíram que a palma forrageira possui mecanismos fisiológicos que proporcionam uma economia de água quando bem nutridas, permitindo

suportar adversidades apresentadas em regiões áridas e semiáridas, além dessas características, podem armazenar água e nutrientes para posteriormente serem utilizadas em períodos de escassez hídrica.

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS) apresentaram efeitos com a utilização do esterco bovino com as doses de 10, 20 e 30 t ha⁻¹ (p<0,05), com um incremento de 50,3, 65,9 e 74% para TAF e 34,3, 63,3 e 72% para TAMS em relação ao tratamento controle respectivamente. Demonstrando que a utilização do esterco proporciona uma relação de crescimento e senescência maior do que sem adubação.

O que possivelmente aconteceu com incremento da adição do esterco, proporcionando o crescimento vegetativo contínuo da palma forrageira, aumentando o ganho diário com acúmulo de biomassa à medida que adicionava as doses.

A capacidade de suporte (CASP) no decorrer do período de 90 dias com ovinos mantidos em um hectare em função da adubação com esterco bovino, mostrou efeito linear à medida em que se aumentou as doses (p<0,05). Apresentando uma média de 42,75, 75,67 e 97,41 animais ha⁻¹ com as doses de 10, 20 e 30 t ha⁻¹ respectivamente, correspondendo ao incremento em torno de 71,98% com a dose máxima de esterco bovino, o mesmo demonstra ser 3,5 vezes maior que a capacidade de suporte para o tratamento controle. Tal resultado foi possível devido à produtividade de matéria seca (PMS) obtido com a adubação.

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). No entanto, essa vegetação apresenta baixa CASP diminuindo ganhos para o sistema de produção e tornando-os menos lucrativos. Dessa forma, a adoção de tecnologias de produção de forragem através da estratégia de adubação orgânica com esterco pode garantir o sucesso da pecuária nessas regiões.

Com a utilização da cinza vegetal na adubação os resultados evidenciaram que houve efeito apresentando equações lineares para todas as variáveis (p<0,05). Apresentando efeitos semelhantes à adubação com esterco bovino (**Tabela 3**).

Tabela 4 – Características produtivas e eficiência hídrica da palma forrageira em função dos níveis de adubação orgânica com cinza vegetal

Variáveis	Doses de cinza (t ha ⁻¹)				Equações	r ²	Valor-P		EPM
	0	4	8	16			L	Q	
PMV	25,59	29,45	42,31	54,08	$\hat{y}=13,275 + 9,833x$	0,95	0,0003	0,8083	10,84
PMS	3,07	3,23	4,16	5,02	$\hat{y}=2,175 + 0,678x$	0,93	0,0011	0,8423	1,17
MF	2,55	2,94	4,23	5,48	$\hat{y}=1,28 + 1,008x$	0,95	<0,0001	0,8083	1,08
EUC	2,73	2,88	3,70	4,46	$\hat{y}=1,94 + 0,601x$	0,93	0,0011	0,8432	1,04
PH ₂ O	22,51	26,21	38,14	49,78	$\hat{y}=10,725 + 9,374x$	0,95	0,0002	0,8042	9,68
PH	366,2	347,9	270,1	223,9	$\hat{y}=232,2 - 0,051x$	0,92	0,0001	0,9613	92,2
TAF	2,33	6,13	8,81	11,41	$\hat{y}=0,31 + 2,99x$	0,99	0,0003	0,8083	2,26
TAMS	0,63	0,67	0,79	1,02	$\hat{y}=0,455 + 0,129x$	0,90	0,0010	0,7774	0,23
CASP	27,29	28,79	37,04	44,62	$\hat{y}=19,375 + 6,024x$	0,93	0,0011	0,8433	10,40

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 (t ha⁻¹); PH=Pegada hídrica (m³ de água t MS⁻¹); TAF=Taxa de acúmulo de forragem (g massa verde dia⁻¹ planta⁻¹); TAMS=Taxa de acúmulo de matéria seca (g massa seca dia⁻¹ planta⁻¹); CASP=Capacidade de suporte (unidade de ovino). r²=coeficiente de determinação; P=probabilidade; L=linear; Q=quadrado; EPM=erro padrão da média.

Maiores resultados quanto a PMV e PMS foram obtidos através da cinza vegetal com 16 t ha⁻¹, onde respondeu aumentando a produção com incremento da adubação. Ao utilizar a dose máxima e avaliar os dois parâmetros PMV e PMS, foi possível observar que houve um aumento de 25,59 t ha⁻¹ para 54,08 t ha⁻¹ e 3,07 t ha⁻¹ para 5,02 t ha⁻¹ mutuamente, representando um aumento de 52,68% e 61%, foi possível obter esses resultados devido a MF que apresentou aumento em função do incremento das doses de cinza vegetal.

Quanto à eficiência de aplicação a cinza ela se mostrou positiva, ou seja, à medida que era adicionada ao solo, aumentava-se o ganho em PMV e PMS, a relação entre adubo e produtividade foi crescente, para cada tonelada de cinza os ganhos foram de 0,13, 0,18 e 0,29 t ha⁻¹ e 1,23, 1,29 e 3,18 t ha⁻¹ com as doses 4, 8 e 16 t ha⁻¹.

Possivelmente esse resultado ocorreu porque a cinza apresenta nutrientes essenciais que priorizam a regulação das células estomáticas, dentre eles o potássio, contribuindo para o acúmulo de reservas orgânicas elevando a produção. Tal como, o acréscimo na MF com as doses de cinza vegetal pode estar diretamente relacionado ao maior controle fisiológico e a liberação rápida dos nutrientes pela cinza em consequência ocorre à fertilidade do solo em menor período de tempo.

O Potássio é o nutriente presente em maior quantidade na cinza. Taiz e Zeiger (2009) relatam que esse é o nutriente mais extraído pela palma forrageira, possivelmente em

consequência de seu metabolismo (CAM), que regula a perda de água através da transpiração da planta.

De acordo com Dubeux Júnior e Santos (2005), a reposição deste nutriente no sistema solo-planta é de imprescindível, devido à palma forrageira extrair grande quantidade desse elemento chegando a esgotar quase que a zero, retirando cerca de uma tonelada por hectare de K a cada dois anos de cultivo.

De acordo com Taiz e Zeiger (2017) O potássio, está presente nas plantas como o cátion K^+ , e é responsável por desempenhar um papel importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais. Além de ativar enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese. O potássio é obtido pelas plantas na forma de íons inorgânicos, onde adentra através da biosfera predominante presente nas raízes da planta, no qual as plantas atuam como “mineradoras” da crosta terrestre.

A grande área de superfície das raízes e sua capacidade em absorver íons inorgânicos da solução do solo, em baixas concentrações, aumentam a eficácia da obtenção mineral pelas plantas. Após serem absorvidos pelas raízes, os elementos minerais são translocados para as diferentes partes da planta, onde servem em numerosas funções biológicas (Taiz e Zeiger, 2017).

Para EUC a melhor equação ajustada apresentou efeito linear positivo ($p < 0,05$), à medida que eram incrementadas na adubação, com uma eficiência média de 2,88, 3,70, e 4,46 kg MS $ha^{-1} mm^{-1}$ para as doses 4, 8 e 16 t ha^{-1} , esse valor representa um acréscimo de 38,78% com a dose máxima de cinza em relação ao cultivo sem adubação.

A palma forrageira fisiologicamente apresenta uma elevada adaptação e rendimento forrageiro, entretanto, haja vista que na região semiárida há a necessidade do conhecimento do balanço hídrico em função do manejo adotado, sendo a eficiência do uso de chuva (EUC) um parâmetro importante para proporcionar um manejo de adubação adequado e aperfeiçoar o sistema de produção.

Perazzo *et al.*, (2013), ressaltam que essa variável é de extrema importância para a região semiárida, pois a mesma reflete a capacidade da palma em acumular reservas orgânicas mesmo estando em condições de escassez e irregularidade hídrica.

A PH_2O também apresentou efeito linear com adição das doses de cinza vegetal ($p < 0,05$), de 26,51, 38,14 e 49,78 t ha^{-1} de acúmulo de água com as doses de 4, 8 e 16 t ha^{-1} , isso representa cerca de 2,6, 3,8 e 4,9 m^3 de palma cultivada, com um incremento de 15,08,

40,98 e 54,78% quando em relação a palma sem adubação. Ou seja, a cada tonelada de cinza vegetal a produção hídrica foi de 0,20, 0,15 e 0,32 t ha⁻¹ com as relativas doses.

A quantidade de água nesse estudo está relacionada à MF e PMV que apresentou efeito linear positivo para a adubação com cinza vegetal. Já o menor teor de MS, é inversamente proporcional ao teor de água disponível aos animais, sendo uma eficiente fonte hídrica via alimento. Além de ser capaz de compensar o baixo teor de matéria seca, principalmente em períodos de menor precipitação.

Ramos *et al.* (2017), ressaltam que para as regiões que passam por déficit hídrico, o acúmulo de água armazenado na palma forrageira tem muito a agregar para o sistema de produção, aproveitando as poucas chuvas que ocorrem durante o ano.

Já a pegada hídrica (PH) da palma forrageira apresentou efeito linear negativo, ou seja, o consumo de água pela planta diminuía na medida em que se aumentava a produção de massa verde com as doses de adubação de cinza ($p < 0,05$), indicando médias de 347, 270 e 223 com as doses de 4, 8 e 16 t ha⁻¹, constituindo uma redução de 19, 96 e 143 m³ ha⁻¹ em relação à palma sem adubação. Esse resultado é justificado pela eficiência de uso de chuva (EUC), essas duas variáveis são inversamente proporcionais, além da adubação ter correspondido a esse parâmetro aumentado a produtividade de biomassa.

Na literatura ainda são escassos estudos que conseguem quantificar o consumo de água pela palma forrageira em função dos níveis de adubação orgânica com cinza. Portanto, esses resultados são de extrema importância para a escolha do manejo a ser adotado, o que irá proporcionar melhor desenvolvimento e rendimento forrageiro da cultura.

A simulação da CASP de ovinos de 25kg de PV para um período de 90 dias consumindo precisamente 2,5% de seu peso vivo da palma forrageira em base seca (60% da palma e 40% concentrado), a adubação contribuiu proporcionando um aumento significativo de 1,5, 9,75 e 17,33 animais por hectare com as doses de 4, 8 e 16 t há⁻¹ de cinza vegetal, com um incremento de 5,2, 26,32 e 38,83% mutuamente, se comparado ao tratamento controle. O resultado aqui em questão está associado a PMS obtido com a adubação. Além disso, a palma forrageira possui em média 90% de água em sua composição, contribuindo de alguma forma a ingestão líquida o que pode diminuir o consumo de água potável pelos animais.

É crucial adotar-se um manejo adequado de adubação que seja menos onerosa para as espécies com elevado grau de adaptação e resistência às condições edafoclimáticas do semiárido, aumentando a capacidade de suporte para pequenos ruminantes.

Pereira *et al.* (2008), ressaltaram que essas espécies apresentam fisiologicamente mecanismos de eficiência do uso da chuva elevado, dessa forma é indispensável otimizar o sistema de produção com adubação capaz de suportar longos períodos de estiagem com altas produtividades.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o esterco bovino e a cinza podem ser utilizados como alternativa eficaz na adubação da palma forrageira, favorecendo o aumento no rendimento forrageiro e a eficiência hídrica em sistema de sequeiro. As duas fontes de adubação são eficientes para o uso no sistema produtivo, entretanto, com base nos resultados alcançados referente aos dois adubos ministrados, recomenda-se o uso de cinza vegetal, pois além de realizar a correção da acidez do solo, contribui com a obtenção de altas taxas de produtividade.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Bárbara Ribeiro Alves. **Otimização da hidrólise enzimática de variedades de palma forrageira para a produção de bioetanol**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- ARAÚJO, Jucilene *et al.* Palma forrageira: plantio e manejo. Campina Grande – PB: **Instituto Nacional do Semiárido**, 2019, 60 p.
- BARROS, JL de *et al.* Palma forrageira 'Gigante' cultivada com adubação orgânica. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 53-65, 2016.
- BEZERRA, NIZOMAR FALCÃO. Água no Semiárido Nordeste Experiências e Desafios. **Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido**, p. 35-52, 2002.
- BREDEMEIER, Christian; MUNDSTOCK, Claudio Mario. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- BONFIM-SILVA EM *et al.* Características produtivas e eficiência no uso de água em Rúcula adubada com cinza vegetal. *Enciclopédia Biosfera* 7: 178-186, 2011.
- CAMPANHARO, M. *et al.* Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo. **Fertibio, Campos dos Goytacazes Anais**, 2008.
- CAMPOS, Fleming Sena *et al.* Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. **NutriTime**, v. 14, n. 2, p. 5004-5013, 2017.
- CRAWFORD, N.M. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. **The Plant Cell**, Rockville, v.7, p.859-868, 1995.
- CAVALCANTE, L. A. D.; DE ARRUDA SANTOS, G. R.; DA SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; DA SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.44, n.4, p.424433, 2014.

CLIMATEMPO (a). Portal Climatempo. Disponível em:

<<http://www.climatempo.com.br/climatologia/tacima-pb>. Acesso em 12 de janeiro de 2020.

DI PAOLO, E.; RINALDI, M. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, v.105, p.202-210, 2008.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2007.10.004>.

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 1, p. 163-172, 2014.

DOS SANTOS, Ailton Francisco; MARIN, Aldrin M. Pérez; DE ARRUDA SARMENTO, Maria Iza. Produtividade da palma forrageira em aleias com *Gliricídia sepium* sob adubação orgânica em diferentes espaçamentos no Semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, p. 276-281, 2018.

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**, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). *A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: **Editora Universitária da UFPE**, 2005. p. 105- 127.

EMBRAPA. Adubação orgânica. [S.I.]. 2001. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_todos_os_residuosID-zK5PfRf3wp.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

Epstein, E. (1972) *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. John Wiley and Sons, Nova York.

Epstein, E. (1999) Silicon. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50: 641–664.

FORTALEZA, A.P.S.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; BARBERO, R.P.; MASSARO JR, F.L.; SANTOS, A.X.; CASTRO, V. S.; CASTRO, F.A.B. Degradabilidade ruminal In Situ dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 481-496, 2009.

GLIESSMAN, S. R. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Boca Raton: Lewis Publishers, 357 p, 2000.

GOMES, Maria de Lourdes Saturnino *et al.* Caracterização biométrica de artículos da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) em função da adubação orgânica. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 29, p. 39-45, jun. 2016. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/626>>. Acesso em: 06 Set. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n29p39-45>.

HOEKSTRA, A. Y. How sustainable is Europe's water footprint? *Water and Wastewater International*, v.26, p.24-26, 2011.

Hoekstra, A.Y. e Mekonnen, M.M. The water footprint of humanity, proceedings of the national academy of sciences, 2012. Disponível em: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>. Acesso em: 11 de Dez de 2020.

JALOTA, S.K.; SOOD, A.; CHAHAL, G.B.S.; CHOUDHURY, B.U. Crop water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) wheat (*Triticum aestivum* L.) system as influenced by deficit irrigation, soil texture and precipitation. *Agricultural water management*, v.84, p.137-146, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2006.02.003>

KING, B.J., SIDDIQI, Y., RUTH, T.J., et al. Feedback regulation of nitrate influx in barley roots by nitrate, nitrite, and ammonium. **Plant Physiology**, Lancaster, v.102, p.1279- 1286, 1993.

KLEPKER, DIRCEU; ANGHINONI, IBANOR. Modos de adubação, absorção de nutrientes e rendimento de milho em diferentes preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 2, n. 1, p. 79-86, 1996.

- LARSSON, C.M., INGEMARSSON, B. Molecular aspects of nitrate uptake in higher plants. In: WRAY, J.L., KINGHORN, J.R. **Molecular and genetics aspects of nitrate assimilation**. Oxford: Oxford Science, 1989. Chapt.1. p.3-14.
- LEITE, Mauricio Luiz de Mello Vieira *et al.* Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014.
- LIMA, W.S., MARIN, M.P., LAMBAIS, G.R. Adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades da palma forrageira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. V.13, Nº 2, p. 170-175, 2018.DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i2.5698>
- LISBOA, Alysson Canabrava *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* em substrato com esterco bovino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.
- MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 43-52, jan.jun. 2008.
- MARQUES, Orlando Filipe Costa *et al.* Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.
- MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Third Edition.London: Elsevier, 2012.
- MATOS, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 163–172, 2008.
- MATOS, C. F. *et al.* Avaliação do potencial de uso de biofertilizante de esterco bovino resultante do sistema de manejo orgânico e convencional da produção de leite. **Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.
- MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding *opuntia* for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. **Cactus (*Opuntia spp*) as forage**. Romi: FAO, p. 21-28, 2001.

Monteiro, C. C. F., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Guido, S. I., Almeida, M. P., Silva, R. C. & Inácio, J. G. (2019). A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, 59(3):479-485.

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, dezembro, 2010.

OLIVEIRA R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L.B. Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê. Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Oriental, n. 155, 2006, 4p.

PEREIRA, L.S.; CORDERY, I.; IACOVOS, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v.108, p.39-51, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.022>

SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2. ed. Recife: **Editora universitária da UFPE**, 2005. p.43-63.

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

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

SANTOS, R.F. *et al* . Composição química e produtividade dos principais componentes do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC. em função da adubação orgânica. **Rev. bras. plantas med.**, v. 14, n. spe, p. 224-234, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000500017&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 25 fev. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500017>.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics. Version 9.1. Cary: SAS Institute, 2002.

SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P.; LEITE, M.L.M. 2010. Palma forrageira e sustentabilidade do semiárido brasileiro. p. 71-103. In: XIMENES, L.J.F.; MARTINS, G.A.; MORAIS, O.R. COSTA, L.S.A.; NASCIMENTO, J.L.S. Ciência e tecnologia na pecuária de caprinos e ovinos. Fortaleza v.5. BNB Ciência e Tecnologia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

SILVA, E. G.B; MARINHO, A. L; MOREIRA, J.A; NOVAES, L.P; SILVA, A.D.L; MOTA, L.C. Farelo de palma gigante (*opuntia ficus-indica*) na alimentação de suínos em crescimento. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.4, p.314-321, 2016.

SILVA, José Luiz Carneiro da. **Avaliação da Produtividade de Palma Forrageira Submetida a Diferentes Lâminas de Irrigação e Adubação Orgânica no Semiárido Paraibano**. Areia – PB, 2018. 35 p.

SIQUEIRA, Annamaria de Oliveira. Morfometria, produção e composição químico-bromatológica de cultivares de palma forrageira submetidos à adubação orgânica [manuscrito] / Annamaria de Oliveira Siqueira. – 2018. 22 p.

Siqueira, M. C. B., Ferreira, M. A., Monnerat, J. P. I. S., Silva, J. L., Costa, C. T. F., Conceição, M. G., . . . Melo, T. T. B. (2017). Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, 22656-64.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO N ° 115/2017**. Aprova a Proposição n° 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL n° 107, e 27 de julho de 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido.pdf>. Acesso em: 24 out. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 722, 2013.

TAIZ, Lincoln *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, p. 888 2017.

TINÔCO, Izabelly Cristina Mendes *et al.* Characterization of rainfall patterns in the semiarid Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 397-409, 2018.

VENDRAMINI, Teresa. Um novo olhar para a pecuária brasileira. **AgroANALYSIS**, v. 39, n. 5, p. 47, 2019.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. Botânica-organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. Viçosa : UFV, 2003.

VOUNDINKANA, J. C.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Availability of nutrients in wood ash amended tropical acid soils. **Environmental Technology**, London, v. 19, p. 1213-1221, 1998.

WANDERLEY, Walmir Lima *et al.* Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.