

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO SUPERIOR DE AGRONOMIA

VINICIUS AUER XAVIER SCHWENCK

**PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea Cochenilifera*) SOB
DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGENIO**

Santa Teresa

2018

VINICIUS AUER XAVIER SCHWENCK

**PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea Cochenilifera*) SOB
DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGENIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenadoria do Curso de Agronomia do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. D.Sc. Ednaldo Miranda de Oliveira

Santa Teresa

2018

(Biblioteca Major Bley do Instituto Federal do Espírito Santo)

S414p Schwenck, Vinicius Auer Xavier

Produção de palma forrageira (*Nopalea Cochenilifera*) sob diferentes dosagens de nitrogênio / Vinicius Auer Xavier Schwenck. – 2018

25 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr.Sc. Ednaldo Miranda de Oliveira

Monografia (graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Forragicultura. 2. Nutrição mineral. 3. Crassuláceas. I. Oliveira, Ednaldo Miranda de. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 22 – 633.2


VINICIUS AUER XAVIER SCHWENCK

**PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea Cochenilifera*) SOB
DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGENIO**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado à Coordenadoria do curso de
Agronomia do Instituto Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.


Aprovado em 30 de 11 de 2018

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. D.Sc. Ednaldo Miranda de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador


Prof. D.Sc. Moacyr Antônio Serafini

Instituto Federal do Espírito Santo


Prof. D.Sc. Márcio Vinícius Ferreira de Sousa

Instituto Federal do Espírito Santo

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Santa Teresa, 30 de 11 de 2018

Vinicius Auer Xavier Schwenck
Vinicius Auer Xavier Schwenck

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e crença para não desistir e continuar lutando por este meu sonho e objetivo de vida. Aos meus ídolos, meus pais Helio Martins Schwenck e Patrícia Auer Xavier, obrigada pelo amor incondicional e pelo exemplo de vida. Também sou grato aos meus familiares, que me ensinaram valores importantes e contribuíram com a minha educação. Aos meus irmãos Henrique Auer, Vitor Auer e Marcela Helena Auer que acreditaram no meu sonho e me deram forças todos os dias. Não posso deixar de agradecer a minha namorada Kevilin Leite, que esteve ao meu lado durante todos os meses de elaboração desse trabalho. Sou grato ao professor Ednaldo Miranda de Oliveira pela amizade, atenção e que foi essencial na minha vida acadêmica e que sempre foi muito dedicado na minha orientação.

RESUMO

A produção de ruminantes no estado do Espírito Santo nos últimos anos vem sendo prejudicada pela escassez de água e pobreza nutricional dos solos o que dificulta a oferta de alimentos aos rebanhos. A Palma forrageira – *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. – Cactácea exótica originária do México, está presente em todos os continentes com diversas finalidades, destacando-se sua utilização na alimentação animal como alternativa. Essa forrageira apresenta alta produção de matéria seca por unidade de área, é uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Com isso, a realização deste trabalho visa avaliar a qualidade e a quantidade da Palma forrageira (*Nopalea cochenilifera*) sob níveis de adubação nitrogenada em cobertura. Esta pesquisa teve caráter experimental e foi realizada em condições de campo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - *campus* Santa Teresa, localizado nas coordenadas geográficas de 19°48'17" latitude S, 40° 40'35" longitude O e altitude de 136 m. O delineamento experimental deu-se em quatro blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos, sendo que cada tratamento contou quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas doses de adubação nitrogenada em cobertura (T1 - 0, T2 - 50, T3 – 100, T4 - 150 e T5 - 200kgN.ha⁻¹). Quando as plantas atingiram o ponto de colheita para alimentação de ruminantes, foram avaliadas as seguintes características agrônômicas e bromatológicas: Altura da planta (AP) número de cladódios por planta (NCP), Produção de matéria seca (PMS) Comprimento de raiz (CR), Volume de raiz (VR) Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN) e Digestibilidade in vitro da Matéria Seca (DIVMS). Os dados foram tratados e submetidos ao teste Tukey (P = 0,05). Nas condições de realização do presente trabalho a adubação mais indicada para a Palma forrageira foi a dosagem de 150kg.ha⁻¹, uma vez que esta dosagem proporcionou as melhores condições de desenvolvimento das planta e características bromatológicas. A não adubação da Palma, apesar de permitir um desenvolvimento da planta, ocasiona um produto final com baixa qualidade nutritiva. A adubação acima de 200kg.ha⁻¹ pode causar toxidez por excesso de salinidade e reduzir o desenvolvimento e produtividade da Palma.

Palavras-chave: Forragicultura. Nutrição Mineral. Crassuláceas.

ABSTRACT

The production of ruminants in the state of Espírito Santo in recent years has been hampered by water scarcity and poor soil nutrients that make it difficult to provide food to herds. A forage palm - *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. - Exotic cactus from Mexico, is present in all continents for various purposes, especially its use in animal feed. This forage has high dry matter production per unit area, it is an excellent source of energy, rich in non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients. Production of this type had the quality and quantity of forage palm (*Nopalea cochenilifera*) as an alternative to the levels of nitrogen in coverage. This research was carried out under field conditions, at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES) - Santa Teresa campus, located at the geographical coordinates of 19°48'17 " S, 40°40'35 ' W longitude and height of 136 m. The experimental design was in completely randomized blocks with subdivided plots with five treatments, with each treatment with four replicates. The treatments were composed by the doses of nitrogen fertilization in roof (T1 - 0, T2 - 50, T3 - 100, T4 - 150 and T5 - 200kg.N.ha⁻¹). When the plants reached the harvest point for ruminant feed, the following agronomic and bromatological characteristics were evaluated: Plant height (AP), number of cladodes per plant (NCP), dry meat production (PMS) Root length (CR), Root Volume (VR) Crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN) and in vitro dry matter digestibility (DIVMS). The data were treated and submitted to the Tukey test (P = 0.05). In planting conditions, the most suitable fertilization for palm production is a dose of 150kg.ha⁻¹, once it has been determined to obtain the best development conditions of the plant and the bromatological characteristics. The non-fertilization of the palm, despite allowing a development of the plant, causes a final product with low nutritional quality. Fertilization above 200kg can cause toxicity due to excess salinity and reduce the development and productivity of the palm.

Key words: Forage farming. Mineral nutrition. Crassulaceae.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no estado do Espírito Santo nos últimos anos vem sendo prejudicada pela escassez de água que dificulta a oferta de alimentos aos rebanhos. As variações no clima estão causando efeitos sobre a pecuária das regiões semiáridas e, conseqüentemente, suas qualidade e quantidade estão sendo afetadas significativamente. Isto devido a problemas de bem-estar para o animal, baixa oferta hídrica, queda na produção e disponibilidade de forragens, causadas por alterações da temperatura, radiação solar, evapotranspiração, pluviosidade e umidade do solo.

Sendo assim, a produção de forragem é comprometida em consequência do baixo índice pluviométrico em diversas regiões do estado Capixaba e, pela ausência ou má distribuição das chuvas durante grande parte do ano. O que traz grandes dificuldades para a produção de forrageiras, tendo em vista que essa cultura necessita de grande demanda de água para irrigação, causando assim, uma baixa produtividade do rebanho e prejuízos para a economia do estado e do país.

A geração de tecnologias capazes de contribuir no processo de transformação desta realidade passa necessariamente pela exploração de culturas mais apropriadas a suportarem as condições de falta de água, altas temperaturas, solos de baixa fertilidade que exijam poucos insumos, fácil manejo no plantio e que forneçam alimento e forragem para a agricultura de subsistência (OLIVEIRA et al., 2010). Portanto, é de extrema importância a busca por alimentos alternativos e mais acessíveis como a Palma forrageira. A Palma forrageira – *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. – Cactácea exótica originária do México (HOFFMANN, 1995) está presente em todos os continentes com diversas finalidades, destacando-se sua utilização na alimentação animal. Essa forrageira apresenta alta produção de matéria seca por unidade de área, é uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais.

Apesar de no Brasil a Palma ser utilizada basicamente como forragem estratégica para períodos de seca, em muitos países é utilizada para outras finalidades. É difícil encontrar uma planta tão distribuída e explorada, sobretudo em zonas áridas e semiáridas com economia de subsistência que, pela falta de recursos naturais e

produtivos, forcem os pequenos agricultores e produtores a cultivá-la e poderem sobreviver produzindo com rentabilidade (LOPES et al., 2007).

A Palma forrageira é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo. Mas vem sendo cultivada nas piores áreas das propriedades e sem o mínimo manejo e tratos culturais necessários ao seu desenvolvimento, tendo como consequência a baixa produtividade dos plantios. Como qualquer outra planta, a Palma necessita de adubação, sendo um fator determinante na produção de matéria verde, exigindo maior quantidade quando se trata de plantio de Palma adensado (TELES et al, 2002).

A adubação com nitrogênio é um dos aspectos mais relevantes na produção da maioria das culturas, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, sendo indispensável na execução de funções vitais nas plantas. A elevação na disponibilidade do nitrogênio implica em uma maior fração deste na parte foliar, o que resulta em uma forte correlação positiva entre a fotossíntese e o teor deste elemento para várias espécies C3 e C4.

A Palma-forrageira apresenta adaptação às condições adversas, dada a sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM). As plantas que assimilam CO₂ através do sistema CAM, devido às restrições na disponibilidade de água e grande pressão ambiental, que resulta em elevada transpiração, fecham os estômatos durante o dia a fim de manter a hidratação dos tecidos (FARIAS et al., 2000).

A cultura da Palma responde de maneira muito satisfatória a adubação nitrogenada, de modo que a ausência ou baixa disponibilidade deste elemento provoca a limitação no seu crescimento. O desenvolvimento vegetativo também é influenciado pelo subsídio adequado de potássio e fósforo, no entanto a Palma é bastante sensível à salinidade do solo, o que ocasiona drástica redução do crescimento das raízes.

Nesse sentido a Palma forrageira tem sido uma das alternativas em todo Brasil, principalmente na alimentação de caprinos e ovinos, em virtude do seu alto teor nutritivo, resistência e bom desenvolvimento em condições adversas. Este estudo,

então foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade e a quantidade da Palma forrageira (*Nopalea cochenilifera*) sob níveis adubação nitrogenada em cobertura.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Para as plantas de modo geral, a água, que é uma das mais importantes substâncias do nosso planeta (KERBAUY, 2004), participa de todos os processos morfofisiológicos existentes para manutenção da vida destes organismos. No entanto, a deficiência hídrica é uma das responsáveis pela queda de produção na agricultura (MONTEIRO et al., 2011).

Segundo Christofidis (2002), existe uma tendência natural de aumento do uso da água no futuro, seja pelo aumento populacional, culminando numa maior necessidade por alimentos, seja pela disponibilidade de terras com aptidão para uso na agricultura irrigada. Portanto, não é admissível o uso da irrigação utilizando um sistema de aplicação de água que apresenta pouca eficiência. A partir do momento que se adota sistemas pouco eficientes, o resultado será prejuízos ao ambiente, consumo excessivo de energia elétrica e de água.

De acordo com Barbera (2001) a Palma forrageira (*Nopalea cochenilifera*) tem tendência de ser uma das culturas de maior importância econômica sendo usada mundialmente, na alimentação humana, arração animal, como fonte de energia, na medicina, na indústria de cosméticos, na proteção e conservação do solo, dentre outros usos nobres, a exemplo da fabricação de adesivos, colas, fibras para artesanato, papel, corantes, mucilagem, antitranspirante e ornamentação.

A Palma forrageira (*Opuntia sp.* e *Nopalea sp.*); por ser uma cactácea, possui boa adaptação às regiões áridas e semiáridas, apresentando tolerância a períodos longos de estiagem e alta eficiência no uso de água (FLORES-HERNÁNDEZ et al., 2004; DUBEUX JÚNIOR et al., 2006; BISPO et al., 2007; PINHEIRO et al., 2014; SILVA et al., 2015).

Em regiões do semiárido, o plantio desta cactácea é a base da alimentação dos ruminantes, pois é uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas, além de apresentar altas produções de matéria seca por unidade de área. É uma excelente

fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (WANDERLEY et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais, 62% (MELO et al., 2003).

Embora a Palma possua valores de 26,2 a 35,9% de FDN (fibra em detergente neutro), a Palma não deve ser fornecida como único componente da dieta alimentar e sim participar desta na qual irá contribuir nutricionalmente e economicamente com a melhor combinação de nutrientes, a fim de atender a exigências nutricionais de cada espécie, categoria e nível de produção (ANDRADE, 2010).

Em alguns casos de sistemas de produção, com elevada produtividade de biomassa, resultando em grandes quantidades de nutrientes, é necessária a adubação completa, incluindo macro e micronutrientes, com destaque para adubação nitrogenada, dada a importância do nitrogênio para o crescimento e produtividade da referida forrageira. Assim, um programa de adubação deve ser traçado ao longo dos ciclos de cultivo, com o propósito de se manter a perenidade do Palmal (CANDIDO et al., 2013).

Para a adubação mineral, é necessário se proceder a uma análise do solo para uma melhor orientação quanto aos níveis a serem recomendados. SANTOS et al., (1996) em São Bento do Una, (PE), obtiveram aumentos da ordem de 29% na produção com a fórmula de 50, 50 e 50kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando comparada com a Palma não adubada. Trabalhos em andamento mostram produtividades crescentes com o aumento da adubação nitrogenada até 600kg.ha⁻¹, conforme Dubeux Júnior et al. (2010), explicado pelo fato de o nitrogênio ser o nutriente que estimula a divisão celular e promove o aparecimento de novos cladódios.

O nitrogênio participa da composição de diversas moléculas orgânicas no interior das plantas e é o principal controlador dos processos fotossintéticos (NUNES et al., 2015). Quando ocorre déficit nutricional, especialmente do nitrogênio e do fósforo, o número de cladódios e a área foliar são reduzidos e a sensibilidade à baixa concentração do nitrogênio também promove o decréscimo da altura e do diâmetro do caule (PRADO e LEAL, 2006; IVANOFF *et al.*, 2010).

Em trabalho realizado com Palma forrageira doce, Reis et al. (2017) concluiu que o aumento da dosagem de nitrogênio foi benéfico para a produção de massa, sendo o melhor resultado encontrado na dosagem de 240Kg.ha⁻¹.

Uma das recomendações para elevar o teor proteico na Palma forrageira, a fim de reduzir a necessidade de suplementação é o uso de adubações nitrogenadas e fosfatadas durante o cultivo (DONATO, 2011). Neste contexto, medidas de dimensões lineares e biomassa das plantas obtidas em intervalos de tempo regulares podem ser usadas no cálculo de índices morfofisiológicos (SILVA et al., 2009), bem como índices de resposta hídrica e morfológicos. Para a Palma forrageira estudos desta natureza ainda são incipientes de modo que sua determinação contribui para o aperfeiçoamento do uso da água no âmbito agrícola (QUEIROZ et al., 2015).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

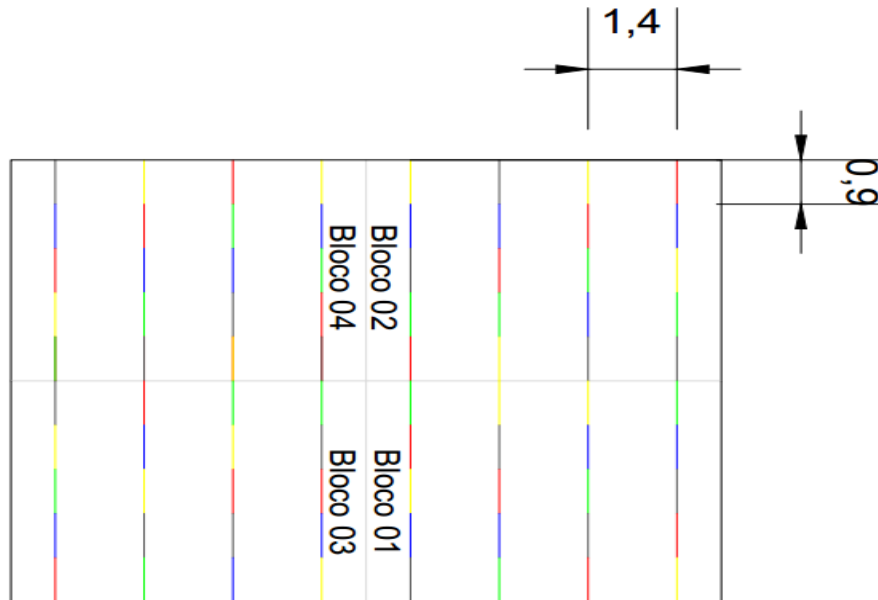
Esta pesquisa teve caráter experimental e foi realizada em condições de campo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - *campus* Santa Teresa, localizado nas coordenadas geográficas de 19°48'17" latitude S, 40° 40'35" longitude O e altitude de 136 m.

Foram coletadas amostras compostas de solo da área de cultivo, nas camadas com profundidades de 0-20 e 20-40cm, para a realização das análises dos atributos físicos e químicos. Tais análises foram realizadas no Laboratório de solos Lúcio Fernandes Ramos pertencente ao IFES – *campus* Santa Teresa. De posse das análises químicas e físicas foi realizada a recomendação de calagem, adubação para plantio e adubação em cobertura da Palma.

O delineamento experimental deu-se em quatro blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos, sendo que cada tratamento com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas doses de adubação nitrogenada em cobertura (T1 - 0, T2 - 50, T3 – 100, T4 - 150 e T5 - 200kg.ha⁻¹). Cada unidade experimental foi constituída por 200 plantas, as plantas foram instaladas no espaçamento 1,4 x 0,09m, o que totalizou 25,2m² por unidade experimental, dessa maneira foram

utilizados 100,8m² para todos os tratamentos. Na Figura 1 está representada a disposição das plantas na área experimental.

Figura 1. Representação de um bloco com suas medidas de comprimento da linha e espaçamento entre elas no cultivo da Palma forrageira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Antes do plantio o solo foi preparado sendo feitas uma aração e duas gradagens. A primeira gradagem foi realizada aos 30 dias antes do plantio (DAP), a fim de se incorporar o calcário, e a segunda, na data do plantio. O plantio foi realizado manualmente, colocando-se os cladódios dispostos conforme a recomendação. O material genético utilizado foi a Palma forrageira (*Nopalea cochenilifera*).

As adubações nitrogenadas em cobertura foram aplicadas manualmente de forma parcelada, distanciadas entre 5-10 cm da linha de plantio, sendo que 50% da dose foi aplicada 30 dias após o plantio (DAP) e os outros 50% foram distribuídos 60 dias após a primeira adubação nitrogenada.

Ao longo do desenvolvimento do experimento foram realizados os tratos culturais necessários, seguindo recomendações técnicas exigidas pela cultura. Quando as plantas atingiram o ponto de colheita para alimentação de ruminantes, ou seja, a partir de sua maturação fisiológica, que ocorre entre um a dois anos, foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: Altura da planta (AP) e número de cladódios por planta (NCP), realizando amostragem de três plantas aleatórias da

área útil de cada parcela; Produção de matéria seca (PMS), onde a determinação de matéria seca da parte aérea foi efetuada a partir do material seco em estufa, regulada para 75 °C, por 72 horas; Comprimento de raiz (CR) pela medição da distância entre a base do colo da planta e a extremidade das raízes, medido com fita métrica e Volume de raiz (VR) que consistiu na lavagem do sistema radicular de três plantas aleatórias da área útil de cada parcela. Para isto, as raízes lavadas foram colocadas, separadamente, em uma proveta graduada em mililitros (mL) contendo um volume de água conhecido; pela diferença entre o volume inicial e o final (após colocação de raízes) foi obtido o volume de raízes, segundo metodologia descrita por Basso (1999).

Amostras de cada tratamento foram enviadas a laboratórios especializados para realização de análise bromatológica, onde determinou-se: Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN) e Digestibilidade in vitro da Matéria Seca (DIVMS). Os dados foram tratados e submetidos ao teste Tukey (P = 0,05) e análise de regressão aplicando o software SISVAR®. Foi avaliada também para este experimento a produtividade de massa seca da parte aérea em toneladas por hectare.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 tem-se os resultados obtidos com a avaliação morfológica da planta após a aplicação dos tratamentos, como Altura da planta (AP), Número de cladódios (NCP), Peso da parte aérea (PPA), Volume de Raiz (VR), peso da planta (PP), Comprimento de raiz (CR) e Produção de matéria natural (PMN).

Tabela 1. Características morfológicas da planta de Palma após período de avaliação.

Doses	AP (cm)	NCP	PPA (Kg)	VR (cm³)	PP (Kg)	CR (cm)	PMN
0	0,60a	14,50a	2,39a	40,00a	3,29a	0,28d	190,25a
50	0,58a	11,58a	1,92a	40,00a	2,52a	0,63a	152,88a
100	0,57a	13,83a	2,23a	20,00b	2,78a	0,53b	177,35a
150	0,63a	16,91a	2,55a	40,00a	3,77a	0,44c	228,06a
200	0,62a	15,16a	2,87a	20,00b	3,35a	0,41c	202,71a
CV (%)	10,11	33,55	37,32	25,77	22,10	3,16	37,32

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

Pela análise da Tabela 1 pode-se perceber que não houve resultados significativos para AP, NCP, PPA, PP e PMN, havendo apenas interferência no desenvolvimento e produção da parte radicular.

O Comprimento da raiz (CR) teve um comportamento expressivo, uma vez que ao aumentar os níveis de adubação foram obtidos menores valores para essa variável, ou seja, houve um menor aprofundamento de raízes no solo. Este resultado corrobora ao encontrado por Otto et al. (2009), que ao avaliar a adubação nitrogenada para o desenvolvimento de raízes e parte aérea de cana-de-açúcar verificou que com aumento da dose de N, houve uma redução no comprimento radicular, com aumento da parte aérea. O resultado é atribuído a hipótese de que as raízes se desenvolveram próximas aos grânulos de fertilizante e obtiveram os nutrientes necessários para o crescimento da parte aérea com pequeno gasto energético para o crescimento das raízes.

O Volume de raiz (VR) correlacionou-se positivamente com a maior eficiência na utilização de adubação nitrogenada. Nas plantas que receberam alguma dose de nitrogênio, que quanto maior o aprofundamento de raízes, menor a produção de parte aérea. Isso ocorre devido ao fato de que a planta direciona o nitrogênio absorvido inicialmente para produção do sistema radicular, para buscar uma melhor nutrição desfavorecendo o aumento da massa foliar. O contrário pode ser observado no tratamento com nenhuma dose de adubação, pois como a testemunha não teve uma injeção inicial de nitrogênio, a mesma não teve forças para prolongar suas concentrando sua produção em parte aérea e não produziu raízes mais longas.

A Tabela 2, apresenta os resultados das análises referentes ao percentual de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) da Palma forrageira sob as diferentes doses de adubação.

Tabela 2. Composição de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) da Palma forrageira sob as diferentes doses de adubação.

Doses	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
0	4,75 a	28,5 a	67,5 a
50	7,5 ab	29 ab	68 a
100	8,75 ab	31,75 bc	73,25 a
150	10,25 b	31,75 bc	73,75 a
200	10,25 b	32,5 c	73,96 a
CV(%)	23,28	4,25	8,83

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

Ao avaliar a Tabela 2, pode-se verificar que houve um incremento no percentual de proteína bruta com o aumento das doses de adubação nitrogenada, sendo as doses de 50, 100, 150 e 200Kg.ha⁻¹ estatisticamente equivalentes.

Silva et al. (2013) ao avaliarem a composição bromatológica da Palma sob diferentes doses de adubação e espaçamento obteve resultados similares ao deste estudo, uma vez que com o aumento da adubação química houve também o incremento nos teores médios de proteína bruta.

O valor de PB sem adição de adubação nitrogenada, obtida no presente experimento foi muito próximo ao descrito por Wanderley et al. (2012) em trabalho realizado para avaliar a composição bromatológica da Palma em relação a outros alimentos como feno e silagem, estes autores demonstraram um valor de 4,92% de PB por massa seca, sendo considerado muito baixo. Logo a adubação com nitrogênio, ao aumentar este percentual mostra-se importante como incremento proteico da cultura.

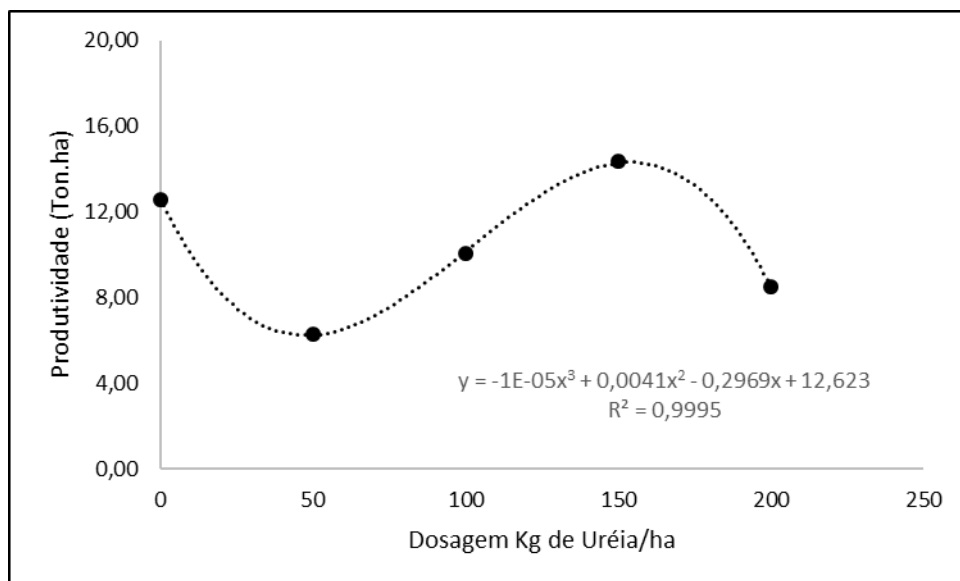
Em relação ao valor de FDN, esta variável teve um comportamento semelhante ao apresentado pela PB, ou seja, quanto maior o nível de adubação, maior o valor de FDN. Dantas Calvalcante et al. (2014) ao avaliarem diferentes genótipos de Palma, obteve um valor médio de 21,83% de FDN em percentual de massa seca, valor menor que os obtidos neste trabalho, então a adubação mostrou eficácia em elevar o percentual dessa variável.

De acordo com Mendes et al. (2010), o aumento da FDN é importante pois contribui para manutenção do pH ruminal e não prejudica o desempenho animal e a digestibilidade dos nutrientes. O aumento da fração volumosa da dieta vem acompanhado do aumento de componentes do alimento, como a FDN, que promove o enchimento do retículo-rúmen, acarretando aumento do número de mastigadas por dia, do tempo de ruminação, do tempo de mastigação por unidade de matéria seca e FDN consumida, da frequência de contrações do retículo-rúmen durante a ruminação e da taxa de passagem de FDN pelo rúmen (DADO & ALLEN, 1995).

A digestibilidade in vitro da matéria seca não apresentou diferença significativa com o aumento da dosagem de adubação. Wanderley et al. (2012) ressalta que as silagens em comparação com os alimentos do tipo feno possuem maiores níveis de digestibilidade de MS, isso se deve principalmente aos maiores níveis de lignina e de fibra detergente ácido, que são componentes tipicamente relacionados a digestibilidade.

Na Figura 1 pode-se observar a produtividade obtida com as diferentes dosagens de adubação nitrogenada aplicadas.

Figura 1. Produtividade da Palma forrageira sob diferentes doses de adubação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela análise gráfica observa-se que a dosagem de $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de adubação nitrogenada proporcionou a maior produtividade ($14,35\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) dentre os tratamentos avaliados, seguido por nenhuma adubação, dosagem de 100, 200 e $50\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com $12,61$, $10,07$, $8,52$ e $6,33\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente.

Santos et al. (1998) relatam que em colheitas anuais com a cultivar doce, tem-se obtido produtividade média de $10,6\text{ton}\cdot\text{MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ e $77,8\text{t}\cdot\text{MV}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, adubada com esterco de curral na base de $20\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ e com população de 20 mil plantas ha^{-1} .

Em trabalho para avaliar a produtividade da Palma forrageira sob diferentes lâminas de irrigação Queiroz et al. (2015) obtiveram uma produtividade média de massa seca e verde de $131,16$ e $8,18\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente, se mostrando superiores a cultivos em condições de sequeiro.

Ao se realizar a análise de regressão foi obtida a equação apresentada na figura 1, cujo o comportamento é explicado por um modelo polinomial de terceiro grau. Esta equação apresentada na Figura 1, ao definir qualquer valor no eixo "x", pode-se obter o valor estimado de produtividade com ótima precisão, uma vez que o valor de R^2 foi de 0,9995, ou seja, acima de 99%. Utilizando a derivada segunda e igualando a zero, obteve-se a adubação nitrogenada para alcançar a máxima produtividade que foi igual a $136,7\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Ao observar o Figura 1 observa-se também que a testemunha apresentou uma produtividade elevada, no entanto, conforme já explicado pelos resultados obtidos na Tabela 1, apresenta sistema radicular fragilizado, podendo afetar o cultivo a longo prazo.

Os resultados do presente trabalho indicam a adubação de $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrogênio como a melhor adubação mineral para a Palma, uma vez que este obteve a maior produtividade, sem causar problemas no desenvolvimento. Visto que esta dosagem promoveu maior altura de planta, maior número de cladódios por planta, maior peso de planta e PMN.

A dose de 200kg.ha⁻¹ além de reduzir a produtividade, também teve menor AP, NCP, VR e PMN. Este resultado pode estar ligado ao início de uma fitotoxidez por excesso de adubação nitrogenada, que pode salinizar o solo e afetar o desenvolvimento da cultura. Os resultados da análise bromatológica indicam que não há diferença entre adubação com 150 ou 200kg.ha⁻¹, dessa forma podendo-se economizar o adubo.

Além disso a dosagem de 150kg.ha⁻¹ proporcionou boas características bromatológicas, não diferindo das obtidas com uma adubação mais elevada de 200kg.ha⁻¹. A testemunha, apesar de ter bons resultados para o desenvolvimento de parte aérea da planta e produtividade, apresenta características bromatológicas pobres, com o menor percentual de proteína bruta, FDN e DIVMS.

3 CONCLUSÃO

A partir dos resultados discutidos, pode-se concluir que nas condições de realização do presente trabalho a adubação mais indicada para a Palma forrageira é a dosagem de $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A não adubação da Palma, apesar de permitir um desenvolvimento da planta, ocasiona um produto final com baixa qualidade nutritiva.

REFERÊNCIAS

- BARBERA, G. **História e importância econômica e agroecologia**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da Palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.1-11.
- BASSO, S. M. S. Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia DC Lotus L.* 1999. 268f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999
- BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e característica de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36,1902-1909p., 2007.
- CÂNDIDO, M. J. D., GOMES, G. M. F., LOPES, M. N., & XIMENES, L. J. F. Cultivo da Palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**, v. 7, n. 3, 2013.
- CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília: ABID**, n.54, 46-55p., 2002.
- DA CUNHA, D. N. F. V; GOMES, E. S; MARTUSCELLO, J. A; AMORIM, P. L; SILVA, R. C; FERREIRA, P. S. **Morfometria e acúmulo de biomassa em Palma forrageira sob doses de nitrogênio**. Rev. bras. Saúde prod. anim. vol.13 no.4 Salvador Oct./Dec. 2012.
- DADO, R. G., ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of dairy science**, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.
- DANTAS CAVALCANTE, L. A., DE ARRUDA SANTOS, G. R., MARQUES DA SILVA, L., LARA FAGUNDES, J., DA SILVA, M. A. Respostas de genótipos de Palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, 2014.
- ANDRADE, S. F. J. de. **Palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) in natura ou farelada na dieta de borregos**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2010.
- DE MELO, A. A. S., ANDRADE FERREIRA, M. de., VERÁS, A. S. C., ANDRADE LIRA, M. de., LIMA, L. E.de., SILVA VILELA, M. da., ... & ANDRADE, D. K. B. de. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e Palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 339-345, 2003.
- OLIVEIRA, F. T. de.; SOUTO, J. S.; DA SILVA, R. P.; DE ANDRADE FILHO, F. C.; JÚNIOR, E. B. P.; Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, 27-37p., 2010.
- QUEIROZ, M. G. de.; da SILVA, T. G.; ZOLNIER, S.; SERVULO, M. S.; SILVA, L. R.; JANDELSON de O, A. Características morfofisiológicas e produtividade da Palma

forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 931-938, 2015.

DONATO, P.E.R. **Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da Palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.134f., 2011.

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

DUBEUX JR., 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-20**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, n.1, p.129-135, 2010.

FARIAS, Iderval et al. Manejo de colheita e espaçamento da Palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR-Sistema de análise de variância. 1999.

FLORES-HERNÁNDEZ, A.; CASTILLO, I. O.; AMADOR, B. M.; HERNÁNDEZ, J. L. G.; TROYO-DIEGUEZ, E. Rendimento e características fisiológicas do cacto de nopal (*Opuntia spp.*) cultivares sob irrigação por gotejamento. **Gestão da Água para Agricultura**, v.70, 97-107p., 2004.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: **Agroecologia, cultivo e usos da Palma forrageira**. Roma: FAO, Produção e Proteção Vegetal. Tradução (SEBRAE/PB), Paper 132, 12-14p., 1995.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDIYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 319-325, 2010.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

LOPES, E. B., BRITO, C. D., GUEDES, C., SANTOS, D. D., ARAÚJO, E., BATISTA, J. D. L., ... & CAVALCANTI, V., **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semi-árido nordestino**. João Pessoa: Emepa/Faepa, 2007.

MENDES, C. Q., TURINO, V. D. F., SUSIN, I., PIRES, A. V., MORAIS, J. B. D., GENTIL, R. S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 594-600, 2010.

MONTEIRO, J. E. B., FORTES, L. T., DE MELLO, L. T. A., & PARENTE, E. G. Avaliação de um sistema de estimativa de perda de produtividade de milho por deficiência hídrica no semi-árido brasileiro. **Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, 2011.

NUNES, M.V.S; ANDRADE, W.R; SALES, E.C.C.J; GOMES, V.M; RIGUEIRA, J.P.S. **Número de brotos em Palma forrageira cultivada em duas orientações de plantio e doses crescentes de nitrogênio**. In: 9º FEPEG, Minas Gerais, 2015.

OTTO, R., FRANCO, H. C. J., FARONI, C. E., VITTI, A. C., TRIVELIN, P. C. O. Fitomassa de raízes e da parte aérea da cana-de-açúcar relacionada à adubação nitrogenada de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 398-405, 2009.

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

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol variedade Catissol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 187-193, 2006.

QUEIROZ, M. G., DA SILVA, T. G., ZOLNIER, S., SILVA, S., LIMA, L. R., DE O ALVES, J. Características morfofisiológicas e produtividade da Palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.

REIS, A. L. A.; CARVALHO, M. L. A. M.; SILVA, A. J. L.; CORREA, P. G. N.; CARVALHO, C. B. M.; MELO, T. T. B.; EDVAN, R. L. **Produtividade de Palma Forrageira Sob Diferentes Dosagens de Nitrogênio**. In: XXV SEMANA DE ZOOTECNIA A ASCENSÃO DA ZOOTECNIA NO NORDESTE BRASILEIRO, 2017, Recife-PE. Produtividade de Palma Forrageira Sob Diferentes Dosagens de Nitrogênio, 2017.

SANTOS, D. C dos.; SANTOS, M. V. F. dos.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; DIAS, F. M.; SANTOS, V. F. dos. Adensamento e frequência de cortes em cultivares de Palma forrageira (Opuntia e Nopalea). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.512-514.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. **Produção e composição química da Palma forrageira c.v. "Gigante" (Opuntia ficus-indica Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 9, n. especial, 69-78p., 1996.

SILVA, J. A., BONOMO, P., DONATO, S. L., PIRES, A. J., SILVA, F. F., DONATO, P. E. Composição bromatológica de Palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, 2013.

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

SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA, C. R. W.; MUNIZ, M. A. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. **Revista Ceres**, v.56, p.602-610, 2009.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. de A. **Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da Palma forrageira (Opuntia fícus indica Mill) cv. Gigante.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 1, 52-60p., 2002.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (Opuntia fícus-indica Mill) em substituição de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na alimentação de vacas em lactação. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.31, n.1, p. 273-281, 2002.

WANDERLEY, W. L., FERREIRA, M. D. A., BATISTA, A. M. V., VERAS, A. S. C., BISPO, S. V., SILVA, F. M. D., DOS SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à Palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, 2012.