UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS OESTE – SEDE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

MAÍRA VIEIRA ATAÍDE

USO DE POLÍMERO HIDRATADO NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA *Opuntia stricta* CULTIVAR ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA

São Luís de Montes Belos
2023

MAÍRA VIEIRA ATAÍDE

USO DE POLÍMERO HIDRATADO NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA *OPUNTIA STRICTA*, CULTIVAR ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás Campus Oeste para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de pesquisa: Produção e Avaliação de Forrageiras

Orientador: Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira

São Luís de Montes Belos

2023

MAÍRA VIEIRA ATAÍDE

USO DE POLÍMERO HIDRATADO NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA *Opuntia stricta*, CULTIVAR ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás, Campus Oeste para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira – UEG

Orientador

Prof. Dr. Patrick Bezerra Fernandes – IFGoiano

Membro

Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo – UEG

Membro

A Deus

Aos meus familiares: meu pai Lauro,

minha mãe Roselaine e ao meu irmão Marley

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar – por guiar os meus caminhos me dando força em todos os sentidos da minha vida e por permitir cada oportunidade ao meu crescimento até chegar a essa essencial oportunidade.

Aos meus pais – Lauro e Roselaine – por todo o ensinamento, desde os primeiros passos da minha vida, e por me mostrar os caminhos certos a seguir, as dificuldades a enfrentar, e por me incentivar à busca pelo conhecimento.

Ao meu irmão – Marley - pelo apoio e por me incentivar a estudar.

Aos meus avós – Meus anjos (Joaquim, José “Carioca” e Ubaldina “Santinha” - *in memoriam*) e minha vozinha Alcy – pelas orações que me protegem, pela sabedoria e bons exemplos.

A UEG – Universidade Estadual de Goiás, Campus Oeste – São Luís de Montes Belos pela oportunidade ofertada ao programa de mestrado Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aos professores, coordenadores e ao administrativo do programa de mestrado, especialmente ao meu orientador o Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira, meu sincero agradecimento, pelo conhecimento compartilhado, pela disponibilidade e a compreensão na elaboração desta pesquisa.

Aos meus colegas – especialmente a Marcicléia que tornou uma amiga, meu sincero agradecimento pela amizade e por me apresentar o programa e também ao nosso orientador Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira.

Por fim, quero agradecer a todos os que contribuíram para a elaboração desse estudo, em especial aos professores que participaram da Banca Examinadora Prof.Dr. Patrick Bezerra Fernandes e Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo, e a todos que colaboraram de alguma forma à minha formação, seja acadêmica ou pessoal.

Agradeço imensamente...

“Aquele que é capaz de fazer infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou pensamos, de acordo com o seu poder que atua em nós.” Efésios 3:20

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – Tabela 1. Biometria e produção de biomassa da palma forrageira em distintas estratégias de adubação 39
CAPÍTULO 2 – Tabela 2. Composição química da palma forrageira em distintas estratégias de adubação 43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – Figura 1. Mapa geográfico: Localização do experimento 29
CAPÍTULO 2 – Figura 2. Croqui experimental..... 31
CAPÍTULO 2 – Figura 3. Biplot do primeiro (PC 1) e segundo (PC 2) componentes da palma forrageira em distintas estratégias de adubação..... 46

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	Área do Cladódio
AL	Altura de Planta
B	Biomassa
Ca	Cálcio
CHO	Carboidratos Totais
CNF	Carboidrato não fibroso
CTC	Capacidade de troca de cátions
CO_2	Gás carbônico
CV	Coeficiente de variação
cv	Cultivar
DBC	Delineamento Bloco Casualizado
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
EE	Extrato etéreo
FC	Fertilização Convencional
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FF	Fertilização foliar sem polímero
FFH	Fertilização foliar com polímero
H	Hidrogênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
LIG	Lignina
MM	Matéria Mineral
Mg	Magnésio
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
O	Oxigênio
OEM	Orelha de Elefante Mexicana
P	Fósforo
P_2O_5	Super fosfato simples
PB	Proteína Bruta
PC	Principal componente
pH	Potencial hidrogeniônico
PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
PIDA	Proteína Insolúvel em Detergente Ácido
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
RN	Rio Grande do Norte

SIGLAS DE UNIDADES DE MEDIDAS

cm	centímetro
dm	decímetro
dm^3	decímetro cúbico
g	grama
h	hora
ha	hectare
kg	kilo
l	litro
m	metro
m^2	metro quadrado
mg	miligrama
min	minuto
mol	moléculas
t	tonelada
$t.ha^{-1}$	tonelada por hectare

RESUMO

Em virtude da alta demanda em disponibilidade de forragens no sistema de produção agropecuário, produtores rurais buscam por tecnologias para aderir às culturas locais. Justifica-se o cultivo da palma forrageira aliada às tecnologias de manejo, no intuito de ampliar e otimizar a produção da palma com a utilização de polímero hidratado, o qual promove absorção hídrica eficiente com fornecimento gradativo. A utilização do polímero possibilita prováveis alterações nos resultados em produção da palma forrageira, apresentando melhora considerável na performance produtiva desta forrageira. Diante disso, verificou – se possíveis alterações em características físico - químicas, agronômicas, produtivas, qualitativas e quantitativas que as distintas estratégias de adubação ocasionam a Palma Forrageira. Objetivou-se com este estudo avaliar a influência de utilização do polímero hidratado (hidrogel) na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana. O delineamento experimental adotado foi bloco casualizado. Foram utilizados três tratamentos com seis repetições, totalizando 18 unidades experimentais. Os tratamentos foram T1: Fertilização Convencional (FC): recebeu o fertilizante químico aplicado na forma tradicional; T2: Fertilização Foliar + Hidrogel (FFH), recebeu o Potássio K (KCL) + Nitrogênio (ureia) em forma líquida via foliar, logo recebeu o hidrogel agrícola via solo; T3: Fertilização Foliar sem o Hidrogel (FF), recebeu o Potássio K (KCL) + Nitrogênio (ureia) em forma líquida, porém em todos tratamentos o Fósforo (P_2O_5), via solo. Os tratamentos quando comparados não houveram influência significativa quanto as variáveis morfológicas de biometria e produção de biomassa submetidas à distintas estratégias de adubação, logo o tratamento Fertilização Foliar + polímero(FFH), percebe-se que houve contribuição em melhoria aos atributos de composição química das variáveis MM, PB e LIG. Referente aos dados obtidos napresente pesquisa pode-se concluir que houve influência da utilização de polímerohidratado na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana, sendo que o produto possibilitou efeito na composição químicadas variáveis PB, MM e LIG da forrageira produzida.

Palavras-chave: Fertilização foliar. Orelha de elefante. Palma forrageira. Polímero hidratado.

SUMMARY

Due to the high demand for forage availability in the agricultural production system, rural producers seek technologies adhered to local cultures. The cultivation of cactus pear combined with management technologies is justified, in order to expand and optimize cactus production with the use of hydrated polymer, which promotes efficient water absorption with gradual supply. The use of the polymer enables probable changes in the results in cactus pear production, showing a considerable improvement in the productive performance of this forage. In view of this, it was verified possible changes in physical - chemical, agronomic, productive, qualitative and quantitative characteristics that the different fertilization strategies cause forage palm. The objective of this study was to evaluate the influence of the use of hydrated polymer (hydrogel) on the production of cactus pear Opuntia stricta, cultivar Orelha de africana. The experimental design adopted was a randomized block. Three treatments with six replications were used, totaling 18 experimental units. The treatments were T1: Conventional Fertilization (FC): chemical fertilizer was applied in the traditional way; T2: Foliar Fertilization + Hydrogel (FFH), received Potassium K (KCL) + Nitrogen (urea) in liquid form via foliar, then received agricultural hydrogel via soil; T3: Foliar Fertilization without Hydrogel (FF), received Potassium K (KCL) + Nitrogen (urea) in liquid form, but in all treatments Phosphorus (P2O5), via soil. The treatments, when compared, did not have a significant influence on the morphological variables of biometrics and biomass production submitted to different fertilization strategies, so the treatment Foliar Fertilization + polymer (FFH), it is noticed that there was a contribution in improving the chemical composition attributes of the variables MM, PB and LIG. Referring to the data obtained in the present research, it can be concluded that there was an influence of the use of hydrated polymer in the production of forage palm Opuntia stricta, cultivar Orelha de Elephant mexicana, and the product allowed effect on the chemical composition of the variables PB, MM and LIG of the forage produced.

Keywords: Foliar fertilization. Elephant ear. Forage palm. Hydrated polymer.

SUMÁRIO

CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS. 13
1. INTRUDUÇÃO 13

2. REFERENCIAL TEÓRICO 14
Polímero ou hidrogel 14
Utilização de hidrogel na agricultura 15
Adubação foliar na palma forrageira 17
Adubação convencional 18
Caracterização do solo para cultivo de palma forrageira 19
Aspectos nutricionais da palma forrageira atribuídos à dieta animal 20

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

CAPÍTULO II – USO DE POLÍMERO HIDRATADO NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA *Opuntia stricta*, CULTIVAR ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA 25

RESUMO 25

ABSTRACT 26

INTRODUÇÃO 27

MATERIAL E MÉTODOS 28

RESULTADOS E DISCUSSÃO 39

CONCLUSÃO 48

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 48

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro a região é caracterizada por seu clima semiárido de evidente variação climática, fato que conduz à interrupção das atividades agropecuárias na região. A condição do semiárido compromete a produção agrícola, delimitando a disponibilidade de forragens em períodos de seca e consequentemente atingindo a produção de ruminantes. Em decorrência das condições é necessário à adaptação alimentar do rebanho utilizando forrageiras locais. Diante disso, percebe – se que a planta forrageira ideal para inserir na alimentação animal da região é a palma forrageira que se destaca pela acessível adaptação às condições climáticas locais (ROCHA, 2012). Considerando ainda que, a palma contribui para o aumento de suporte forrageiro, principalmente para a criação bovina, em propriedades que possui impedimento ao aumento de áreas de pastagem ou capineiras, se torna uma maneira de conseguir sustentabilidade dos sistemas produtivos pecuários (PEREIRA et al., 2020). Visto que, a bovinocultura desenvolvida na região semiárida do Nordeste brasileiro, em geral, é constituída por propriedades com sistemas produtivos, através da prática de gestão da agricultura familiar, com baixo nível de inovação tecnológica e por períodos específicos de produção, em função dos períodos chuvoso e seco do ano. Os sistemas de criação predominantes são o extensivo e o semi-intensivo, em que os animais utilizam a vegetação nativa do bioma Caatinga para alimentação (GALVÃO JÚNIOR et al., 2015).

Em busca de técnicas mais eficientes para otimizar a produção e a produtividade das palmas forrageiras com redução de custos, pesquisadores encontraram como alternativa os polímeros hidratados (hidroretentores), que atuam como controladores em disponibilidade hídrica para as culturas, dessa forma aumenta a produtividade e minimiza os custos produtivos. Sendo que, a alternativa encontrada por pesquisadores, são os hidrogéis, os quais são polímeros hidroabsorventes capazes de reter a umidade em sua estrutura (MENDONÇA et al., 2013).

A utilização do polímero possibilita prováveis alterações nos resultados em produção da palma forrageira, apresentando melhora considerável na

performance produtiva desta forrageira. Diante disso, verificou – se possíveis alterações em características físico - químicas, agronômicas, produtivas, qualitativas e quantitativas que as distintas estratégias de adubação ocasionam a Palma Forrageira.

Em virtude da alta demanda em disponibilidade de forragens no sistema de produção agropecuário, produtores rurais buscam por tecnologias para aderir às culturas locais. Justifica-se o cultivo da palma forrageira aliada às tecnologias de manejo, no intuito de ampliar e otimizar a produção da palma com a utilização de polímero hidratado, o qual promove absorção hídrica eficiente com fornecimento gradativo. Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de utilização do polímero hidratado (hidrogel) na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Polímero ou hidrogel

Os polímeros hidrorretentores, também chamados de polímeros hidroabsorventes ou hidrogéis, segundo Ahmed, (2015) podem ser classificados quanto à sua origem, em sintéticos ou naturais, são produtos naturais sendo derivados do amido, ou sintéticos derivado do petróleo, sendo ambos utilizados pela capacidade hídrica de absorção e armazenamento, fornecendo as raízes em períodos variáveis em função das condições climáticas, do solo e da planta (MORAES et al., 2001).

Esses hidrorretentores podem ser de origem natural, derivados de carboidratos ou sintéticos, como a propenamida denominados de poliacrilamida ou PAM, e os co-polímeros, como a propenamidapropenoato - conhecidos como poliacrilamidaacrilato ou PAA, usados como floculantes em fraldas e outros artigos sanitários, e para depósitos de líquidos químicos residuais (VALE et al., 2006). Quando se tem a combinação de materiais sintéticos com naturais como polissacarídeos, são biodegradáveis, e ainda pode melhorar as propriedades do material obtido, em relação à durabilidade, resistência mecânica e capacidade de absorção de água (AHMED, 2015).

A absorção hídrica pelo hidrogel diminui o índice de percolação da água para as camadas mais profundas de distanciamento das raízes, mantendo-as próximas do armazenamento de água, evitando perda de umidade para o ambiente e liberando gradativamente água para a planta (VICENTE et al., 2015). O hidrogel contribui também para o aumento de porosidade total do solo, não afetando a disponibilidade hídrica e proporciona aumento do volume de água de reserva do substrato, favorecendo o melhor desempenho da parte aérea das plantas (MARQUES et al. 2013).

Referente aos efeitos adversos dos polímeros, segundo Peterson (2003), deve-se atentar aos cuidados de utilização em campo, levando em consideração os efeitos secundários potencialmente associados. Existem condições que quando maiores quantidades de fertilizantes e sais estão presentes, verifica-se que a adição possui pouca influência no crescimento e desenvolvimento das plantas. Conforme Mendonça et al., (2013) quando não são biodegradáveis, dependendo da composição química os polímeros geram resíduos no solo provocando a salinização do meio.

Sendo que com o uso excessivo de hidrogel ocasiona na diminuição da aeração do substrato, com capacidade de causar apodrecimento das raízes por reter água em excesso (VICENTE et al., 2015). Para condicionantes de solo são recomendados polímeros sintéticos para uso agrícola, sendo que a capacidade de retenção da água do solo que possui, convém atentar-se à tensão que é maior quando comparadas as partículas naturais do solo. Ainda assim, esta tensão é menor que a tensão de absorção pelas raízes das plantas (MARQUES et al., 2013).

Utilização de hidrogel na agricultura

A utilização do hidrogel na agricultura abrange uma grande importância, em relação às suas propriedades de armazenamento e disponibilidade de água para as plantas, sendo que o hidrogel agrícola de poliacrilamida é um produto sintético derivado do petróleo, que apresenta propriedades físico-químicas que o tornam capaz de reter água e nutrientes (AZEVEDO et al., 2002).

O avanço em utilização de novos produtos na agricultura iniciou-se próximo a década de 80 no Brasil. Os estudos referente a esses materiais

avançaram para outros continentes, envolvendo as regiões Norte Americana e Europa. Novas técnicas surgiram para substituir o método limitado de produção, permitindo lugar para o avanço científico. Pesquisas recentes indicam um novo polímero conhecido como Hidrogel que possibilita reter água no solo, prolongando o intervalo de tempo para irrigação, que em certos casos são utilizados junto aos agroquímicos para o controle de sua liberação. A descoberta desse polímero foi no início dos anos de 1950, e vem obtendo melhoria e assim sendo comercializado a partir do ano de 1982, quando iniciaram as pesquisas do mesmo (OLIVEIRA et al., 2004).

A utilização de polímeros em áreas de agricultura iniciou--se para otimizar as técnicas existentes. Em virtude dessa melhoria utilizaram polímeros de diversas procedências como auxílio em técnicas para suprir nutrientes para o solo, conservação de condição de climas ideais, identificação e possíveis tratamentos de diversas patologias que afetam o reino Plantae. Considera-se como alternativa o desenvolvimento de novos materiais a base de polímeros, para vasos de mudas, agentes de liberação de agroquímicos e para conter de água no solo por longos períodos PRADELLA, (2006). Segundo Idrobo et al. (2010), o hidrogel aumenta a eficiência de retenção de água em solos arenosos, servindo como integrante de complemento para solos com altos níveis naturais de drenagem e pobres em nutrientes. Portanto, de acordo com De Lima et al., (2011), os efeitos conquistados com a utilização dos polímeros associados a técnicas de manejo existentes, otimizam a produção agrícola de forma eficiente. Conforme Fonseca et al., (2017) o plantio com hidrogel representa alternativa viável para reduzir a mortandade de mudas via mitigação dos efeitos do estresse hídrico pós-transplante em período final da estação seca. Assim foi determinado que o uso do hidrogel, além de minimizar custos e são benéficos o efeito de polímero hidrorretentor (hidrogel) sob a redução da mortalidade de mudas de espécies florestais nativas do Cerrado na recuperação de área degradada. Dessa forma, para Thomas, (2008) a disponibilidade hídrica e nutricional durante a fase de implantação das espécies florestais é primordial para o crescimento e desenvolvimento das mudas. Diante disto, a utilização de polímeros hidrorretentores (hidrogel) surge como alternativa para proporcionar maior umidade ao solo no período inicial de desenvolvimento das mudas.

Teixeira et al., (2019) relatam em sua pesquisa que o uso do polímero hidrorretentor favoreceu o crescimento das plantas de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, não havendo interação entre o efeito do polímero e as doses de fertilização mineral aplicadas. Para o diâmetro do colo, o uso do polímero proporcionou maior crescimento às mudas somente nos 30 primeiros dias de avaliação, e para altura houve maior crescimento nas avaliações aos 30, 60 e 120 dias de plantio.

Pinto et al., 2017 ao analisar em sua pesquisa o desenvolvimento das mudas de tomate cereja em função de diferentes regimes de reposição hídrica através da utilização de polímeros hidroabsorventes (Hidrogel) verificou que o uso de 2 gramas de hidrogel proporcionou o melhor desenvolvimento da parte aérea das mudas dentro de cada regime hídrico concluiu que o polímero pode auxiliar o desenvolvimento das mudas de tomate cereja, quando as mesmas forem submetidas a períodos curtos de estresse hídrico.

De Oliveira et al., (2020) observaram em seus estudos que os dois genótipos “Gigante” e “Orelha de elefante” sob efeitos de presença e ausência de hidrogel no solo, cultivados em um sistema consorciado com plantas de gliricídia, foram avaliados o crescimento, a produção e a produtividade de biomassa, bem como a eficiência de utilização da água nos dois genótipos, os autores relataram que independente do genótipo avaliado à espessura dos cladódios com a presença do hidrogel favoreceu o desenvolvimento dessa variável, com valores respectivamente superiores aos 19% aproximadamente, quando comparados aos adquiridos na ausência do hidrogel. Ressalta - se ainda na pesquisa que as variáveis dos cladódios de espessura, comprimento e o número de cladódio predominou por influência da presença do hidrogel estatisticamente ($p<0,05$).

Adubação foliar na palma forrageira

A adubação foliar é uma estratégia tecnológica que desempenha manutenção em sistema nutricional das culturas sob diversas situações ambientais, sendo necessária aplicação em corrigir deficiência nutricional e também em fases críticas de crescimento da planta. Todavia, a aplicação via solo durante os períodos de vigor da planta, o fornecimento de nutrientes se

torna indevido. Diante disso, deve- se atentar que o objetivo é melhorar a capacidade em prever a deficiência nutricional durante o ciclo de crescimento da planta e otimizar a época de aplicação e a eficácia biológica do fertilizante foliar aplicado. Os autores relatam ainda que, referente as recomendações é necessário estabelecer melhor a época de aplicação e a formulação do fertilizante foliar, visando regular os períodos críticos de necessidade da planta. Ainda ressaltaram que as características físicas e fisiológicas da planta podem alterar a eficácia da adubação foliar de duas formas, em diferenças na área superficial do dossel do vegetal, e em diferenças nos processos fisiológicos de absorção, armazenamento e de translocação alteram o efeito biológico do nutriente absorvido pelo vegetal, tanto imediato quanto a longo prazo (FERNÁNDEZ et al., 2015).

Da costa et al., (2019) em sua pesquisa avaliaram a palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana utilizando o hidrogel agrícola e adubação foliar verificaram que houve influência positiva da ação do hidrogel e da adubação foliar no rendimento produtivo, concluíram que a associação das duas técnicas possibilitou aumento na produção da palma forrageira. Os autores recomendam que é importante realizar o manejo adequado da cultura para que haja constante aumento em produtividade. Visto que, quando submetidas em melhores condições de solo e fornecendo quantidades maiores de hidrogel, consequentemente a resposta pode ser superior.

Adubação convencional

A palma por ser uma cactácea que apresenta características morfofisiológicas de adaptação as condições de semiárido, passou a ser altamente cultivada pelos criadores nas bacias leiteiras, assim o uso de adubação mineral é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência na produção (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Segundo Pereira et al., (2020) é de grande importância a conservação da fertilidade do solo através de manejo com adubações orgânicas e minerais, em se tratando da cultura de palma, que é perene. E ainda por possuir capacidade de promover um palmal de longevidade com mais de 10 ou 15 anos, portanto, se torna necessário a reposição de nutrientes que são extraídos em grande quantidade pela elevada

produção. Sendo que em vários estudos foi verificado que a palma responde positivamente na produção através da adubação, seja orgânica ou química (LIMA et al., 2015a; SUASSUNA, 2013). Assim como, Silva et al., (2015) em sua pesquisa avaliou três cultivares de palma forrageira submetida a fertilização mineral, relataram que a forrageira sob a adubação mineral houve influência de NPK com características morfológicas, principalmente para a espessura de cladódios.

Caracterização do solo para cultivo de palma forrageira

Os solos do Semiárido, em geral, são pobres em matéria orgânica, fato que atinge a disponibilidade da maioria dos nutrientes. A matéria orgânica é caracterizada como condicionador de solos essencial por promover melhorias nas características físicas, químicas e biológicas, sendo que estas promovem a retenção de água, agregação, porosidade, capacidade de troca de cátions, fertilidade e microbiota do solo (FERREIRA et al., 2013).

De acordo com Lima et al., (2010) e Rego et al., (2014), certas áreas da região do Semiárido nordestino apresentam condições climáticas adversas aos parâmetros ideais para o desenvolvimento da palma forrageira. Relataram ainda que certas áreas dos municípios no Rio Grande do Norte apresentavam baixa umidade relativa do ar e elevadas temperaturas, sobretudo noturnas, alta evapotranspiração e déficit hídrico, ocorrendo a secagem rigorosa das palmas, proporcionando a morte das plantas em período seco pela excessiva perda de água. Portanto, segundo Pinheiro et al., (2014) se torna indispensável a compreensão de fatos em junção no cultivo da palma forrageira como aspectos de manejo, as relações entre as características morfológicas e a produção da cultura, isso permite que haja um melhor entendimento sobre a resposta da planta às condições ambientais a ser cultivada.

O cultivo da palma forrageira exige do solo boa fertilidade, principalmente em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (SOUZA et al., 2019). A cultura da palma é exigente em características físico-químicas do solo. São exigências para o cultivo ter condições favoráveis em drenagem e fertilidade do solo, visto que áreas sujeitas ao alagamento não são aptas ao plantio da palma (PEREIRA et al., 2020). Além disso, existem fatores que são capazes de interferir na

produtividade da palma forrageira como, a fertilidade do solo, a pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas e ataque de pragas e doenças (SILVA et al., 2014a).

A utilização da cultura de Palma Forrageira é o assunto de estudo tanto em recuperação quanto em conservação de solos, ainda assim houve o alcance de alto nível no ranque, de vegetais com alto valor potencial de iniciativas dedicadas à sustentabilidade, envolvendo a proteção e conservação do meio ambiente. Considerando ainda, outra área de importância global que está incluída é a sustentabilidade socioambiental que ultrapassa territórios nacionais (ROCHA, 2012).

Aspectos nutricionais da palma forrageira atribuídos à dieta animal

A palma forrageira consiste em valor calórico alimentar que é demonstrado na forma de nutrientes digestíveis totais (NDT), por causa dos nutrientes presentes e de aproveito pelo animal, sendo que o teor de NDT dos alimentos está associado ao conteúdo energético. A palma apresenta teores de NDT elevados, normalmente superior ao de volumosos amplamente usados na dieta de ruminantes (FROTA et al., 2015). Essa forrageira é caracterizada como uma fonte energética de grande potencial para a alimentação de ruminantes, no entanto, possui baixos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB), em relação à recomendação de níveis mínimos indicados para esses animais (CAVALCANTE et al., 2014).

Albuquerque et al., (2002) ressaltam que os animais alimentados com quantidades elevadas de palma, podem apresentar distúrbios digestivos (diarréia), possivelmente por apresentar baixa quantidade de fibra na forrageira. Dessa forma, recomenda - se complementá-la com volumosos ricos em fibra como exemplo de silagens, fenos e capins secos, e ainda com fonte de proteína para se ter uma dieta adequada. Marques et al., (2017) relataram também em seu trabalho que na dieta de ruminantes a forrageira pode ser incluída em forma de farelo desidratado, pastejo ou picada e servida no cocho. No entanto, em alimentação a base de palma fresca deve-se dar importância ao baixo teor de matéria seca (MS), necessitando em fornecer outras fontes de fibra para evitar desequilíbrios metabólicos nos animais. Portanto, conforme Albuquerque et al.,

(2002) o fornecimento somente da palma forrageira na dieta dos animais não é possível suprir às necessidades nutricionais, considerando que existe a limitação proteica e de fibra. Na alimentação humana também é consumido a palma que se estende aos frutos, polpa, na forma de sucos, vitaminas e associada à outros alimentos (NOVA et al., 2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AHMED, E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. **Journal of advanced research**, v.6, n.2, p.105-121, 2015.

ALBUQUERQUE, S. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. D.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N. D.; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (Opuntia ficus-indica, Mill.) Cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, 2002.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C.A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, freqüência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

CAVALCANTE, L.A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A.D. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol.44, n.4, pp.424-433, 2014.

DA COSTA, P. R.; DO NASCIMENTO, S. M.; DE AGUIAR, E. M.; DA COSTA JÚNIOR, A. L. S.; DA COSTA, J. A., DOS SANTOS, W. C., DA COSTA, J. M. B.; SILVA, S. N. Uso de polímero hidroretentor na produção de palma forrageira. **Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 5**. Recurso eletrônico/ Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, v. 5, cap. 21, pg. 184, 2019.

DE LIMA, R. M. F.; DE SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. **Revista Agrogeoambiental,** 2011.

DE OLIVEIRA, F. F. C.; SILVA, L. J. V.; DE SOUZA, M. V. A.; LINS, G. R.; DA SILVA, A. R. A.; SILVA, R. T. M. Crescimento, biomassa e eficiência de uso da água em genótipos de palma forrageira consorciados com plantas de gliricídia,

em respostas ao hidrogel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, 13(6), 3773-3782, 2020.

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**, 5(1), 129-135, 2010.

FERNÁNDEZ V.; SOTIROPOULOS T.; BROWN P. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo. **International Fertilizer Industry Association**. Ed.Abisolo, 150p.:il, ISBN: 9788569084006, São Paulo, 2015.

FERREIRA, I.C.P.V.; ARAUJO, A.V. DE; NASCIMENTO, A.L.; CAVALCANTI, T.F.M.; SANTOS, L.D.T. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v.60, p.582-588, 2013.

FONSECA, L.; ROITMAN, I.; JACOBSON, T. K. B.; OGATA, R. S.; SOLARI, R. A. F.; RIBEIRO, R. J. D. C. Viabilidade do hidrogel na recuperação de Cerrado sensu stricto com espécies nativas. **Floresta e Ambiente**, 2017.

FROTA, M. N. L. DA; CARNEIRO, M. S. DE S.; CARVALHO, G. M. C.; DE ARAUJO NETO, R. B. Palma Forrageira na Alimentação Animal. **Embrapa Meio-Norte** – Documentos 233, 2015.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; RANGEL, A. H. DO N.; GUILHERMINO, M. M.; NOVAES, L. P.; DE MEDEIROS, H. R. Perfil dos sistemas de produção de leite bovino no semi árido potiguar. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa** CNPS, 2, P.130–141, 2015.

IDROBO, H.J.; RODRIGUEZ, A.M.; DIAZ ORTIZ, J.E. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. **Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente**, n.9, p.33-37, 2010.

LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; AGUIAR, E.M.; TELES, M.M. Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, fenos e silagem. Natal, RN: EMPARN. Série Circuito de tecnologias Adaptadas para a Agricultura Familiar, 8. p.53, 2010.

LIMA, G.F.C.; WANDERLEY, A.M.; GUEDES, F.X.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F. D.G.; SILVA, J.G.M.; NOVAES, L.P.; AGUIAR, E.M. Palma forrageira irrigada e adensada: Uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar. Parnamirim, RN Doc. **EMPARN**, ISSN 01-4197, 2015.

MARQUES, O.F.C.; DE PAULA GOMES, L.S.; MOURTHÉ, M.H.F.; DOS SANTOS BRAZ, T.G.; NETO, O.D.S.P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, 9(1), 75-93, 2017.

MARQUES, T.A.; PINTO, L.E. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17, 680-685, 2013a.

MARQUES, T.A.; RAMPAZO, E.M; MARQUES, P.A.A. Oxidative enzymes activity in sugarcane juice as a function of the planting system. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 1, p: 146-150, 2013b.

MENDONÇA, T.G.; URBANO, V.R.; PERES, J.G.; SOUZA, C.F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.2, p87-92, 2013.

MORAES, O.; BOTREL, T.A.; DIAS, C.T.S. Efeito do uso de polímero hidro-retentor no solo sobre intervalo de irrigação na cultura da alface *Lactuca sativa L.* **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.12, n.1, p.73-80, 2001.

NOVA, S. DA R.M.V.; BARROS, J.G.; DE PAIXÃO, A.E.A.; TONHOLO, J.; UCHOA, S.B.B. Palma forrageira: seu uso em alimentação e novas oportunidades de negócios de elevado valor agregado. **Cadernos de Prospecção**, 10(4)738-753, 2017.

OLIVEIRA, R.A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidro absorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, online. vol.8, n.1, pp. 160-163. ISSN 1415-4366, 2004.

PEREIRA, S.L.; NEVES, F.L.; SPÍNOLA, A.; CHAGAS, M.C.M.; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I.S.; FIGUEIREDO, M.R.P.; DE OLIVEIRA, E. F.; DE OLIVEIRA, F.S. Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do Estado do Espírito Santo. Vitória, ES:Incaper. ISSN 1519-2059. Doc.276: **Cartilha Palma forrageira**, 2020.

PINHEIRO, K.M.; SILVA, T.G.F. da; SOUSA C.H.F.; SANTOS, J.E.O.; MORAIS, J.E.F. de; ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. dos. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014.

PRADELLA, J.G.C. Bi polímeros e Intermediários Químicos. São Paulo: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – MDIC. **Centro de Tecnologia de Processos e Produtos. Relatório Técnico** nº 84. 396-205, p1-119, 2006.

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 intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p. 118-130, 2014.

ROCHA, J.E.D.S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte. **Palma forrageira. Embrapa Caprinos e Ovinos.** Embrapa CNPS. Doc.106. Ed.5. p.356, ISSN 1676-7659, 2012.

SILVA, L. M. D.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. D. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira

cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, 44, ISNN 2064-2071, 2014a.

SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V.E.; MELO JÚNIOR, A.P.; NETO, J. D. Características morfológicas de três cultivares de palma forrageira sob fertilização mineral em Grande-PB. **Enciclopédia Biosfera**, 11(21). 1-11, 2015.

SOUZA, J.T.A.; NASCIMENTO, M.G.R.; FIGUEREDO, J.P.; NÁPOLES, F.A.M.; ANDRADE, F.H.A. Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, 6-2, 64-71, 2019.

SUASSUNA, P. Tecnologia do cultivo intensivo da palma. Proceedings of the second meeting for the integral use cactos pear and other cacti. FAI-ICARDA CACTUSNET. Santiago del Estero. Argentina. **Cactusnet Newsletter**. P.51-62, 2013.

TEIXEIRA, C.E.S., TORRES, A.Q.A., NIERI, E.M., MELO, L.A.D., SANTOS, L.V.D.; BOTELHO, S. A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.29, p.1060-1071, 2019.

THOMAS, D.S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.255, n.3-4, p.1305-1314, 2008.

VALE, G.F.R.; CARVALHO, S.P.; PAIVA, L.C. Avaliação da deficiência de polímeros hidroredentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.1, p.7-13, 2006.

VICENTE, M.R.; MENDES, A.A.; SAILVA, N.F.; OLIVEIRA, F.R.; MOTTA JÚNIOR, M.G.; LIMA, V.O.B. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n.5, p.344-349, 2015.

CAPÍTULO II

Uso de polímero hidratado na produção de palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar orelha de elefante mexicana*

Use of hydrated polymer in the production of forage palm *Opuntia stricta*, mexican elephant's ear cultivate

RESUMO

O experimento foi realizado na área da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, localizada na Escola Agrícola de Jundiaí, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Macaíba/RN, cujas coordenadas geográficas são latitude 5° 53'32,76" S de longitude 35°21'41,70" W e altitude de 50 m. O delineamento experimental adotado foi bloco casualizado. Foram utilizados três tratamentos com seis repetições, totalizando 18 unidades experimentais. Os tratamentos foram T1: Fertilização Convencional (FC): recebeu o fertilizante químico aplicado na forma tradicional; T2: Fertilização Foliar + Hidrogel (FFH), recebeu o Potássio K (KCL) + Nitrogênio N (ureia) em forma líquida via foliar, logo recebeu o hidrogel agrícola via solo; T3: Fertilização Foliar sem o Hidrogel (FF), recebeu o Potássio K (KCL) + Nitrogênio N (ureia) em forma líquida, porém em todos tratamentos o Fósforo (P_2O_5), via solo. Os tratamentos quando comparados não houveram influência significativa quanto as variáveis morfológicas de biometria e produção de biomassa foram submetidas à distintas estratégias de adubação, logo o tratamento Fertilização Foliar + polímero (FFH), percebe-se que houve contribuição em melhoria aos atributos de composição química das variáveis MM, PB e LIG. Referente aos dados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir que houve influência da utilização de polímero hidratado na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana, sendo que o produto possibilitou efeito na composição química das variáveis PB, MM e LIG da forrageira produzida.

Palavras-chave: Adubação foliar. Orelha de elefante. Palma forrageira. Polímero hidratado.

ABSTRACT

The experiment was carried out in the area of the Academic Unit Specialized in Agricultural Sciences, located at the Agricultural School of Jundiaí, belonging to the Federal University of Rio Grande do Norte, campus Macaíba/RN, whose geographic coordinates are latitude 5° 53'32.76" S longitude 35°21'41.70" W and altitude of 50 m. The experimental design adopted was a randomized block. Three treatments with six replications were used, totaling 18 experimental units. The treatments were T1: Conventional Fertilization (FC): chemical fertilizer was applied in the traditional way; T2: Foliar Fertilization + Hydrogel (FFH), received Potassium K (KCL) + Nitrogen N (urea) in liquid form via foliar, then received agricultural hydrogel via soil; T3: Foliar Fertilization without Hydrogel (FF), received Potassium K (KCL) + Nitrogen N (urea) in liquid form, but in all treatments Phosphorus (P2O5), via soil. The treatments, when compared, did not have a significant influence on the morphological variables of biometrics and biomass production, they were submitted to different fertilization strategies, so the treatment Foliar Fertilization + polymer (FFH), it is noticed that there was a contribution in improving the attributes of chemical composition of the variables MM, PB and LIG. Referring to the data obtained in the present research, it can be concluded that there was an influence of the use of hydrated polymer in the production of forage palm Opuntia stricta, cultivar Orelha de Elephant mexicana, and the product allowed effect on the chemical composition of the variables PB, MM and LIG of the forage produced.

Keywords: Foliar fertilization. Elephant ear. Forage palm. Hydrated polymer.

INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro em certas regiões áridas e semiáridas a palma se destaca como recurso alimentar, que se expande por ser uma cultura com potencial nos aspectos fisiológico quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, resistência à períodos longos de estiagem (NEVES et al., 2010).

A palma forrageira é uma cactácea de origem do México, que pelas características fisiológicas apresentam uma boa adaptação em zonas áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro. Isso ocorre devido, possuir as cutículas impermeáveis que garantem a manutenção do equilíbrio hídrico e o controle da entrada e saída de oxigênio e gás carbônico (ROCHA, 2012). Essas características que as forrageiras apresentam por adaptação às condições ambientais da região, são com altos índices de evaporação atmosférica e restrito conteúdo de água nos solos. Devido suas características anatômicas e morfofisiológicas a palma forrageira vem se tornando altamente cultivada na região do Nordeste brasileiro, é perceptível que nas bacias leiteiras são as maiores áreas de cultivos encontradas em desenvolvimento na pecuária local (LEITE et al., 2014).

A palma forrageira pode ser cultivada e incluída durante todo o ano na nutrição de rebanhos, a forrageira apresenta características importantes como: alta palatabilidade, produção de biomassa e alta resistência à seca. Tais características mostram que a introdução dessa forrageira na alimentação animal pode ser fundamental para a sustentabilidade das bacias leiteiras no Nordeste (FROTA et al., 2015). Referente a produção, a palma forrageira apresenta maior produtividade, quando comparada às outras espécies de forrageiras produzidas no semiárido (SILVA et al., 2014b).

A cultivar Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta* se destaca em maioria das características da planta e dos cladódios, se sobressaindo como o clone mais produtivo em massa fresca no semiárido, quando comparado aos clones do gênero Nopalea IPA Sertânia e Miúda, e ainda a Orelha de Elefante Mexicana foi o clone que apresentou maior rendimento de biomassa verde, diferenciando-se dos demais (DA SILVA et al., 2015).

Nas tecnologias agrícolas está estabelecida como uma prática habitual em sistemas de cultivo a adubação foliar, sendo que quando se refere a nutrição de plantas, quando fornecida via adubação foliar merece destaque como método que contribui com a sustentabilidade e a produtividade. E ainda, é fundamental destacar o potencial do uso de fertilizantes foliares em complemento aos fertilizantes via solo, fornecendo uma

fertilização mais benéfica ao ambiente, eficiente e direcionada aos objetivos (FERNÁNDEZ et al., 2015).

Em virtude da alta demanda de fertilizantes se torna necessário a busca por tecnologias, para Klein; Klein, (2015) diante de inovações que possibilitam como a utilização de polímeros hidroretentores conhecidos por hidrogéis, que proporcionam além de fornecimento hídrico com controle de quantidade da água liberada, contribui com melhoria dos aspectos físicos e químicos do solo, atuando como condicionante do meio físico do mesmo e assim favorecendo a absorção de nutrientes pelas plantas.

Os hidrogéis são capazes de fornecer de forma gradual a umidade necessária às plantas. Atuam em sinergismo em características físicas e químicas do solo, contribuindo para o desenvolvimento do sistema radicular e auxiliam na absorção de nutrientes, desta forma, age positivamente para a nutrição da planta (KLEIN; KLEIN, 2015).

A utilização dos polímeros pode modificar resultados em produção da palma forrageira, apresentando melhora considerável na performance produtiva desta forrageira. Diante disso, verificou – se possíveis alterações em características físico - químicas, agronômicas, produtivas, qualitativas e quantitativas que distintas estratégias de adubação ocasionam a Palma Forrageira.

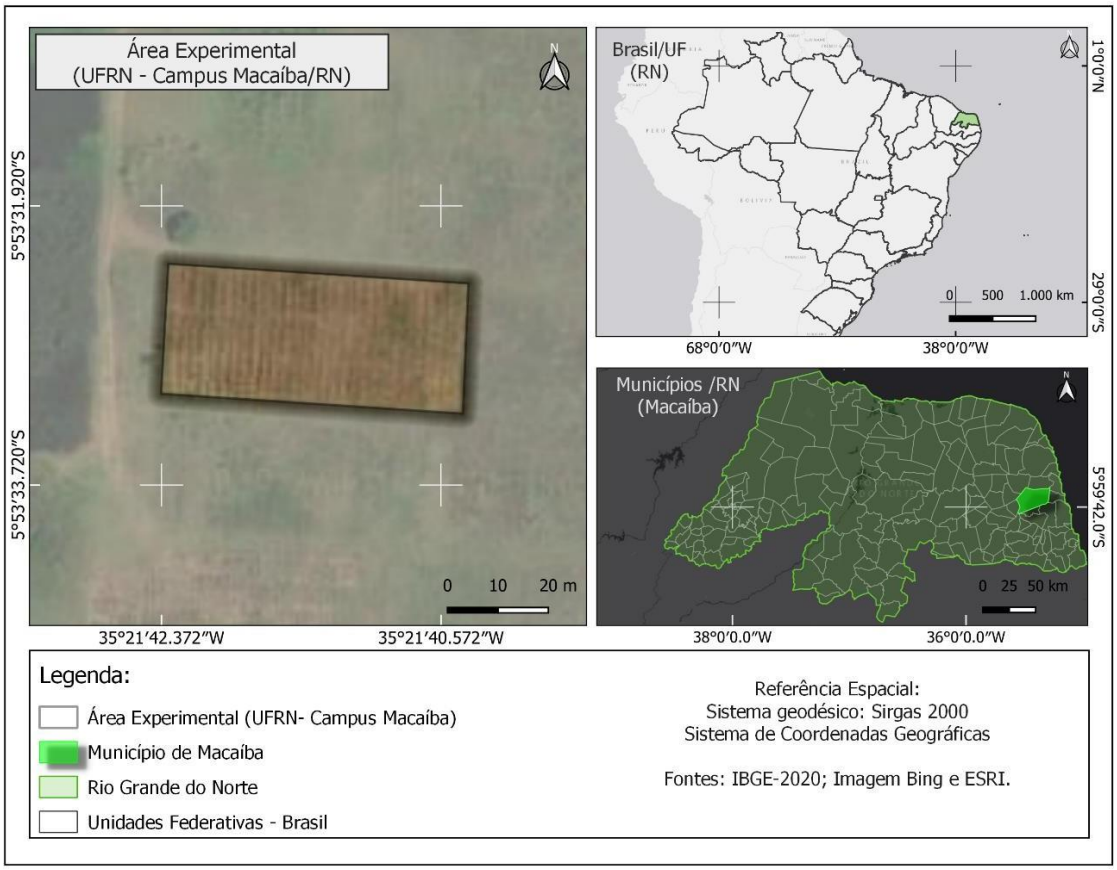
Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de utilização do polímero hidratado (hidrogel) na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, localizada na Escola Agrícola de Jundiaí, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Macaíba/RN, Brasil (Latitude 5°53'32.76"S e longitude 35°21'41.70"W e altitude de 50 m), sendo implantando em janeiro de 2017, e conduzido até janeiro de 2020, no local como mostra na imagem 1.

Figura 1. Mapa geográfico: Localização do experimento.



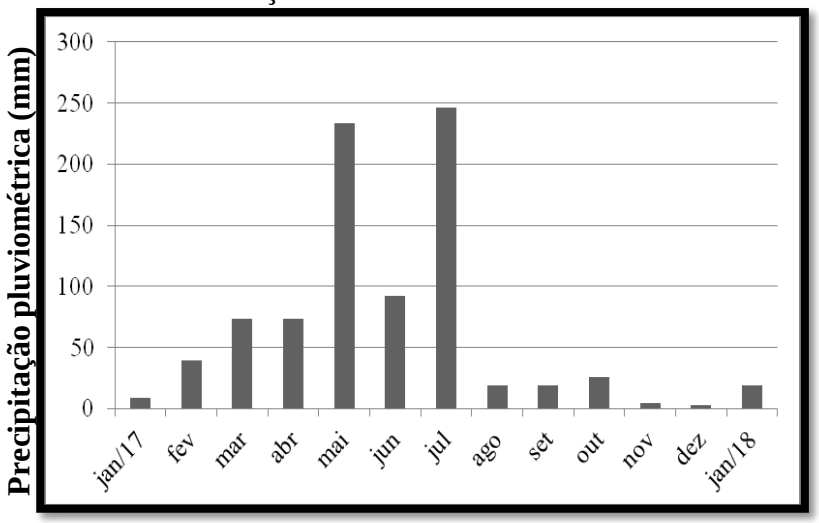
Fonte: IBGE-2020; Imagem Binge ESRI.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite (1948), é subúmido seco, com excedente hídrico de maio a agosto. A precipitação média anual é de 1048 mm e evapotranspiração potencial média acumulada anual de 1472 mm.

De acordo com EMPARN, (2018) a precipitação pluviométrica registrada durante o período de 30 de janeiro de 2017 a 30 de janeiro de 2018 até o momento da primeira colheita foi 859,1 mm de chuvas.

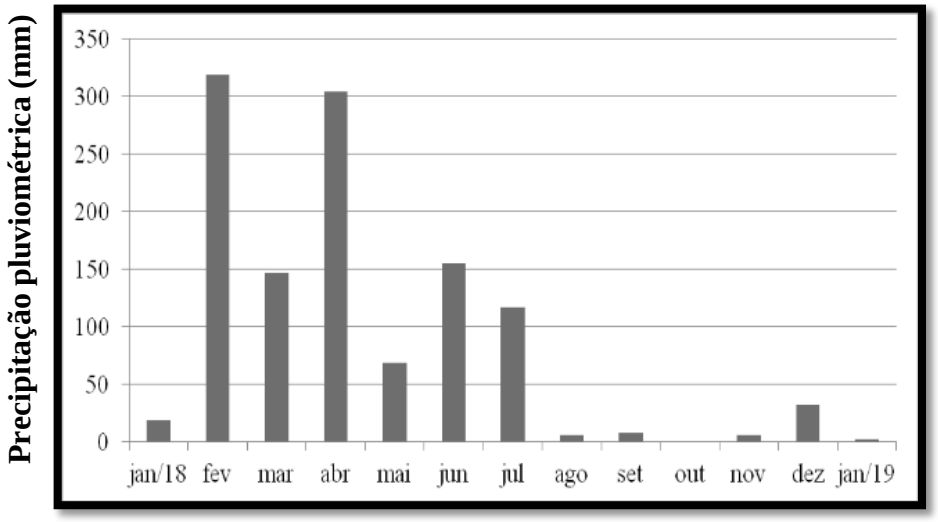
No Gráfico 1 apresenta a distribuição mensal da precipitação pluviométrica durante o ano de 2017.

Gráfico 1: Distribuição mensal ano 2017.



Fonte: Dados coletados da EMPARN, 2018

Gráfico 2: Distribuição mensal ano 2018.



Fonte: Dados coletados da EMPARN, 2018

No Gráfico 2 é expressada a precipitação pluviométrica mensal na área experimental localizada no município de Macaíba – RN, durante o período de colheita da palma que se estende entre a primeira e a segunda colheita, sendo que a distribuição mensal foram registrados de 1.183,1 mm no ano de 2018.

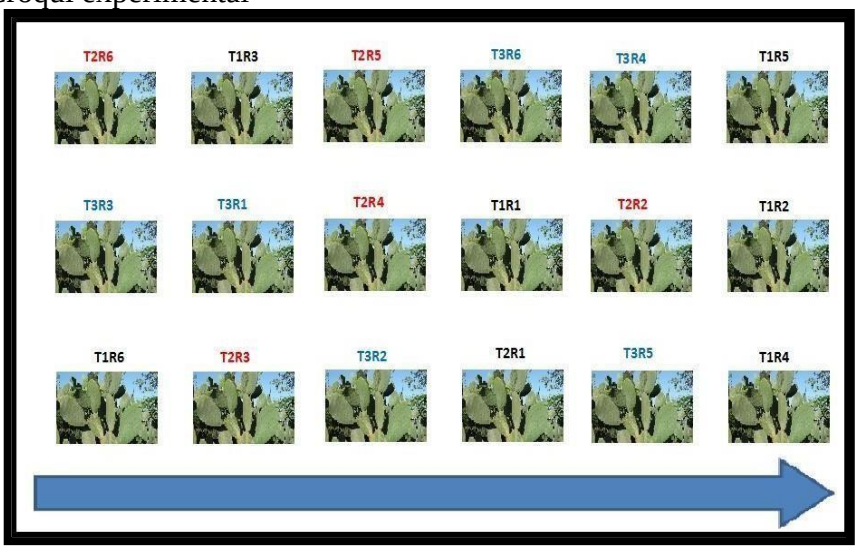
Em período antes da implantação do experimento, foi realizada a caracterização química e física do solo na camada 0-20 cm, coletadas 20 amostras simples em pontos de

distância paralelamente iguais. Foi realizada uma amostra composta e encaminhada ao laboratório, para análise segundo o método descrito por Donagema et al., (2011).

O solo foi classificado como tipo Neossolo Quartzarênico (Santos et al., 2018), de textura franco arenosa (964 g kg_{-1} de areia). Em relação aos parâmetros químicos, os resultados foram: acidez ativa (pH em água) de 5,27; 0,46, 0,30, 1,98 cmolc dm^{-3}, respectivamente de cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H++Al3+); 27,33 e 52,00 mg dm^{-3}de potássio (K) e fósforo (P) (Mehlich I); capacidade de troca catiônica (CTC) de 2,91; 24,0 g dm^{-3} de matéria orgânica (MO) e saturação de base de 31,74 %.

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados. Utilizou-se três tratamentos com seis repetições, totalizando 18 unidades experimentais, como mostra na figura 2 o croqui experimental. Os tratamentos foram: T1: Fertilização convencional (FC): fez uso da adubação no formato granulado; T2: Fertilização foliar + hidrogel (FFH): aplicou-se a dose na diluição de 6 gramas do polímero L^{-1} de água, associado ao fertilizante na forma líquida por meio da via foliar; T3: Fertilização foliar sem hidrogel (FF): utilizou-se apenas a adubação foliar na mesma formulação do tratamento com polímero.

Figura 2. Croqui experimental



Legenda: Distribuição dos tratamentos.

FC FFH FF

Manejo de plantio

A planta forrageira utilizada para realizar o experimento foi a palma forrageira *Opundia stricta* c.v Orelha de Elefante Mexicana. A área do plantio foi previamente preparada por meio de gradagem niveladora, sendo realizada posteriormente uma

calagem, 60 dias antes do plantio, e novamente realizada uma gradagem niveladora, a fim de incorporar o corretivo aplicado. A dose aplicada de calcário foi de 1,7 t ha^{-1} de acordo com as recomendações baseada na análise de solo, utilizando o método de saturação de bases e depois foram realizados os sulcos na área.

No plantio os cladódios foram plantados em sistema de fileiras duplas (são duplas de cladódios que ficam posicionados um de frente ao outro formando a fileira dupla) imagem 1, com adensamento em formato de carta de baralho, no espaçamento de 1,0m x 0,5m x 0,15m totalizando quantitativo de plantas 133.333 ha^{-1}, o tamanho destinado da área para cada parcela foi de 56,25 m², que corresponde a 7,5 x 7,5 m. O corte de uniformização foi realizado aos 24 meses.

Imagem 1: Plantio em fileira dupla. Formato carta de baralho.

Fonte: Arquivo pessoal. Suassuna, 2013.

Na fundação foi adicionado 100 kg/ha de P2O5, em todos os tratamentos, na fonte de superfosfato simples, mediante os resultados da análise de solo e a recomendação de adubação a cultura, sendo depositado no fundo do sulco anterior ao plantio dos cladódios. No tratamento utilizando a fertilização foliar com polímero, foi necessária a hidratação do polímero em água, onde se utilizou uma caixa d'água, com capacidade para 1000 L, na qual ocorreu a deposição de 2,7 kg do polímero, e o volume de água utilizado para hidratação que foi de 450 L, ou seja, 6 gramas do polímero por litro de água. O polímero permaneceu durante 30 minutos em contato com a água, para completa hidratação, até quando o mesmo atingiu um aspecto gelatinoso, como mostra na imagem 2.

Imagem 2: Polímero hidratado, aspecto gelatinoso.

Fonte: Arquivo pessoal. Da Costa, 2019.

A aplicação do polímero hidratado, ocorreu na dose de 6,0 g m-1, ou 1,0 L m^{-1} de sulco; para aplicação do produto fez o uso de um regador depositado no sulco, promovendo um contato direto com parte da planta. Após a aplicação do polímero os sulcos foram cobertos com solo, em aproximadamente 2/3 do cladódio.

A adubação utilizada foi composta exclusivamente de fertilizantes químicos, sendo as doses utilizadas para N (nitrogênio), P e K nos três tratamentos respectivamente de: 391, 100 e 542 kg/ha-1, sendo a diferença com relação à forma de aplicação, de modo que na fertilização convencional foi aplicação via solo, e em fertilização foliar com e sem polímero via foliar, com exceção do P, aplicado via solo em todos os tratamentos.

A preparação da formulação da adubação líquida para os tratamentos fertilização foliar com e sem polímero compreendeu 15 kg de cloreto de potássio solúvel (61% de K2O) e 15 kg de ureia (44% de N), ambos adicionados em um recipiente de 40 litros de água, esta mistura ficou decantando durante 24 horas.

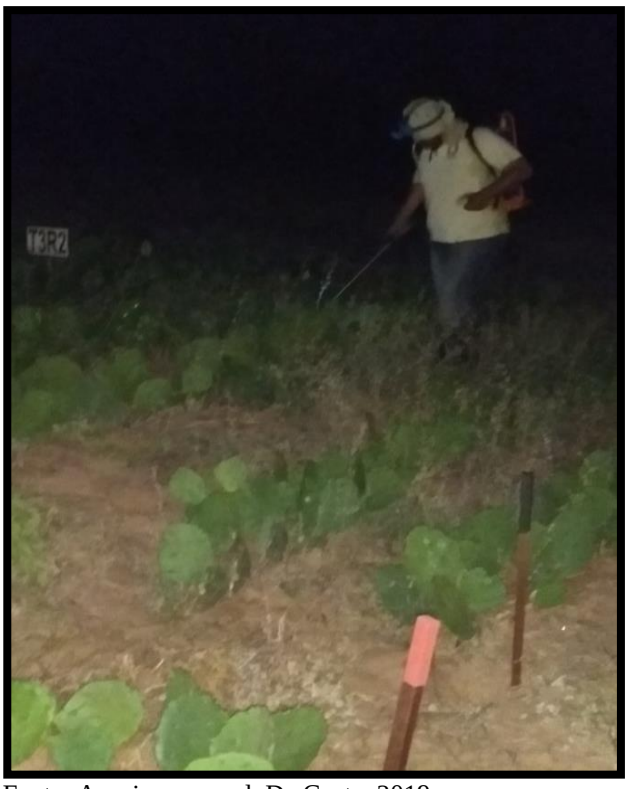
Para pulverização utilizou-se um pulverizador do tipo costal, de capacidade de 20 20 L, onde se adicionou a solução (KCL + ureia), sendo realizada uma filtragem da solução no momento do acondicionamento no pulverizador, a fim de evitar corpos de fundo e impurezas no interior do mesmo.

A aplicação da adubação foliar ocorreu sempre à noite, devido aspectos fisiológicos da cactácea, ou seja, particularidades referentes à abertura estomática que ocorre sempre a partir deste horário, sendo assim a adubação foliar possui maior eficiência quando aplicada no período noturno. A solução da adubação líquida foi

distribuída nos tratamentos de fertilização foliar com e sem polímero via foliar, em que, foi aplicado 586,66 L ha^{-1} da solução.

As dosagens dos fertilizantes (N e K) foram aplicadas a cada 90 dias de intervalo entre si. Os fertilizantes aplicados via grânulos no tratamento fertilização convencional seguiram as mesmas proporções de intervalo de aplicações das doses, com quatro aplicações anuais, espaçadas a cada 90 dias. Já o fósforo foi aplicado anualmente em todos os tratamentos, em formato de dose única.

Imagem 3: Aplicação de fertilização foliar.



Fonte: Arquivo pessoal. Da Costa, 2019.

Tratos culturais

Durante o período experimental foi realizado o controle da cochonilha *Dactylopius coccus* utilizando mistura de óleo mineral e detergente neutro a 2%. Não foram observado doenças fúngicas, virais e bactérias nas plantas de palma forrageira. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio da limpa manual com intervalos periódicos.

Morfologia e produção

Os dados morfológicos foram analisados no ato da colheita, sendo obtidos em 10 cladódios, selecionados ao acaso da área útil de cada parcela, a fim de se estimar os dados morfométricos das plantas, com auxílio de uma régua para medir a largura (L, cm) e o comprimento (C, cm) do cladódio e sua respectiva área, e utilizando um paquímetro se obteve a espessura (mm). Para determinar a área do cladódios (AC, cm^2) foi utilizado a seguinte equação: $AC = L \times C \times 0,75$ (De Lima et al., 2020). No entanto, a altura de planta, foi obtida com a utilização de uma régua de 1,50 m onde se mediu da base até a extremidade do último cladódio (Imagem 4 e 5).

As colheitas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana - OEM ocorreram aos 12 e aos 24 meses após o plantio no período de 30 de janeiro de 2018 e 30 de janeiro de 2019. No ato da colheita foi realizada a medição da área de cada parcela preservando uma área denominada de área útil, onde se obteve o material para análises das variáveis. A área útil abrangeu as três fileiras duplas centrais, nas dimensões de 4x3, ou 12 m^2, dispensando-se as duas fileiras duplas de ambos os lados.

Imagem 4: Medição morfológicas dos cladódios, Palma Orelha de Elefante.
A: Régua: largura (L, cm) e o comprimento (C, cm);

Fonte: Nascimento, 2018.

Imagem 5: Medição morfológicas dos cladódios, Palma Orelha de Elefante.
B: Paquímetro: espessura (mm)

Fonte: Nascimento, 2018.

Imagem 6: Coleta de dados obtidos na cultura

Fonte: Arquivo pessoal. Da Costa, 2019.
1) Medição de altura da planta. 2) Anotações dos dados.

Composição química

Para determinação da massa seca (MS), foram colhidas amostras em 10 plantas da área útil aleatoriamente, havendo mensuração de 3 kg de palma área^{-1} útil, posteriormente picadas e acondicionados em sacos de papel identificado com tratamentoe repetição, e, encaminhados para secagem na estufa de circulação forçada de ar a 55 ºC,até atingir peso o constante. Posteriormente, contemplou-se a determinação do teor de MS, para estimar a produção de biomassa (t ha^{-1}). Após a determinação da MS, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal da UFRN, e trituradas em moinho de facas do tipo Willey.

Imagem 7: Colheita da palma

Fonte: Arquivo pessoal. Da Costa, 2019. Corte para colheita da Palma e transporte para análises.

Em laboratório, compreendeu a determinação da composição química para as seguintes variáveis: Matéria mineral (MM), que foi obtida pela metodologia da AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pela metodologia de Van Soest et al., (1969); Extrato etéreo (EE), lignina, proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro e proteína insolúvel em detergente foram determinadas conforme procedimentos descrito por Silva e Queiroz (2002).

O teor de Carboidratos Totais (CHO) foi obtido pela equação: % CHO= 100 - (% PB + % EE + MM) e para o teor de Carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se a equação: % CNF+ 100 – (%FDN + %PB + %EE + %MM), ambas fórmulas descritas por descritas por Sniffen et al., (1992). Já o teor de Nutriente Totais pela equação proposta pelo NRC (2001).

Análise estatística

Os dados foram analisados seguindo um modelo inteiramente casualizado (Yij= μ + Fi + εij), em que, Yij: valor observado; μ = constante geral; FCi: efeito da estratégia de fertilização (i = fertilização convencional, fertilização foliar com polímero, fertilização foliar sem polímero); j: efeito da repetição (j = 1, 2, 3, 4, 5, e 6); εij: erro aleatório, associado a cada valor observado. Os dados foram analisados via componentes principais: o conjunto de dados foi padronizado; cada descritor, portanto, teve média nula e variação de unidade. Essa análise permitiu reduzir o espaço das variáveis originais em um conjunto menor, preservando o máximo da variabilidade original dos dados.

Para a realização das análises de variância e regressão utilizou-se o pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software R versão 4.2.0 (2022).

Análise multivariada

Os dados de caracterização da palma forrageira em distintas estratégias de adubação foram realizados utilizando-se a Análise de Componentes Principais, que é uma técnica multivariada exploratória por gráfico de Biplot do primeiro (PC 1) e segundo (PC 2) componentes. Foi processada com a matriz de covariância das variáveis originais, obtendo-se dela os autovalores que construíram os autovetores. Estes são combinações lineares das variáveis originais e se denominam componentes principais. O poder discriminatório de cada variável num componente foi medido pela fórmula:

$$r_{xj}(cp_h) = \frac{a_{jh}\sqrt{\lambda_h}}{s_j}$$

Nessa fórmula, S_j =desvio padrão da variável j, a_{jh} = coeficiente da variável j no h-ésimo componente principal, e λ_h = h-ésima raiz característica (autovalor) da matriz de covariância (HAIR et al., 2005). Todas as análises foram processadas no programa STATISTICA, versão 7, após padronização das variáveis (média nula e variância unitária).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados que não houve efeitos de estratégia da adubação na altura da planta, comprimento do cladódio, largura do cladódio, espessura do cladódio (mm), área do cladódio e biomassa, sendo possível estimar valores médios de 55,00 m, 23,70 cm, 17,27 cm, 10,29 mm, 307,22 cm², 9,48 kg ha^{-1}, respectivamente exibidos na Tab. 1.

Tabela 1**.** Biometria e produção de biomassa da palma forrageira em distintas estratégias de adubação.

	Estratégia de adubação				
Item	**Fertilização convencional (kg ha^{-1})**	**Fertilização foliar com polímero (L ha^{-1})**	**Fertilização foliar sem polímero (L ha^{-1})**	**Valor p**	**C.V (%)**
Altura de planta (cm)	55,86a	54,41a	54,73a	0,760	6,42
Comprimento do cladódio (cm)	24,08a	23,67a	23,34a	0,587	5,13
Largura do cladódio (cm)	17,50a	17,32a	16,98a	0,450	4,12
Espessura do cladódio (mm)	10,39a	10,32a	10,16a	0,214	2,14
Área do cladódio (cm²)	317,00a	307,50a	297,16a	0,399	8,01
Biomassa (t ha^{-1})	9,23ª	8,56a	10,65a	0,057	14,8

Médias seguidas de letras minúsculas, iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Valor p. probabilidade efeito significativo; CV: coeficiente de variação.

Analisando os dados obtidos na Tab. 1 observa – se que os tratamentos quando comparados não influenciaram estatisticamente nos resultados das variáveis morfológicas tanto de biometria e quanto em produção de biomassa da palma, portanto pode desconsiderar o uso de hidrogel para essas características, logo o tratamento de associação de fertilização foliar com polímero para as referidas características não obteve interação

que influenciasse no resultado. No entanto, diferente de De Oliveira et al., (2020) que em sua pesquisa conduzida com a utilização com polímero, relatam que o polímero foi capaz de favorecer certas características morfológicas como o comprimento e a espessura dos cladódios no genótipo “Orelha de elefante”, porém apresentaram diferente efeito sob o genótipo da palma “Gigante”, sendo que em variável dos cladódios não alteraram no comprimento enquanto isso, comprometeu a largura. A partir dos resultados, o mesmo possui um rendimento hídrico inferior, quando comparado com o genótipo “Orelha de elefante”, tendo em vista que o provável favorecimento hídrico, proporcionado pelo hidrogel, mostrou-se interferência às variáveis produtivas analisadas. Recomenda-se a utilização do genótipo “Orelha de elefante” associado ao hidrogel.

Conforme Silva et al., (2010) referente as características morfológicas da planta, altura e largura são importantes por apresentarem relação com a produção de massa seca, pois os valores dessas variáveis resultam na quantidade de produtividade da palma forrageira. Em se tratando ainda das características correlacionadas a produção de massa seca, o comprimento e a largura do cladódio são importantes por apresentarem uma relação positiva com a produção de massa seca. Os autores relaram ainda que, essa característica de acúmulo de biomassa depende do tipo de genótipo, que possui distintas morfologias de emissão, tamanho, formato e distribuição dos cladódios. Essa diferença pode influenciar a capacidade fotossintetizante e o rendimento da palma forrageira. Assim, conforme Rocha et al., (2017) a espessura do cladódio consegue essa interferência tanto sobre a capacidade de fotossíntese e quanto ao armazenamento de água, portanto essa característica apresenta importância fisiológica ao vegetal. Referente as características morfológicas Pinheiro et al., (2014) relatam que há relação entre a altura e largura da planta, índice de área do cladódio e comprimento do cladódio, que em geral estão diretamente correlacionados com o rendimento da planta sendo de grande importância pois permite compreender a resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo.

Diante disso, sabe-se que referente ao rendimento da planta, normalmente as variáveis morfológicas estão consequentemente relacionadas à produção de biomassa e de matéria seca, sendo esses aspectos que podem influenciar no potencial produtivo da planta. Ainda nesse mesmo contexto, De Farias et al., 2015 descrevem que a variável altura da planta é importante por estar correlacionada com característica de produção, este

aspecto está relacionado à melhoria da textura do solo, e ainda à incorporação de nitrogênio, fósforo e potássio, que atribuem ao desenvolvimento da planta.

Esperava-se então com essa pesquisa, que o uso do hidrogel proporcionasse efeito sobre característica de altura da planta, visto que o hidrogel tem a capacidade de absorver, armazenar e liberar maior quantidade de água de forma gradativa às plantas, sendo que isso não foi observado na presente pesquisa. Referente aos efeitos significativos nessas características morfológicas, de acordo com Cunha et al., (2012) seriam capazes devido o nitrogênio agir como estimulador de divisão e alongamento celular, permitindo efeitos diretos nas estruturas dos cladódios. Porém, os autores relatam ainda que ao analisar a cv. Miúda, que o uso da adubação nitrogenada não interfere nas características morfogênicas e na produção de biomassa da palma forrageira, sendo que o volume da forrageira pode usá-lo como variável para mensurar o peso fresco dos cladódios.

Verificou – se na presente pesquisa que os resultados obtidos são insignificativos sob o ponto de vista agronômico, pois observou-se que aparentemente não há diferença relevante aos tratamentos quando comparados, sendo que o tratamento convencional apesar do método ter sido exclusivo entre os tratamentos pela forma de aplicação que foi via solo com adubação em formato granulado, sendo que os demais tratamentos foram submetidos ao método de aplicação via foliar.

Conforme já citado anteriormente, não ocorreu a interação entre o hidrogel e a fertilização foliar para atingir efeito sob as variáveis. Perante o exposto, sabe-se que existem ainda os fatores bióticos e abióticos que conseguem influenciar no desempenho do manejo da aplicação dos fertilizantes e dos polímeros, como as condições climáticas.

De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte EMPARN, (2018), não houve uniformidade na distribuição da precipitação mensal nos anos que executou o plantio (Gráfico 1 e 2), o que possivelmente favoreceu a influência do polímero nas variáveis analisadas. Visto que, em determinado períodos do experimento obteve baixa precipitação mensal, sendo que em certos períodos do estágio vegetativo exigem maior fornecimento hídrico para o desenvolvimento da planta, por isso atenta-se as condições de déficit hídrico à cultura. Conforme estudos de Thomas (2008), o uso do polímero permite a ocorrência dessa uniformização em disponibilidade de água ao solo, sem que as plantas apresentem sintomas de estresse hídrico nos primeiros 30 dias pós-plantio, proporcionando crescimento em diâmetro do colo das mudas. Considerando que o estresse hídrico é a situação principal, visto que a água atua como elemento limitante

na sobrevivência e no crescimento inicial das plantas, afetando diretamente o alongamento celular com redução e controle da abertura dos estômatos e consequentemente, a produtividade (TAIZ et al., 2017).

Referente ainda as interferências externas, como fatores ambientais, estes podem interferir de acordo com a umidade relativa do ar e/ou temperatura ambiente, afetando as propriedades físicas e o desempenho das formulações dos fertilizantes foliares, recomenda assim da importância em atentar-se as condições antes de aplicá-las à campo (FERNÁNDEZ et al., 2015). Diante do exposto percebe - se que quanto maior o distanciamento dos parâmetros climáticos adequados para o desenvolvimento da planta, maior a interferência sob a produção da palma forrageira.

Conforme, Fernández et al., (2015) mencionaram com destaque que são diversas condições capazes de interferir sobre a eficácia dos fertilizantes foliares dentre as situações ambientais, espécies de plantas, fase de crescimento, condições e época de aplicação, embora poucas exigências possam ser aplicadas a cada situação específica, a compreensão dos princípios gerais que afetam a adubação foliar. Diante disso percebe - se que inúmeros são os fatores que podem interferir no efeito da adubação foliar, isso se justifica pela resposta de insignificância que afetam a eficácia ao método de fertilização foliar. Porém, os autores relataram que não se sabe ao certo se nutrientes aplicados via foliar, quando se encontram no interior celular estão metabolicamente disponíveis em maior ou menor grau em comparação aos nutrientes adquiridos do solo. O mecanismo de toxicidade dos fertilizantes foliares não está definido se os nutrientes foliares podem ser deslocados em maior eficácia do que os nutrientes provenientes do solo.

Na Tabela 2 podem ser visualizadas desproporcionalidade entre as diferentes estratégias de adubação de composição química da palma forrageira sob as variáveis, sendo que em relação ao tratamento associado ao polímero na característica de produção de matéria seca pode ser observado que não houve efeito nos resultados das variáveis de composição química. Por outro lado, a fertilização foliar com polímero promoveu incrementos de 14% na matéria mineral e 42% na proteína bruta em relação à fertilização convencional, sendo assim atribuídos aos respectivos valores 14,14 e 6,30, Tab 2.

Tabela 2**.** Composição química da palma forrageira em distintas estratégias de adubação.

	Estratégia de adubação				
Item	**Fertilização convencional (kg ha^{-1})**	**Fertilização foliar com polímero (L ha^{-1})**	**Fertilização foliar sem polímero (L ha^{-1})**	**Valor p**	**C.V (%)**
Matéria Seca (%)	8,91a	6,34b	7,85a	<0,001	10,06
Matéria Mineral (%, MS)	11,26b	14,14a	12,53ab	0,006	10,48
Proteína Bruta (%, MS)	3,68b	6,30a	5,43a	0,002	19,98
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro (%, MS)	0,278a	0,243a	0,281a	0,218	14,97
Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (%, MS)	0,091a	0,091a	0,100a	0,718	21,47
Fibra em Detergente Neutro (%, MS)	40,14a	35,45a	39,69a	0,105	10,2
Fibra em Detergente Ácido (%, MS)	13,54a	14,89a	15,35a	0,482	18,05
Lignina (%, MS)	3,03a	3,44a	3,25a	0,547	19,72
Carboidratos Totais (%, MS)	83,98a	78,60b	81,02b	<0,001	2,27
Carboidratos Não Fibrosos (%, MS)	43,83a	43,15a	41,32a	0,511	8,88
Extrato Etéreo (%, MS)	1,07a	0,943a	1,01a	0,455	16,92
Nutrientes Digestíveis Totais (%, MS)	62,73a	61,18a	61,26a	2,77	0,243

Médias seguidas de letras minúsculas, iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Valor p. probabilidade efeito significativo; CV: coeficiente de variação.

Considerando a análise dos resultados da composição química da palma em distintas adubações, Tab. 2, nota-se que não houve efeito da estratégia de adubação para proteína insolúvel em detergente neutro, proteína insolúvel em detergente ácido, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais, sendo possível estimar os seguintes valores médios: 0,267 (%, MS), 0,094 (%, MS), 38,43 (%, MS), 14,59 (%, MS), 3,24 (%, MS), 83,98 (%, MS), 42,77 (%, MS), 1,01 (%, MS), 61,72, respectivamente Tabela 2.
Referente aos valores obtidos na Tab.2 em tratamentos com estratégias de adubação distintas atentam-se aos valores de produção de matéria seca onde verificam que não sofreram efeito significativo em tratamento ($p<0,05$), mantendo – se em êxito à adubação convencional. De acordo com os resultados analíticos isso ocorre pelo efeito que possivelmente a fertilização foliar e/ou em associação ao polímero atribuem à planta, proporcionando atribuição hídrica por maior período e consequentemente aumento de peso da massa do vegetal.

Segundo Da Costa et al., (2019) o fato se explica pelo fornecimento hídrico gradativo que o polímero proporciona, conduzindo acúmulo hídrico nos vacúolos celulares, um maior aumento no peso de matéria natural do vegetal e maior efeito em produção no tratamento que obteve o polímero agrícola. Sendo que, com a utilização do mesmo verificou -se maior contribuição hídrica de absorvência pelas chuvas, sendo liberada de forma gradativa, e ainda ocorreu maior aproveitamento de nutrientes pelas plantas.

Portanto, é provável que o acúmulo hídrico nas estruturas celulares dos vegetais submetem aos efeitos em variáveis, como na matéria seca, expressado as estimativas mensurada na fertilização convencional sendo que os demais tratamentos foram submetidas as adubações de aplicação foliar com e sem polímero. Isso se explica pelo fato que devido a palma forrageira possuir grande capacidade de armazenamento de água, é perceptível que quanto maior o teor de umidade, menor o teor de matéria seca presente, logo são inversamente proporcionais. Porém, por outro lado, o teor de matéria mineral MM, proteína bruta PB e lignina LIG obtiveram efeito quando submetidos ao tratamento de fertilização foliar em associação ao polímero FFH, provavelmente pelo tipo de fertilização aplicada, resultando em melhores estimativas em comparação ao tratamento Fertilização Convencional FC que inclusive a forma de aplicação de fertilização foi via solo e sem aplicação foliar.

Fernández et al., (2015) relataram que com a adição de umectantes em produções de fertilizantes foliares para retardar o processo de secagem melhora o efeito dos tratamentos, principalmente em regiões áridas e semi-áridas que podem ser dificultadas pela secagem rápida das soluções após a aplicação, e a adição de umectantes pode aumentar o índice de absorção de nutrientes aplicados. Ressaltam ainda que existe interferência na eficácia dos nutrientes foliares, mas para se ter uma melhoria em absorção as aplicações devem serem feitas em períodos que os estômatos vegetais estão abertos e assim terá maior eficácia com nutrientes quando aplicados às folhas.

Conforme Silva et al., (2015) em seu estudo realizado com as variedades de palma IPA-Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana foram avaliados os indicadores de eficiência de uso da água e de nutrientes. Dentre estas destacaram a Orelha de Elefante Mexicana e a IPA Sertânia em relação à eficiência de água considerando a produção de matéria fresca. Visto que, as variedades apresentaram quanto à matéria seca, a mesma eficiência de uso da água, em teor de água precipitada e de água evapotranspirada. Referente ainda sobre matéria seca, de acordo com Marques et al., (2017) a palma forrageira apresenta baixo teor de MS, em torno de 10%, com variação obtida entre 6,07 a 16,57%, fato que explica a limitação de inserir na alimentação bovina pela pequena concentração de nutrientes. A palma apresenta em sua composição baixo teor de proteína bruta, sendo entre 4 a 5% da MS, e baixo teor ainda em fibra insolúvel em detergente neutro de 50% inferiores aos comparados de silagens. No entanto é rica em carboidrato não fibroso valor estipulado com variação entre 42,27% a 71,17 % superior as silagens de milho e sorgo. Porém a variação dos nutrientes entre as cultivares que ocorrem pode ser justificado devido as situações ambientais e ao manejo adotado.

De acordo com Embrapa documentos de Frota et al., (2015) descrevem que a palma forrageira, independentemente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca (6,1% a 17,1%), proteína bruta (2,9% a 6,0%), fibra em detergente neutro (20,1% a 32,8%) e fibra em detergente ácido (9,5% a 22,5%). Por outro lado, apresenta teores consideráveis de carboidratos totais (73,8% a 85,2%), carboidratos não fibrosos (42,3% a 65,0% e matéria mineral (8,1% a 17,7%). Porém a presente pesquisa apresentou valores a partir de distintos tratamentos T1 convencional, T2 adubação foliar + hidrogel e T3 adubação foliar sem hidrogel obtiveram o teor de MS (8,91; 6,34; 7,85 + C.V10,06%), PB (3,68; 6,30 e 5,43 + C.V19,98%), FDN (40,14; 35,45; 39,69 + C.V10,2%), FDA (13,54; 14,89 e 15,35 + C.V18,05%) apresentada aos tratamentos respectivamente. O

FDN foram 40,14; 35,45 e 39,69 + 10,2. No entanto, o teor de lignina de 3,03; 3,44 e 3,25 C.V 19,72% para T1, T2 e T3, respectivamente, encontram-se inferior a média encontrada por de Cavalcante et al. (2014), de 5,26; 5,30 e 3,57, para Gigante, Redonda e Miúda, respectivamente.

O presente estudo em geral, mostrou-se que os fatores citados tiveram comportamento semelhante nos tratamentos avaliados, considerando sobre a apresentação destes resultados que provavelmente houve interferência ao manejo adotadono plantio, não permitindo efeitos significativos dos tratamentos.

Com os dados obtidos dos resultados da pesquisa foi realizada a análise multivariada com as variáveis avaliadas em componentes principais, foi verificado que o primeiro componente PC1 apresenta maior variação acumulada 64%, demonstrando que a técnica de componentes principais foi efetiva para resumir a quantidade de características responsáveis pela definição dos grupos de produção de palma forrageira. No entanto, o segundo componente PC2 apresenta menor variação de 34%, figura3.

Figura 3 - Biplot do primeiro (PC 1) e segundo (PC 2) componentes da palma forrageira em distintas estratégias de adubação.

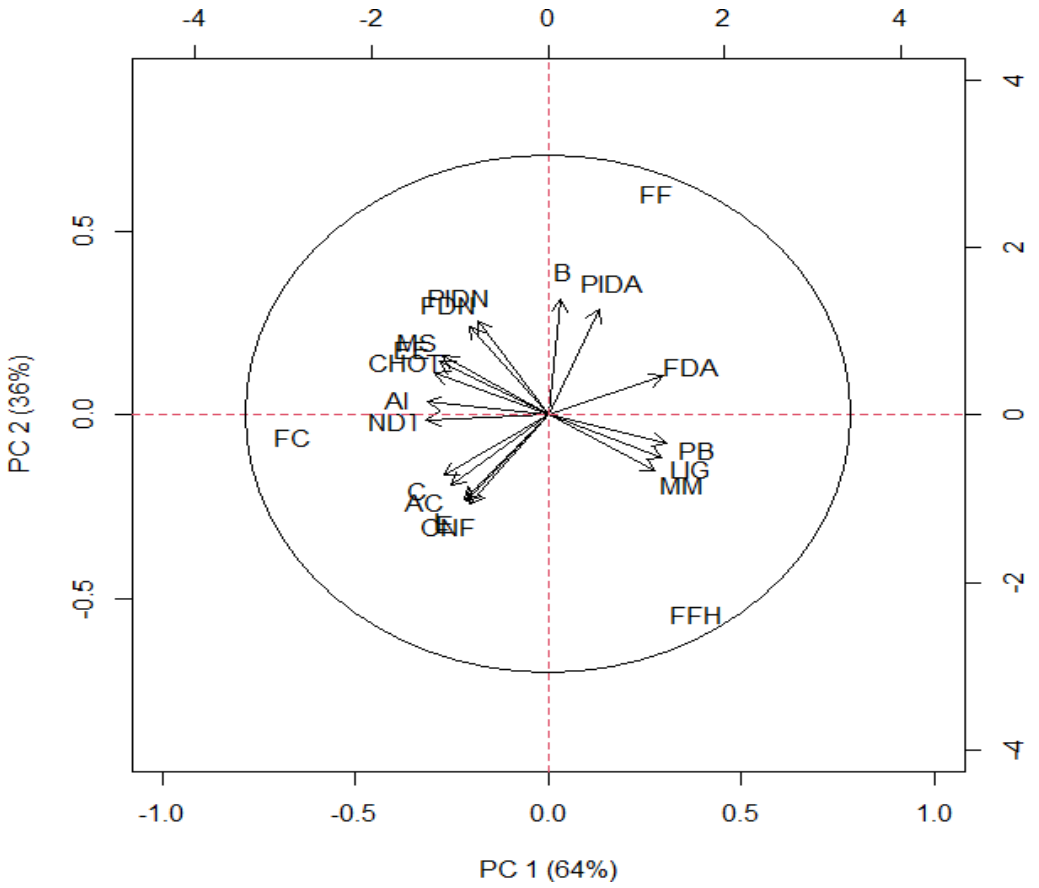


Figura 3. Biplot do primeiro (PC 1) e segundo (PC 2) componentes da palma forrageira
FC: Fertilização convencional; FFH: Fertilização foliar com polímero; FF: Fertilização foliar sem polímero. Al: Altura de planta; C: Comprimento do cladódio; L: Largura do cladódio; C: comprimento do cladódio; E: Espessura do cladódio; AC: Área do cladódio; B: Biomassa; MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; PIDN: Proteína bruta proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA: Proteína insolúvel em detergente ácido; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; CHO: Carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; EE: Extrato etéreo; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

O Gráfico Biplot expressa a análise multivariada realizada com os principais componentes da palma forrageira observa-se que baseado nos principais componentes PC, é possível averiguar que as variáveis altura de planta AL, biomassa B e nutrientes digestíveis totais NDT estão mais próximos dos eixos, portanto, não sofreram influência das estratégias de adubação e não se associam com as demais variáveis.

Referente a composição química as variáveis de proteína bruta PB, matéria mineral MM e lignina LIG apresentam ordenadas quanto ao posicionamento no quadrante que estão inseridos em fertilização foliar com hidrogel FFH, pode-se concluir que houve maior grau de associação entre si por influência da estratégia de adubação. Observa-se que os quadrantes das fertilizações foliares estão posicionadas ao mesmo lado, sendo que as variáveis proteína insolúvel em detergente ácido PIDA e fibra em detergente ácido FDA estão inseridas no quadrante da fertilização foliar sem hidrogel FF, portanto essa adubação consegue influenciar sob essas variáveis. Referente as demais variáveis pode ser verificado que estão posicionadas no quadrante de lados opostos às fertilizações foliares, apresentando maior associação a fertilização convencional FC.

Pode-se concluir então que dentre as variáveis de composição químicas somente PB, LIG e MM expressam correlação de maior grau de associação entre si, visto que estão posicionadas no quadrante de FFH - fertilização foliar com hidrogel, justifica-se as variáveis que sofreram maior influência dentre as distintas adubações, percebe-se pela perspectiva de uso do polímero associado a fertilização foliar que foi capaz de otimizar a expressão nas variáveis da palma forrageira.

CONCLUSÃO

Referente aos dados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir que houve influência da utilização de polímero hidratado na produção de Palma forrageira *Opuntia stricta*, cultivar Orelha de elefante mexicana, sendo que o produto possibilitou efeito na composição química das variáveis PB, MM e LIG da forrageira produzida.

Apesar dos avanços científicos na relação entre as características morfogênicas, químicas e produtivas da palma forrageira, há uma lacuna na literatura quanto as pesquisas referentes a utilização de polímero hidratado na produção de palma forrageira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. **Journal of advanced research**, v.6, n.2, p.105-121, 2015.

ALBUQUERQUE, S. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. D.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N. D.; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (Opuntia ficus-indica, Mill.) Cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods ofthe Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. v.2. Washington, DC, 1990.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C.A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, freqüência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

CAVALCANTE, L.A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, M.A.D. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol.44, n.4, pp.424-433, 2014.

CUNHA, D.D.N.F.V.D.; GOMES, E.D.S.; MARTUSCELLO, J.A, AMORIM, P.L.D.; SILVA, R.C.; FERREIRA, P.S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de partículas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 1156-1165, 2012.

DA COSTA, P. R.; DO NASCIMENTO, S. M.; DE AGUIAR, E. M.; DA COSTA JÚNIOR, A. L. S.; DA COSTA, J. A., DOS SANTOS, W. C., DA COSTA, J. M. B.; SILVA, S. N. Uso de polímero hidroretentor na produção de palma forrageira. **Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 5**. Recurso eletrônico/ Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, v. 5, cap. 21, pg. 184, 2019.

DA SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; DE MORAIS, J. E. F.; DA SILVA DINIZ, W. J.; DE SOUZA, C. A. A.; DA CONCEIÇÃO SILVA, M. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas.**Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015.

DE FARIAS RAMOS, J. P., SANTOS, E. M., PINHO, R. M. A., BEZERRA, H. F. C., PEREIRA, G. A., BELTRÃO, G. R., & OLIVEIRA, J. S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**, 16(12), 1-11, 2015.

DE LIMA, A. S.; DA SILVA, P. F.; DE MATOS, R. M.; BONOU, S. I.; NETO, J. D. Determinação da área de cladódios e fator de correção da palma forrageira sob fertirrigação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 14(1), 3803, 2020.

DE LIMA, R. M. F.; DE SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, 2011.

DE OLIVEIRA, F. F. C.; SILVA, L. J. V.; DE SOUZA, M. V. A.; LINS, G. R.; DA SILVA, A. R. A.; SILVA, R. T. M. Crescimento, biomassa e eficiência de uso da água em genótipos de palma forrageira consorciados com plantas de gliricídia, em respostas ao hidrogel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, 13(6), 3773-3782, 2020.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 2011.

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**, 5(1), 129-135, 2010.

EMPARN – **Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte**. Previsão pluviométrica 2018. Disponível em: https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/graficos. Acesso em: 10 de mar. 2020.

FERNÁNDEZ V.; SOTIROPOULOS T.; BROWN P. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo. **International Fertilizer Industry Association**. Ed: Abisolo, 150p.: il, ISBN: 9788569084006, São Paulo, 2015 FROTA, M. N. L. DA; CARNEIRO, M. S. DE S.; CARVALHO, G. M. C.; DE ARAUJO NETO, R. B. Palma Forrageira na Alimentação Animal. **Embrapa Meio-Norte** – Documentos 233, 2015.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, 5(19), 2952, 2014.

FERREIRA, I.C.P.V.; ARAUJO, A.V. DE; NASCIMENTO, A.L.; CAVALCANTI, T.F.M.; SANTOS, L.D.T. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v.60, p.582-588, 2013.

FONSECA, L.; ROITMAN, I.; JACOBSON, T.K.B.; OGATA, R.S.; SOLARI, R.A.F.; RIBEIRO, R.J.D.C. Viabilidade do hidrogel na recuperação de Cerrado sensu stricto com espécies nativas. **Floresta e Ambiente**, 2017.

FROTA, M. N. L. DA; CARNEIRO, M. S. DE S.; CARVALHO, G. M. C.; DE ARAUJO NETO, R. B. Palma Forrageira na Alimentação Animal. **Embrapa Meio-Norte** – Documentos 233, 2015.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; RANGEL, A. H. DO N.; GUILHERMINO, M. M.; NOVAES, L. P.; DE MEDEIROS, H. R. Perfil dos sistemas de produção de leite bovino no semi árido potiguar. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa CNPS**, 2, P.130–141, 2015.

IDROBO, H.J.; RODRIGUEZ, A.M.; DIAZ ORTIZ, J.E. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. **Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente**, n.9, p.33-37, 2010.

KLEIN, C.; KLEIN, V.A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, 2015.

LEITE, M.L.D.M.V.; DA SILVA, D.S.; DE ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; RAMOS, J.P.D.F. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, 27(2), 192-200, 2014.

LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; AGUIAR, E.M.; TELES, M.M. Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, fenos e silagem. Natal, RN: **EMPARN. Série Circuito de tecnologias Adaptadas para a Agricultura Familiar**, 8. p.53, 2010.

LIMA, G.F.C.; WANDERLEY, A.M.; GUEDES, F.X.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F. D.G.; SILVA, J.G.M.; NOVAES, L.P.; AGUIAR, E.M. Palma forrageira irrigada e adensada: Uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar. Parnamirim, RN Doc. **EMPARN**, ISSN 01-4197, 2015.

MARQUES, O.F.C.; DE PAULA GOMES, L.S.; MOURTHÉ, M.H.F.; DOS SANTOS BRAZ, T.G.; NETO, O.D.S.P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, 9(1), 75-93, 2017.

MARQUES, T.A.; RAMPAZO, E.M; MARQUES, P.A.A. Oxidative enzymes activity in sugarcane juice as a function of the planting system. **Food Science and Technology**, Campinas, v.33, n.1, p:146-150, 2013.

MENDONÇA, T.G.; URBANO, V.R.; PERES, J.G.; SOUZA, C.F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.2, p87-92, 2013.

MORAES, O.; BOTREL, T.A.; DIAS, C.T.S. Efeito do uso de polímero hidro- retentor no solo sobre intervalo de irrigação na cultura da alface *Lactuca sativa L.* **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.12, n.1, p.73-80, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** ed.7 p.381. Washington, D.C.: 2001.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R., DOS SANTOS, R.D.; VOLTOLINI, T.V, DE ARAUJO, G. G. L., DE MORAES, S. A.; DE ARAGÃO, A. S. L.; Costa, C. T. F. Palma e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. Juiz de fora: **Embrapa**, 2010.

NOVA, S. DA R.M.V.; BARROS, J.G.; DE PAIXÃO, A.E.A.; TONHOLO, J.; UCHOA, S.B.B. Palma forrageira: seu uso em alimentação e novas oportunidades de negócios de elevado valor agregado. **Cadernos de Prospecção**, 10(4)738-753, 2017.

OLIVEIRA, R.A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidro absorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, online. vol.8, n.1, pp. 160-163. ISSN 1415- 4366, 2004.

PINTO, L.E.V.; DE MARIA, A.C.G.; MARTINS, F.B.; PRADELA, V.A. Produção de mudas de tomate cereja com uso de polímero e diferentes regimes de reposição hídrica. In: **Colloquium Agrariae**. p.43-149, 2017.

PEREIRA, S.L; NEVES, F.L; SPÍNOLA, A; CHAGAS, M.C.M; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I.S; FIGUEIREDO, M.R.P; DE OLIVEIRA, E. F.; DE OLIVEIRA, F.S. Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em

propriedades rurais do Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper. ISSN 1519-2059. Doc.276: **Cartilha Palma forrageira**, 2020.

PINHEIRO, K.M.; SILVA, T.G.F da.; CARVALHO, H.F.de S.; SANTOS, J.E.O.; MORAIS, J.E. F. de.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. dos. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.49, n.12, p.939-947, 2014.

PINTO, L.E.V.; DE MARIA, A.C.G.; MARTINS, F.B.; PRADELA, V.A. Produção de mudas de tomate cereja com uso de polímero e diferentes regimes de reposição hídrica. In: **Colloquium Agrariae**. p.43-149, 2017.

PRADELLA, J.G.C. Biopolímeros e Intermediários Químicos. São Paulo: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – MDIC. **Centro de Tecnologia de Processos e Produtos. Relatório Técnico** nº 84. 396-205, p1-119, 2006.

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 intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p. 118-130, 2014.

ROCHA, J.E.D.S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte. **Palma forrageira. Embrapa Caprinos e Ovinos. Embrapa CNPS**. Doc.106. Ed.5. p.356, ISSN 1676-7659, 2012.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, p. 363-371, 2017.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa CNPS**, 5.ed, 356p, 2018.

SILVA, L. M. D.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. D. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, 44, ISNN 2064-2071, 2014a.

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

SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V.E.; MELO JÚNIOR, A.P.; NETO, J. D. Características morfológicas de três cultivares de palma forrageira sob fertilização mineral em Grande-PB. **Enciclopédia Biosfera**, 11(21). 1-11, 2015.

SILVA, T.G.F.; PRIMO, J.T.A.; SILVA, S.M.S.; MOURA, M.S.B.D.; SANTOS, D.C.D.; SILVA, M.D.C.; ARAÚJO, J.E.M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia.** 73, p.184-191, 2014b.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Um sistema líquido de carboidratos e proteínas para avaliação de dietas de bovinos: II. Disponibilidade de carboidratos e proteínas. **Journal of animal Science**, 70 (11), p.3562-3577, 1992.

SOUZA, J.T.A.; NASCIMENTO, M.G.R.; FIGUEREDO, J.P.; NÁPOLES, F.A.M.; ANDRADE, F.H.A. Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, 6-2, 64-71, 2019.

SUASSUNA, P. Tecnologia do cultivo intensivo da palma. Proceedings of the second meeting for the integral use cactos pear and other cacti. FAI-ICARDA CACTUSNET. Santiago del Estero. Argentina. **Cactusnet Newsletter**. P.51-62, 2013.

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

TEIXEIRA, C.E.S.; TORRES, A.Q.A.; NIERI, E.M.; MELO, L.A.D.; SANTOS, L.V.D.; BOTELHO, S.A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.29, p.1060-1071, 2019.

THOMAS, D.S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 3-4, p. 1305-1314, mar. 2008.

THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Review**, 38(1): 55-93, 1948.

VALE, G.F.R.; CARVALHO, S.P.; PAIVA, L.C. Avaliação da deficiência de polímeros hidroredentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.1, p.7-13, 2006.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1969.

VICENTE, M.R.; MENDES, A.A.; SAILVA, N.F.; OLIVEIRA, F.R.; MOTTA JÚNIOR, M.G.; LIMA, V.O.B. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n.5, p.344-349, 2015.