



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE AGRONOMIA**

ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM CLONES DE PALMA FORRAGEIRA

**SERRA TALHADA, PE
2019**

BALTAZAR CIRINO JUNIOR

ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM CLONES DE PALMA FORRAGEIRA

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Luiz de Mello Vieira Leite

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Campelo de Oliveira

SERRA TALHADA, PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil

C578a Cirino Júnior, Baltazar

Adubação potássica em clones de palma forrageira / Baltazar Cirino Júnior. – Serra Talhada, 2019.

32 f.: il.

Orientador: Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite

Coorientador: Alexandre Campelo de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências.

1. Semiárido brasileiro. 2. Palma forrageira. 3. Adubação Potássica. I. Leite, Mauricio Luiz de Mello Vieira, orient. II. Oliveira, Alexandre Campelo de, coorient. III. Título.

1.1.

CDD 630

BALTAZAR CIRINO JUNIOR

ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM CLONES DE PALMA FORRAGEIRA

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito básico para conclusão do curso.

APROVADA em _____ de _____ de _____

Prof. Dr. Alexandre Campelo de Oliveira

Examinador-UFRPE

Prof. Dr. Vicente Imbroise Teixeira

Examinador- UFRPE

Prof. Dr. Maurício Luiz de Mello Oliveira Leite

Orientador

SERRA TALHADA, PERNAMBUCO – BRASIL

2019

AGRADECIMENTOS

Grato primeiramente a Deus que me deu força e coragem para concluir o curso de Agronomia pela UFRPE.

Agradeço a meus pais (Baltazar e Josefa) e irmãos (Ana Paula, Edson, Cristina, Cristiane, Emanuel, Erasmo, Joao Paulo e Walter), pelo incentivo e pela força que me deram para que eu pudesse seguir o meu sonho.

Sou grato, também, a todos os amigos que conheci durante a graduação em especial Fábio Eráclito, Cléber, Antônio Marcos, Genicélio, Raul, Alisson, Darlene, Jessica, Cintya e Maiara, que me deram muita força para que eu conseguisse concluir meu curso, com êxito.

Sou grato ao meu orientador, Mauricio Leite, que me proporcionou grande conhecimento durante a graduação, além dos professores Antônio Viana, Genival Barros e João Amorim, com os quais trabalhei durante a graduação e aprendi muito com cada um deles.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de clones de *Nopalea cochenillifera* sob diferentes níveis de potássio. Foram selecionados e coletados cladódios de palma forrageira (no terço médio da planta), a qual possuía idade de três anos, na área experimental da UAST. Esses cladódios passaram por um período de cicatrização (cura) de 10 dias. Em seguida foram colocados em vasos (diâmetro maior) = 24 cm (diâmetro menor) = 17 e 23 cm de profundidade), com capacidade para 7 kg de solo, apresentando drenos profundos, cobrindo o fundo do vaso com brita para facilitar a drenagem. O experimento foi disposto em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2, sendo utilizado cinco níveis de potássio (0, 250, 500, 750 e 1000 Kg.ha⁻¹) e dois clones de palma forrageira (Doce Gigante e o Doce Miúda), com quatro repetições. Foram realizadas cinco campanhas biométricas, nos meses de agosto, setembro, outubro novembro e dezembro/2018, com a finalidade de mensurar a altura da planta, comprimento, largura e espessura de cladódio, bem como a quantificação do número de cladódios por ordem e totais. Para o teste de comparação de médias foi utilizado apenas os dados da última campanha. Os clones apresentaram resposta similar à adubação potássica, apresentado resultados não significativos para os níveis de adubação. Quando comparados os dois clones não houve diferenciação significativa para todas as variáveis estudadas: altura de planta, número de cladódios, comprimento, largura e espessura de cladódios. A adubação potássica não influencia nos parâmetros morfológicos, produtivos e no teor de potássio nos tecidos vegetais durante o crescimento inicial do gênero *Nopalea*. Os softwares utilizados foram o R-project versão 3.5.0 e SigmaPlot 10.0.

Palavras-chave: Doce Miúda, Doce Gigante, Potássio, Semiárido e *Nopalea cochenillifera*

ABSTRACT

POTASSIC FERTILIZATION IN CLONES OF PALMA FORRGEIRA

The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of *Nopalea cochenillifera* clones under different levels of potassium. Cladodes of forage palm were selected and collected (in the middle third of the plant), which was three years old, in the UAST experimental area. These cladodes went through a healing period of 10 days. They were then placed in pots (larger diameter) = 24 cm (smaller diameter) = 17 and 23 cm deep), with a capacity of 7 kg of soil, presenting deep drains, covering the bottom of the vessel with gravel to facilitate drainage. The experiment was arranged in a randomized block design in a 5x2 factorial scheme, using five levels of potassium (0, 250, 500, 750 and 1000 Kg.ha⁻¹) and two forage palm clones (Giant Sweet and Sweet Child), with four replicates. Five biometric campaigns were carried out in August, September, October, November and December / 2018 to measure the plant height, length, width and thickness of cladodium, as well as the number of cladodes in order and totals. For the comparison test of means, only the data of the last campaign were used. The clones presented a similar response to potassium fertilization, presenting non significant results for fertilization levels. When comparing the two clones, there was no significant difference for all studied variables: plant height, number of cladodes, length, width and thickness of cladodes. Potassium fertilization does not influence the morphological, productive and potassium parameters of plant tissues during the initial growth of the genus *Nopalea*. The software used was R-project version 3.5.0 and SigmaPlot 10.0.

Key - words: Sweet Sweet, Giant Sweet, Potassium, Semiarid and *Nopalea cochenillifera*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	18
LISTA DE FIGURAS	19
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. Caracterização ambiental	2
2.2. Palma forrageira e seu uso no Semiárido	3
2.3. Exigência nutricional da palma forrageira	5
3. OBJETIVOS.....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4.1. Localização do experimento e condições de cultivo	8
4.2. Caracterização do solo	8
4.3. Delineamento, tratamentos e material vegetal.....	9
4.4. Monitoramento das variáveis meteorológicas	9
4.5. Tratos culturais	10
4.6. Análise biométrica	11
4.7. Determinação da fitomassa	11
4.8. Determinação do teor de potássio.....	11
4.9. Análises estatísticas	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
6. CONCLUSÃO.....	18
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo	8
Tabela 2. Valores mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante o período do experimento, para o município de Serra Talhada – PE.	10
Tabela 3- Médias para número de cladódios (NC), largura de cladódios (LC), comprimento de cladódios (CC) espessura de cladódios (EC), peso verde (PV) Peso seco (PS) e altura de planta (AP), em função das cultivares aos 5 meses.....	13
Tabela 4 - Influência dos níveis de adubação potássica nas características morfométricas	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Massa verde (g/planta) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante	15
Figura 2-Massa seca (g/planta) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante.....	15
Figura 3- Comprimento de raiz (cm) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante	16
Figura 4-Peso seco de raiz de palma forrageira em função da adubação.....	17
Figura 5-Teor de potássio em plantas de palma forrageira	18

2. INTRODUÇÃO

A palma forrageira possui capacidade de se adaptar a todas as regiões semiáridas do mundo, podendo ir desde abaixo do nível do mar em desertos californianos até elevadas altitudes como as montanhas peruanas, podendo ser considerada uma planta xerófila (NOBEL, 1995).

Devido às características apresentadas e a sua morfofisiologia, a palma passou a ser cultivada em maiores extensões territoriais no Nordeste brasileiro, principalmente nas bacias leiteiras de Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Por ser bem adaptada as condições climáticas da região e por ser uma importante fonte alimentar, essa forrageira vem se tornando um componente essencial na alimentação animal no Semiárido brasileiro.

Depois de alguns anos de cultivo, ocorreu a infestação da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) que causou grandes estragos, principalmente em Pernambuco e na Paraíba, chegando a dizimar plantações e inviabilizando a produção dos principais clones (Gigante, Redonda, IPA 20) até então utilizados. Devido essa infestação, os clones resistentes a essa praga, entre eles o Doce Miúda e Doce Gigante, do gênero *Nopalea*, passaram a ser cultivados em larga escala. Os mesmos possuem alta aceitabilidade, elevada produção de matéria seca em condições de semiaridez, altos teores de carboidratos e quantidade inferior de espinhos e gloquídeos, em comparação aos clones do gênero *Opuntia*, como o Orelha de Elefante Mexicana, também resistente a cochonilha-do-carmim.

Para produção de qualquer vegetal o manejo da adubação é de suma importância, para que sejam atendidas as necessidades da cultura e o solo não seja demasiadamente explorado. Durante seu desenvolvimento os vegetais extraem vários nutrientes do solo, com o passar do tempo a quantidade presente vai diminuindo, sendo necessário uma reposição, podendo ser via adubação mineral ou orgânica.

A utilização de adubos minerais possibilita a reposição de determinados nutrientes extraídos pelas plantas durante todo o seu desenvolvimento. A adoção dessa prática promove o aumento da produtividade, bem como a rentabilidade das espécies utilizadas (LIMA et al., 2007).

Dentro os inúmeros minerais que a planta necessita, o potássio é tido como um dos mais importantes, isso devido às funções que o mesmo desempenha, como: participação no processo osmótico, síntese de proteínas, controle do pH, como também atua no processo de abertura e fechamento dos estômatos (KANO et al., 2010).

A deficiência de potássio provoca danos permanentes e irreversíveis à medida que sua necessidade se torna cada vez mais negligenciada, podendo citar como exemplo a redução do crescimento da planta, uma vez que o mesmo é tido como o mais extraído (KANO et al., 2010).

De acordo com Silva et al. (2012), o potássio é o macro nutriente mais absorvido pela palma forrageira, sendo extremamente importante no desenvolvimento da mesma. Santos et al. (2002) observaram que uma adubação nitrogenada com 100 kg ha⁻¹ associada com aplicação de potássio, de acordo com análise do solo, podem proporcionar um incremento de 100% na produção de fitomassa.

Diante de tantos benefícios apresentados, torna-se indispensável pesquisas e estudos sobre as respostas dos clones de palma forrageira à adubação potássica em condições semiáridas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Caracterização ambiental

A região do Semiárido brasileiro ocupa uma extensão territorial de aproximadamente 982.563,3 km² (IBGE, 2018). Devido à má distribuição de eventos pluviométricos, a atividade de maior expressividade nessas regiões é a pecuária, com destaque para produção de bovinos, ovinos e caprinos, onde na maioria das vezes são conduzidos sob o sistema extensivo (OLIVEIRA et al., 2010a).

Uma das características do local é o período de estiagem que pode chegar até a nove meses, com uma precipitação pluvial inferior a 750 mm, concentrada em três a quatro meses, podendo ainda ocorrer eventos de estiagem prolongada o que pode fazer com que alguns anos tenham precipitações inferiores a 100 mm. Possui uma evapotranspiração anual de 2000 mm o que proporciona um enorme déficit hídrico, dificultado a vida dos produtores da região (JACOMINE, 1996)

Devido a processos pedogenéticos a região apresenta diversos tipos de solo, estando entre os principais (LATOSSOLOS - 19%; NEOSSOLOS LITÓLICOS - 19%, ARGISSOLOS - 15% e LUVISSOLOS - 13%), esses quatro tipos de solo ocupam 66% da área de caatinga (SALCEDO; SAMPAIO, 2008). Os solos da região, devido à alta temperatura apresentam quantidades pequenas de matéria orgânica, além disso apresentam valores de pH próximos a neutralidade (SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

A região apresenta como principal vegetação a caatinga, sendo a mesma exclusiva do Brasil, pois possui formas de adaptação a condições semiáridas, como caducifólia (perda de folhas) entre outros mecanismos. Por muito tempo a região foi vista com maus olhos devido as baixas precipitações e os solos que eram considerados improdutivos, mas essa visão sofreu mudanças e com o tempo foi descoberto o potencial produtivo dela. Ainda encontra-se em grandes quantidades plantas xerófilas, vegetação lenhosa e muitas outras adaptadas ao clima.

Devido à baixa eficiência forrageira das plantas presentes na caatinga, surgiu uma necessidade de introdução de novas espécies para aumentar a produção de forragem, entre essas plantas a palma forrageira obteve grande destaque tanto na adaptação quanto na produção e aceitabilidade por parte dos animais.

3.2. Palma forrageira e seu uso no Semiárido

A palma forrageira possui origem no México mas com o tempo passou a ser difundida por todo o planeta (ANAYA-PÉREZ, 2002). De acordo com Hoffman, (2001) a mesma foi levada para África, Ásia Oceania e Europa no ano de 1952. Nos dias atuais está dispersa em todas as regiões do mundo com exceção das zonas polares (MARQUES et al., 2017).

A cultura possui diversas utilidades além de ser um alimento muito importante para pecuária, principalmente bovinos leiteiros. Segundo Chiacchio et al. (2006) a planta pode ser utilizada na alimentação humana (frutos e brotos), industrialização, produção de cosméticos e corantes por meio do carmim.

A palma forrageira foi introduzida no Brasil, especificamente na região Nordeste, com o objetivo de hospedar um inseto (*Dactylopius* spp.) capaz de produzir

um corante popularmente conhecido como carmim, anos depois passou ser uma das principais pragas da cultura. Quando bem manejado, esse homóptero pode conviver de forma harmoniosa com o vegetal sem causar nenhum dano a planta. No entanto, essa atividade foi frustrada e a palma passou a ser utilizada como uma espécie ornamental até que se descobrissem seu potencial forrageiro

A planta se adaptou perfeitamente as condições do local e se tornou uma das principais forrageiras da região. A persistência a prolongados períodos de estiagem está atrelada a fatores morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, podendo a mesma ser considerada como mecanismo de suporte à seca (SANTOS et al., 2002). A palma é tida como uma planta xerófila, pois possui a capacidade de reduzir as suas atividades metabólicas, aumentando a tolerância da planta a períodos secos (SANTOS et al., 2002).

Um dos fatores que contribuem com a adaptação da cultura as condições locais é a distribuição das raízes no perfil do solo, tanto as finas como as mais espessas. As raízes finas se distribuem no perfil do solo e são responsáveis pela absorção de água e nutrientes para planta (OLIVEIRA et., al 2010 a).

A utilização de espécies mais adaptadas às condições climáticas vem melhorando a produção regional. A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) tem sido utilizada como alternativa para contornar a baixa disponibilidade da fitomassa de pastos nativos, uma vez que devido ao seu mecanismo fisiológico tipo MAC (mecanismo ácido das crassuláceas) a mesma apresenta maior eficiência na utilização dos recursos hídricos que a vegetação C3 e C4 (SILVA et al., 2015). Devido as suas particularidades, a mesma é tida como importante volumoso, principalmente nas estações de maior escassez hídrica (MORAIS E VASCONCELOS, 2007).

A planta apresenta elevados teores de sólidos solúveis aliada a uma alta digestibilidade, mas por outro lado apresenta baixa quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) e baixos teores de proteína bruta (Santos et al., 2005). Apresentando também um baixo teor de matéria seca e de fibra em detergente ácido (FDA) (SANTOS et al., 2005). A cultura apresenta uma quantidade considerável de sais minerais e carboidratos e pode ser considerada um alimento succulento (WANDERLEY et al.,

2002). Apesar de ser um alimento bastante utilizado, a mesma não pode ser usada exclusivamente na alimentação animal, levando em conta o baixo teor de fibras e proteína, ela não atendera as necessidades nutricionais dos animais (OLIVEIRA et al., 2011).

A mesma se tornou extremamente importante para a pecuária nordestina, principalmente leiteira, pois como já foi citado ela possui adaptabilidade ao clima do local além de possuir uma elevada quantidade de água diminuindo o consumo de água do rebanho, vale ressaltar que a palma possui elevada quantidade de pectina o que ajuda na lactação do animal (NEVES et al., 2011).

3.3. Exigência nutricional da palma forrageira

Para um crescimento e desenvolvimento satisfatório, torna-se necessário a realização da combinação de um manejo adequado com um ambiente satisfatório. A produtividade da palma pode ser influenciada por vários fatores entre eles espaçamento, condições do solo, vigor das plantas utilizadas no plantio, adubação e ainda o ataque de pragas e doenças (SILVA et al., 2014). A colheita da palma pode influenciar bastante no rendimento da mesma, já que o manejo da colheita modificará a incidência de luz na planta, influenciando no processo fotossintético. Segundo Santos et al. (2006) em cultivos que se usam espaçamentos menores deve-se deixar todos os cladódios primários, já em cultivos com o uso de fileiras duplas, há necessidade de deixar todos os cladódios secundários e dependendo do sistema de plantio a mesma pode ser colhida com intervalo de dois à quatro anos.

Segundo Cunha et al. (2012) o manejo empregado a essa cultura pode influenciar em várias fatores, inclusive na morfogênese da cultura. De acordo com Santos et al. (2002) existe uma exigência da cultura por condições físico-químicas do solo, uma vez que a mesma pode apresentar um desenvolvimento limitado em solos mal drenados.

Segundo Oliveira et al. (2010a) há uma bom desenvolvimento da cultura em solos rasos de profundidade entre 50 e 70 cm, contribuindo com o desenvolvimento e a distribuição do sistema radicular, por outro lado a presença de solos mal drenados (a planta não apresenta tolerância a falta de oxigênio no sistema radicular), com lençol freático raso e que apresente camada superficial impermeável, são totalmente

desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, ressaltando que a mesma não apresenta resistência a condições de salinidade, sendo adaptadas a pH subalcalino. Segundo Snyman (2005) como a planta apresenta raízes superficiais a maioria nos primeiros 10 cm de solo é necessário um manejo adequado do solo, sendo de total importância uma boa drenagem.

A incorporação de fontes externas de adubação é importante para aumentar a quantidade de biomassa, devido as condições pedogenéticas da região, já que os solos apresentam pequenas quantidades de matéria orgânica, e assim em condições naturais de solo a planta não absorve os nutrientes necessários. Andrade et al. (2000) alertaram para a determinação dos níveis em que os nutrientes se encontram no solo e a recomendação da quantidade a ser incorporada para que a adubação seja conduzida de modo mais criterioso possível.

Para um bom desenvolvimento e nutrição da cultura é de fundamental importância a incorporação de nutrientes, como nitrogênio e potássio, uma vez que esses são constituintes essenciais de proteínas, passando a interferir diretamente nas atividades fotossintéticas do vegetal. De acordo com Andrade et al. (2000), o potássio apresenta ampla funcionalidade nos vegetais, com funções que vão da síntese de enzimas até a produção de proteínas.

De acordo com Raij (1991) a forma do potássio mais absorvida pelas plantas é K^+ , na forma iônica, sendo que a maior parte do nutriente que é absorvido depende da difusão do elemento enquanto que o Ca e o Mg dependem do fluxo de massa no sistema radicular.

Por está diretamente ligado a eficiência de recursos hídricos em vegetais o mineral é extremamente importante. A sua concentração nas células estomáticas determina a abertura ou fechamento do mesmo (KANO et al., 2010). Quando há baixa concentração de potássio nas células os estômatos se abrem de forma parcial e se fecham lentamente (LOPES, 1998), devido isso a planta perde a eficiência no uso de água já que um dos mecanismos dela minimizar a perda de água está na regulação na abertura dos estômatos.

Segundo Raij (1991) a deficiência de potássio pode diminuir a resistência à seca, pois faz com que a planta apresente uma redução na turgidez e flacidez em

condições de deficiência de água, aumentando também a susceptibilidade ao ataque por fungo

A planta absorve grande quantidade de nutrientes, e segundo Oliveira et al. (2010a), da mesma forma que outras a palma possui a capacidade de atingir elevada produtividade quando bem manejada. Segundo Rocha (2012), a palma é uma cactácea bastante exigente em aquisição de potássio, portanto, recomenda-se a aplicação do mesmo a partir de fontes minerais.

Segundo Dubeux Junior et al. (2010) a produção de matéria verde e seca podem ser modificadas pela adição de potássio, ressaltando também que o mineral promove um decréscimo do Ca e um incremento de S na planta.

Silva et al. (2012) observaram que o potássio foi o macro nutriente mais acumulado em cladódios de palma, ou seja o mais absorvido pela planta. Observaram também que a interação do nitrogênio e potássio facilita a absorção de ambos. Tendo em vista tamanha importância da cultura juntamente com o nutriente, o estudo da resposta da palma forrageira ao potássio torna-se indispensável, levando em consideração a deficiência dos solos em K e N, a utilização de fontes de adubação potássica são necessárias facilitando o desenvolvimento e evitando gastos desnecessários.

4. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

Avaliar o desempenho agrônômico de clones de *Nopalea cochenillifera* sob diferentes níveis de potássio.

3.2 Objetivos Específicos:

- Avaliar a taxa de emissão de cladódios de *N. cochenillifera* submetidos a diferentes níveis de potássio;
- Mensurar os parâmetros morfológicos de clones de palma forrageira submetidos a diferentes níveis de potássio;

- Determinar o teor de potássio nos cladódios de clones de palma forrageira submetidos a diferentes níveis de potássio;
- Estimar o rendimento de fitomassa de clones de palma submetidos a diferentes níveis de potássio;
- Avaliar o comprimento de raiz e massa de raiz em clones de *N. cochenillifera* em função da adubação potássica.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização do experimento e condições de cultivo

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), localizada no município de Serra Talhada – PE (latitude: 07° 59' 31" S, longitude: 38° 17' 54" W e altitude: 429 m), pertencente a região Nordeste, no Sertão pernambucano, na Microrregião do Vale do Pajeú.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Semiárida do tipo BSw^h apresentando maiores índices pluviométricos nos meses mais quentes e seco nos meses mais frios (ALVARES et al., 2013). A temperatura do ar mínimas e máximas variando de 20,1 a 32,9 °C, respectivamente, umidade relativa do ar em torno de 63% e precipitação pluvial média igual a 642 mm ano⁻¹ (PEREIRA et al., 2015).

5.2. Caracterização do solo

O solo utilizado no experimento CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico típico (EMBRAPA, 2013), foi coletado na UFRPE/UAST na camada mais superficial (0 a 20 cm). Ao término da coleta, as amostras foram destorroadas e homogeneizadas, com a utilização de peneira com malha de 2,0 mm. Em seguida, foram retiradas amostras para análise em laboratório, caracterização química.

Amostra desse solo foi analisada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), caracterizado pelos seguintes atributos químicos: Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo

Atributos Químicos									
P	pH	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
Mgdm ⁻³					Cmolc.dm ⁻³				%....
40	7.2	0,45	0,06	5.3	1.1	0.0	6.91	8.14	84.89

5.3. Delineamento, tratamentos e material vegetal

A pesquisa foi conduzida em vasos e seguiu o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5x2 com 4 repetições, sendo 5 doses de potássio e dois clones de palma forrageira, os clones utilizados foram: Doce Miúda e Doce Gigante (*Nopalea cochenillifera*- Salm Dyck) e as doses de potássio foram de: 0, 250, 500, 750, 1000 Kg.ha⁻¹.

Os tratamentos utilizados foram identificados como: T1 - dose 0 kg.ha⁻¹ de potássio e o clone Doce Miúda; T2 - dose de 250 kg.ha⁻¹ de potássio clone Doce Miúda; T3 - dose de 500 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Miúda, T4 - dose de 750 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Miúda, T5 - dose de 1000 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Miúda, T6 - dose de 0 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Gigante, T7 - dose de 250 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Gigante, T8 - dose de 500 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Gigante, T9 - dose de 750 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Gigante, T10 - dose de 1000 kg.ha⁻¹ de potássio com clone Doce Gigante

Os cladódios utilizados foram coletados área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), a qual possuía três anos de implantação. Os cladódios foram retirados do terço médio da planta (sendo os mesmos de segunda ordem). Posterior a coleta, os cladódios passaram por um período de cicatrização (cura) de 10 dias com a finalidade de evitar a infestação de fitopatógenos através da injúria provocada no período do corte.

5.4. Monitoramento das variáveis meteorológicas

O monitoramento das variáveis meteorológicas durante o período experimental foi realizado a partir da estação meteorológica automática, pertencente ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizada a 300 metros da área experimental, obtendo dados de temperatura do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m s^{-1}) e direção do vento (°), radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e precipitação pluvial (mm), os quais foram disponibilizados a cada hora.

Os dados de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial durante o período experimental podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante o período do experimento, para o município de Serra Talhada – PE.

Data	Temperatura do ar (°C)			Umidade Relativa do ar (%)			Chuva (mm)
	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd	Mín	
jun/18	31,08	25,44	19,81	84,74	58,39	32,04	1,2
jul/18	30,59	25,05	19,52	83,24	57,59	31,94	3,6
ago/18	32,24	25,56	18,88	76,35	48,89	21,42	0
set/18	33,91	27,06	20,2	70,17	45,11	20,05	0
out/18	35,44	28,74	22,03	68,04	43,52	19	4,6
nov/18	35,3	28,85	22,4	67,94	43,92	19,9	49,4
dez/18	35,5	26,9	18,3	89	52,5	16	128
MÉDIAS	34,09	26,74	19,39	81,46	52,47	23,48	551,4

Fonte: INMET 2018.

5.5. Tratos culturais

Ao longo da condução da pesquisa tornou-se necessário a realização da retirada das ervas espontâneas tanto dos vasos, quando da área. Nos vasos, isso aconteceu em função das condições em que as plantas estavam sendo cultivadas uma vez que a aplicação de lâminas de água, juntamente com os fertilizantes, promoveu um ambiente satisfatório para surgimento de novos organismos vegetais. Na área, as ervas surgiam de forma aleatória. Foram utilizadas enxadas, enxadecos e rastelo para promover o controle das ervas.

5.6. Análise biométrica

Ao longo da pesquisa foram realizadas cinco campanhas biométricas. Essas ocorreram nos meses de agosto, setembro, outubro novembro e dezembro/2018, com a finalidade de mensurar a altura da planta, comprimento, largura e espessura de cladódio, bem como a quantificação do número de cladódios por ordem e totais, seguindo a metodologia descrita por Cavalcanti et al. (2017) e Pereira et al.(2018).

Para determinar a altura das plantas (AP), distância vertical da base até a extremidade do último cladódio, o comprimento do cladódio (CC), distância vertical da base até o início da inserção de novos cladódios ou a extremidade do mesmo, e a largura do cladódio (LC), mediana região mediana do mesmo, foi utilizada uma trena métrica graduada em centímetros, já a espessura dos cladódios (EP), foi obtida com o auxílio de um paquímetro digital.

Após realização da colheita em janeiro/2019, procedeu-se a mensuração do comprimento do sistema radicular com o auxílio de fita métrica.

5.7. Determinação da fitomassa

Para determinação da fitomassa (massa verde e seca da parte aérea e do sistema radicular) selecionou uma planta representativa para cada tratamento. Após o corte, as mesmas foram pesadas e registrou-se a massa verde (MV). Em seguida, realizou-se a identificação (respeitando tanto o tratamento, quanto a ordem do cladódio) e abertura de todos os cladódios selecionados. Esses foram colocados sob a condição ambiente por um período de 48 horas com o objetivo de promover à desidratação parcial dos mesmos. Posteriormente, os cladódios foram colocados em sacos de papel previamente identificados e levados a estufa de circulação forçada de ar a 65°C até que se obtivesse a massa constante (MS). Essa metodologia é baseada nas recomendações de Detmann et al. (2012).

5.8. Determinação do teor de potássio

Procedeu-se a análise da determinação do teor de potássio, realizando o corte de alguns cladódios, de primeira e segunda ordem, em seus respectivos tratamentos. Após seis meses, foi selecionada uma planta de cada bloco, para análise de potássio.

Para extração do conteúdo de potássio, realizou-se o corte da parte aérea das plantas, 150 dias após a adubação, após o corte, os cladódios foram pesados individualmente com o auxílio de uma balança e separados por ordem e por planta. Em seguida foi realizado um corte transversal nas amostras, sendo as mesmas colocadas em sacos de papel. Para determinação do teor de matéria seca, as amostras foram colocadas em estufa a 65 OC com circulação de ar forçada e posteriormente pesadas. Os cladódios secos foram posteriormente macerados, moídos e pesados, em amostras de 100mg para cada tratamento. Essas amostras foram depositada em um tubo de ensaio com 10 ml de água destiladas e colocadas em banho maria, com temperatura de 95°C por 1 hora, sendo analisadas quanto ao teor de potássio. (CAVALCANTE et al., 2017).

5.9. Análises estatísticas

Todos os dados obtidos durante as avaliações foram submetidos a testes de normalidade, homocedasticidade e teste F. Quando constatada significância pela análise de variância, as doses de potássio foram comparadas por meio de análise de regressão e, para escolha do modelo, foi considerada significância de 5% para os coeficientes das equações e o coeficiente de determinação, enquanto os clones de palma forrageira foram comparados pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software R-project versão 3.5.0 para todas as análises. Os gráficos produzidos com os dados do experimento foram gerados a partir do software SigmaPlot 10.0.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da tabela 1, as características do solo utilizado no experimento possui atributos químicos adequados para a produção da palma forrageira, tendo em vista que o mesmo apresenta elevada saturação por bases 84,89% e quantidade adequada de potássio $0,45\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$, que é uma quantidade suficiente para o

desenvolvimento da cultura. De acordo com Dubeux Júnior et al., (2005) a cultura é altamente exigente em termos de características físico-químicas do solo.

Os resultados médios obtidos para dados de comprimento, largura e espessura de cladódio além de peso verde e peso seco não apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade, em função dos níveis de adubação potássica. Foi notado uma superioridade do clone Doce Gigante para peso de cladódio, comprimento e largura de cladódio, enquanto o clone Doce Miúda apresentou superioridade no número de cladódio por planta, peso seco e altura de planta, foi observado que as variáveis espessura e peso verde não diferiram, como mostra a tabela 3.

Tabela 3- Médias para número de cladódios (NC), largura de cladódios (LC), comprimento de cladódios (CC) espessura de cladódios (EC), peso verde (PV) Peso seco (PS) e altura de planta (AP), em função das cultivares aos 5 meses.

Clones	NC (Unid)	LC (cm)	CC (cm)	EC (cm)	PV (g)	PS (g)	AP (cm)
Doce Gigante	3.45 b	12.2 a	27.2 a	2.1075 a	822.75a	83.861 b	39.725 b
Doce Miúda	4.8 a	8.325 b	21.7 b	1.3075 a	895.50 a	110.43 a	47.8 a
CV	35.83 %	11.18 %	14.65 %	135.09 %	19.05 %	19.58 %	17.68%

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo testeTukey, a 0,05 de probabilidade

As variáveis número, espessura, comprimento de cladódios e altura de planta, a diferenciação pode ser explicada por meio das características morfológicas da cultura, fatores que são extremamente importantes de serem estudados. Silva et al. (2015) estudando adubação com NPK após 90 dias, obtiveram comportamento similar ao encontrado nessa pesquisa. Com a Doce Gigante apresentando superioridade para comprimento e largura de cladódio e a Doce Miúda sendo superior para altura de planta. Vale ressaltar que os valores médios obtidos por Silva et al. (2015) ele foram inferiores, levando em consideração que os autores citados, avaliaram um período de apenas 90 dias.

As características morfométricas, quando avaliados os diferentes níveis de potássio, não apresentaram diferenças significativas, quando testadas pelo teste F a 5% de probabilidade como mostra a tabela 4.

Tabela 4 - Influência dos níveis de adubação potássica nas características morfométricas

		Níveis de adubação potássica				
Características						
Morfométricas	CV (%)	0	250	500	750	1000
AP(cm)	17.68	43,7 ^{NS}	44,3 ^{NS}	45,3 ^{NS}	39,4 ^{NS}	45,8 ^{NS}
NC(unid)	35.83	4,0 ^{NS}	4,5 ^{NS}	4,0 ^{NS}	3,9 ^{NS}	4,3 ^{NS}
LC (cm)	11.18	9,9 ^{NS}	10,0 ^{NS}	10,3 ^{NS}	10,4 ^{NS}	10,5 ^{NS}
EC (cm)	135.09	1,2 ^{NS}	1,3 ^{NS}	3,2 ^{NS}	1,2 ^{NS}	1,6 ^{NS}

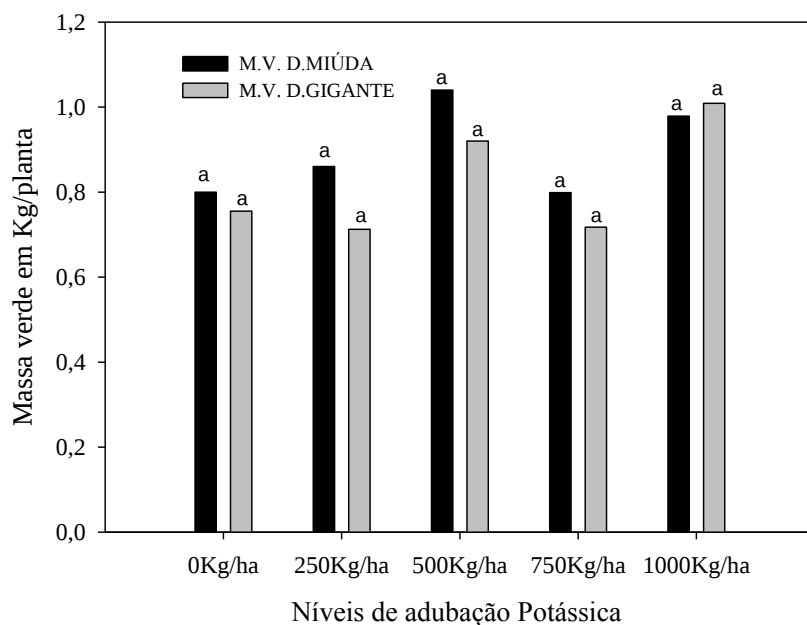
Médias de altura de planta (AP), número de cladódios (NC), largura de cladódio (LC) e espessura de cladódio (EC), quando testadas pelo teste F a 5% de probabilidade

Verifica-se na tabela que o potássio não influenciou nas características morfométricas dos clones de *Nopalea*, podendo ser explicada pelas condições do solo, tomando a análise como base o mesmo possuía ótimas condições, com elevada saturação por bases e alto teor de potássio. Dubeux Júnior et al. (2010) verificaram que o potássio não interferiu no número de cladódios da palma forrageira.

A resposta também pode ser associada ao período do experimento (150 dias) podendo ser considerado um tempo curto para a cultura ter um crescimento satisfatório fazendo com que a planta não tivesse tanta influência da adubação. O motivo pelo qual a adubação não apresentou resultado significativo para número de cladódios, espessura, largura e comprimento de cladódio, está associado a dosagem única com nitrogênio (400 kg/ha), sendo que o mesmo participa do processo de divisão celular, contribuindo com o desenvolvimento das características morfométricas da cultura (KANO 2010).

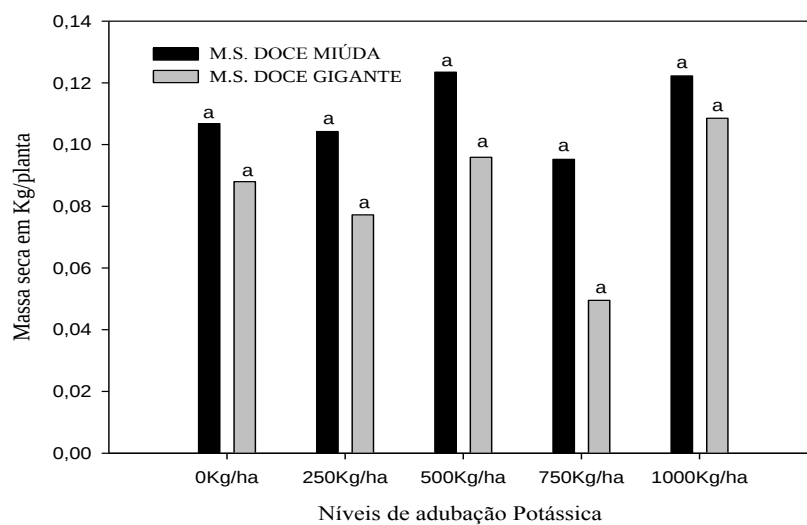
Para as médias de peso fresco de planta figura 1, não houve diferença significativa quando analisadas as doses de potássio pelo teste F, quando comparados os dois clones Doce Miúda e doce Gigante.

Figura 1-Massa verde (g/planta) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante



Para a variável massa seca não foram significativos os efeitos da adubação quando considerado os níveis de adubação pelo teste F a 5% de probabilidade, como mostra a figura 2.

Figura 2-Massa seca (g/planta) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante

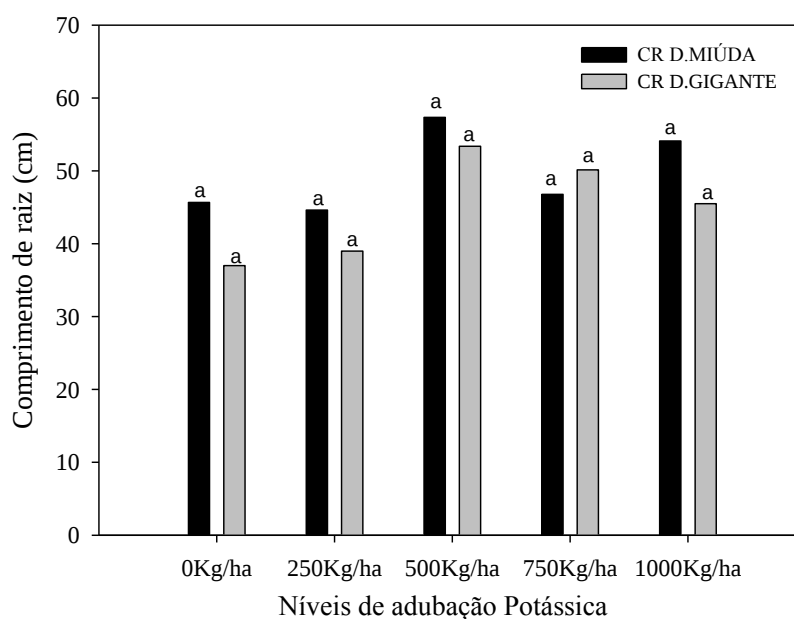


Assim como para a variável massa verde os níveis de adubação não apresentaram efeitos significativos quando comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Cavalcante et al. (2014) embora o clone Doce Miúda apresente cladódios menores e mais leves, ele apresenta, teores de matéria seca superiores aos obtidos pela cultivar Doce gigante, consequentemente maior peso seco.

Os valores médios encontrados para comprimento de raiz figura 3 não apresentaram diferenciação ao serem analisados pelo teste F a 5% de probabilidade. Também não houve diferença significativa ao comparar os dois clones pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

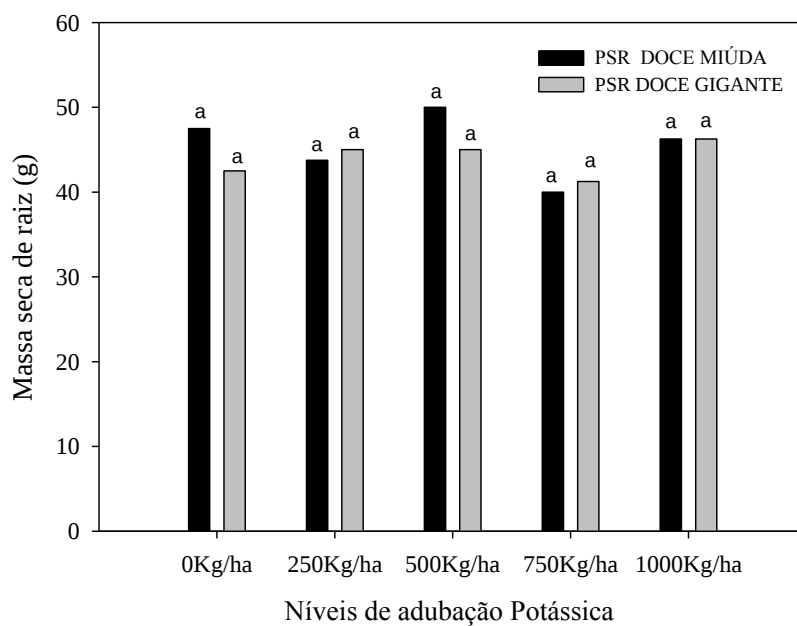
Figura 3- Comprimento de raiz (cm) dos clones Doce Miúda e Doce Gigante



Observa-se na figura 3 os valores encontrados, os dois clones ficaram bem próximos, os mesmos sendo uma característica dos clone, tendo em vista que pertencem ao mesmo gênero, a proximidade dos resultados é apenas uma característica do gênero.

Não houve resultados significativos para peso de raiz, tanto matéria seca quanto para peso verde, ao comparar os clones.

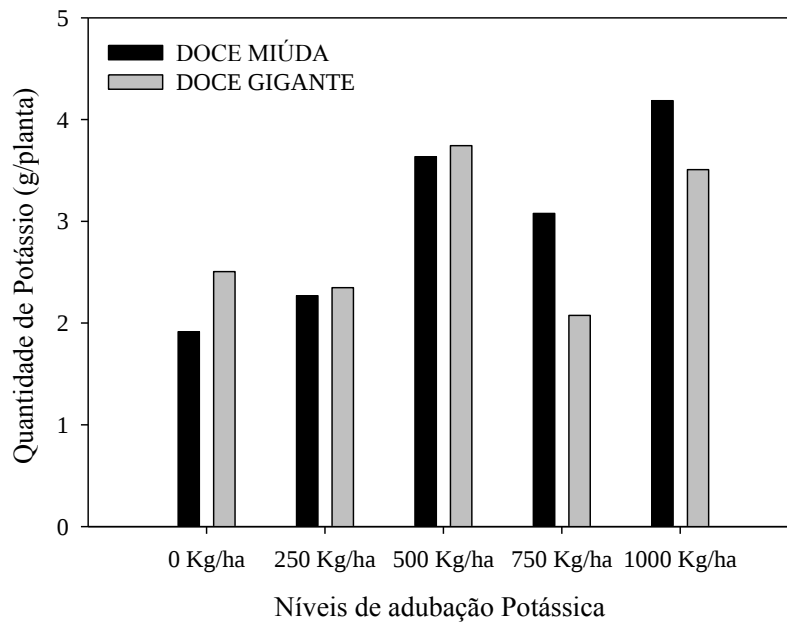
Figura 4-Peso seco de raiz de palma forrageira em função da adubação



Os clones apresentaram comportamento semelhante para teor de potássio, porém em doses inferiores o clone Doce Gigante conseguiu absorver moires quantidades do nutriente e à medida que a dosagem foi aumentando a Miúda, foi superando o outro clone em ralação a absorção, como nota-se na figura 5.

Como o solo naturalmente já tinha uma quantidade elevada do nutriente, os tratamentos com as menores dosagens conseguiram absorver quantidades suficientes de potássio.

Figura 5-Teor de potássio em plantas de palma forrageira



Souza (2010) estudando adubação orgânica na palma, observou que após um ano os níveis de adubação mineral influenciaram diretamente na absorção de potássio, houve aumento da absorção à medida que as dosagens de adubação orgânica era elevada.

Segundo Dubeux Júnior e Santos (2005) a elevada absorção do potássio está diretamente ligado as funções do nutriente na planta, como ativação enzimática e atuação em processos da fotossíntese.

7. CONCLUSÃO

Os diferentes níveis de adubação potássica, não influencia os parâmetros morfológicos e produtivos do crescimento inicial e no teor de potássio, dos clones de *Nopalea cochenilifera*.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., J.L. STAPE, P.C. SENTELHAS, J.L.M. GONC, ALVES, 2013: Modeling monthly mean air temperature for Brazil. – Theor. Appl. Climatol. **113**, 407–427.

ALVES, M. A.; SOUZA, A. C. M.; GAMARRA-ROJAS, G.; GUERRA, N. B. Fruto de palma [Opuntia fícus-indica (L) Miller, Cactaceae]: morfologia, compocição química, fisiologia, índices de colheita e fisiologia pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 9, n. 1, p. 16-25, 2008.

ANAYA-PÉREZ, M. A. **History of the use of Opuntia as forage in Mexico. Itália: FAO**, 2001.

ANDRADE, A.C.; FONCESA, D.M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E. M.; SOUZA, D.P.H.S. Produtividade e Valor Nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob Doses Crescentes de Nitrogênio e Potássio1 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

CAVALCANTE, A.B.; LEITE, M.L.M.V.; PEREIRA, J.S.; LUCENA, L.R.R. Crescimento de palma forrageira em função da cura de segmentos dos cladódios. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.5, p.15-20, 2017.

CAVALCANTE, L. A.D.; SANTOS, G.R.A.; SILVA, L. M.; FAGUNDESE, J.L.; SILVA, M. A.; Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo: - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424-433, out./dez. 2014.

CHIAICCHIO, F. P. B., MESQUITA, A. S., SANTOS, J. R dos. Palma Forrageira: uma Oportunidade Econômica ainda Desperdiçada para o Semi-árido Baiano. **Bahia Agrícola**. v.7, n.3, p. 39-49, 2006.

CUNHA, D.N.F.V.; GOMES, EDMARÕES; MARTUSCELLO, J.A.; AMORIM, P. L.; SILVA, R.C.; FERREIRA, P.S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.1156-1165, 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 105-128.

Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (Org.). A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 105-128.

DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA -201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, p. 353, 2013.

HOFFMANN, W. **Etnobotânica**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.12-19.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4>. Acesso em 06/11/2018.

INMET. **Estações automáticas – gráficos**. Brasília,1994-2017. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 12 janeiro 2018.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS, 1996. p. 95-133.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Influencia de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.287-291, 2010.

LIMA, J.J.; MATA, J.D.V.; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, p.715-719, 2007.

LIRA, M.A.; DIAS, F. M.; Farias, I.; SANTOS, M. V. F. ; SANTOS, V.F. Produtividade de cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) In: Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, 7., 2000, Teresina. **Anais**. Recife: SNPA, 2000. p. 121-123.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo** – ed., rev. e ampl. – Piracicaba : POTAFOS, 1998. 177 p. : il.

MARENGO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. il. (Biodiversidade, 26).

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

MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 01-24, 2007.

NEVES, A. L. A. et al. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. Juiz de Fora – MG: Embrapa Gado de Leite, 2011 (Comunicado Técnico).

NOBEL, P.S.1995.Environmental biology. In:Barbera, G., Inglese, P., Pimenta-Barrios, E., (Ed.) Agro-Ecology cultivation and uses of cactus pear. Rome:FAO,35-48.

OLIVEIRA, A.S.C; FILHO, F.N.C; RANGEL, A.H.N. **A Palma forrageira: Alternativa para o Semi-árido**. Revista Verde (Mossoró – RN- Brasil) v.6, n.3, p. 49 – 58 junho/setembro de 2011.

OLIVEIRA, F.T.; SOUTO, J.S.; SILVA, R.P.; ANDRADE FILHO, F.C.; PEREIRA JÚNIOR, E. B. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.27-37, 2010a.

OLIVEIRA, J.P.F.; BARRETO, M.L.J.; LIMA JÚNIOR, D.M.; AGUIAR, E.M.; SILVA, T.O. Algarobeira (*Prosopis juliflora*): uma alternativa para alimentação de ovinos no nordeste brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2,p. 01-04, 2010b.

PEREIRA, J.S.; LEITE, M.L.M.V.; CAVALCANTE, A.B.; LUCENA, L.R.R. Crescimento inicial de *Nopalea cochenillifera* em função do fracionamento do cladódio. **Revista Agropecuária Técnica**, v.39, n.2, p.120-128, 2018.

RAIJ, V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres; Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

ROCHA, J.E.S. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Caprinos e Ovinos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil**: Estado da Arte 2012.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria Orgânica do Solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 419- 441.

SANTOS, D. C.;

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

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

SANTOS, M. V. F. ; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: Menezes, R. S. C.; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.) **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p. 143-162.

SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, C.C.R.; DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubação química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p. 866-875, 2012.

SILVA, T.G.F.; PRIMO, J.T.A.; MORAES, J.E.F.; DINIZ, W.J.S.; SOUZA, C.A.A.; SILVA, M.C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relação com as variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.10 – 18, 2015.

SILVA; L.M, FAGUNDES; J.L, VIEGAS; P.A. A, MUNIZ; E.N, RANGEL; J.H.A, MOREIRA; A.L, BACKES; A.A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, 2014.

SNYMAN, H.A. A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. 2005. Disponível em <http://www.jpacd.org/v7/v7p1-215snymo.pdf>. Consultado em 19 de dezembro de 2018.

SOUZA, Toni Carvalho de et al. Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). 2015.

WANDERLEY; W. L., FERREIRA, M. A., ANDRADE, D. K. B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

