



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DIOGO VIEIRA WANDERLEY

Nutrição da palma forrageira em resposta a adubação nitrogenada e potássica.

**AREIA
2023**

DIOGO VIEIRA WANDERLEY

Nutrição da palma forrageira em resposta a adubação nitrogenada e potássica.

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

Orientador: Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

W245n Wanderley, Diogo Vieira.

Nutrição da palma forrageira em resposta a adubação
nitrogênica e potássica / Diogo Vieira Wanderley. -
Areia, 2023.
34 f. : il.

Orientação: Adailson Pereira de Souza.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Orelha de elefante. 3. Semiárido.
4. Fertilização do solo. I. Souza, Adailson Pereira de.
II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)

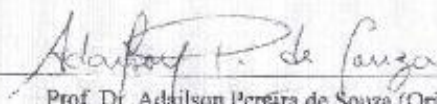
DIOGO VIEIRA WANDERLEY

Nutrição da palma forrageira em resposta a adubação nitrogenada e potássica.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 10 / 11 / 2023

BANCA EXAMINADORA



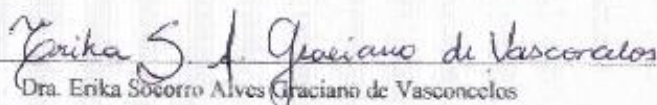
Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



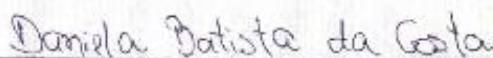
MS, Evaldo dos Santos Felix

Pesquisador Bolsista do Instituto Nacional do Semiárido – INSA



Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos

Pesquisadora Bolsista do Instituto Nacional do Semiárido – INSA



Dra. Daniela Batista da Costa

Pesquisadora Bolsista do Instituto Nacional do Semiárido – INSA

A minha mãe Josenilda Vieira Wanderley, meu pai Euni Dantas Wanderley e meus irmãos
Thiago Vieira Wanderley e Diego Vieira Wanderley, à família e ao amor incondicional que
tenho por ela.

Dedico!

RESUMO

A pesquisa foi realizada na estação experimental do Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande – PB, objetivando-se avaliar os efeitos das doses de adubação nitrogenada e potássica na produção e composição mineral da Palma Forrageira *Opuntia Stricta* Haw. Estudou-se a combinação de cinco doses de nitrogênio (7,8; 46,8; 78; 109 e 148 kg ha⁻¹), e cinco doses de potássio (30; 180; 300; 420 e 570 kg ha⁻¹), utilizando como fonte ureia e cloreto de potássio (KCL), respectivamente, acrescido de três tratamentos adicionais (148 kg ha⁻¹ de N + 30 kg ha⁻¹ de K₂O; 7,8 kg ha⁻¹ de N + 570 kg ha⁻¹ de K₂O; e um controle sem adubação). Já o fósforo foi aplicado dose única em todas as parcelas, de 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹, na forma de superfosfato triplo. Os tratamentos foram divididos em parcelas com e sem calcário. A produção de matéria fresca e matéria seca foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio. A aplicação do calcário proporcionou incremento na produção da matéria fresca da palma em 12.55%. Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio foram influenciados pelas doses de adubação.

Palavras-Chave: orelha de elefante; semiárido; fertilização do solo.

ABSTRACT

The research was carried out at the experimental station of the Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande – PB, aiming to evaluate the effects of nitrogen and potassium fertilizers doses on the production and mineral composition of the Forage Palm *Opuntia stricta* Haw. The combination of five doses of nitrogen (7.8; 46.8; 78; 109 and 148 kg ha⁻¹), and five doses of potassium (30; 180; 300; 420 and 570 kg ha⁻¹) was studied. Using urea and potassium chloride (KCL) as sources, respectively, plus three additional treatments (148kg ha⁻¹ of N + 30 kg ha⁻¹ of K₂O; 7.8 kg ha⁻¹ of N + 570 kg ha⁻¹ of K₂O; and a control without fertilization). Phosphorus was applied in a single dose to all plots, of 100 kg of P₂O₅ ha⁻¹, in the form of triple superphosphate. The treatments were divided into plots with and without limestone. The production of fresh matter and dry matter was influenced by nitrogen and potassium doses. The application of limestone provided an increase in the production of fresh palm matter by 12,55%. Nitrogen, phosphorus and potassium contents were influenced by fertilizer doses.

Keywords: elephant ear; semiárido; soil fertilization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1	SEMIÁRIDO BRASILEIRO	8
2.1.1	A palma forrageira.....	9
2.1.2	Adubação na palma.....	10
3	METODOLOGIA	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1	PRODUÇÃO.....	15
4.1.1	Teores de N, P e K.....	21
5	CONCLUSÕES.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O semiárido do Brasil possui peculiaridades como altas temperaturas durante o ano todo, baixa umidade relativa do ar, altas taxas de evapotranspiração, precipitação pluviométrica média anual < 800mm e irregularidade das chuvas; essa região contempla cerca de 12% do território nacional e os nove estados da região nordeste, possuindo uma população de aproximadamente 28 milhões de habitantes distribuídos entre zona urbana (62%) e rural (38%), constituindo um dos semiáridos mais povoados do mundo (INSA, 2023).

O cultivo da palma forrageira na região semiárida do Brasil é fundamental, pois se trata de um importante recurso genético vegetal adaptado às condições climáticas que dá suporte aos pecuaristas dessa região, sobretudo no período seco, portanto conhecer as principais técnicas de cultivo e manejo dessa cactácea, é essencial para a geração de renda e fixação do homem no campo (Araújo et al., 2019).

No Nordeste do Brasil seu cultivo foi drasticamente afetado pela Cochonilha-do-Carmim (*Dactylopius Opuntiae*) inseto praga que quase dizimou os campos de palma na região, especialmente a variedade gigante, mais difundida e susceptível ao ataque da praga; devido à importância da cultura como espécie utilizada na alimentação animal, foi necessário a criação de um programa de melhoramento e seleção de variedades resistentes (Araújo et al., 2023).

A palma forrageira é originária do México, foi introduzida no Brasil por volta do século XVIII com o objetivo de produzir carmim de cochonilha, somente no século XX passou a ser utilizada para a produção de forragem, sobretudo no semiárido nordestino onde possui atualmente mais de 500 mil ha cultivados (Voltolini et al., 2022).

Portanto, a palma é uma das principais forrageiras, associada a outras fontes de fibra e proteína, responsáveis pela sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária na região nordeste, apresentando rusticidade, eficiência no uso da água, resistência à seca suportando períodos longos de estiagem, além de alta produção de biomassa e bom valor nutritivo (Leite et al., 2014).

No que diz respeito à adubação, esta é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem (DUBEUX et al., 2010). Portanto, a inserção de fontes externas de nutrientes é imprescindível para elevação da produção de biomassa da Palma Forrageira, de modo a possibilitar reflexos positivos na rentabilidade do sistema produtivo. No entanto, ainda são escassos os resultados de ensaios que demonstram a resposta agrônômica da

Palma Forrageira sob fertilização. Essa falta, de certa forma, induz os produtores a utilizarem recomendações empíricas, o que gera, na maioria dos casos, respostas insatisfatórias, o que pode gerar descrédito à cerca da utilização da tecnologia (CUNHA et al., 2012).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de matéria fresca, matéria seca e teor de nutrientes de palma forrageira sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Historicamente as atividades socio econômicas desenvolvidas nessa região dependem dos recursos ambientais como clima, solo e vegetação; a variabilidade pluviométrica interanual associada ao baixo índice pluviométrico anual, são os principais fatores responsáveis pelo fenômeno das grandes secas do nordeste, afetando o desenvolvimento da atividade agropecuária (Silva et al., 2010).

O semiárido Brasileiro apresenta menos risco ao desenvolvimento da pecuária do que para a agricultura de sequeiro, exceto, nas microrregiões, onde é viável o cultivo de milho, feijão, mandioca e outras culturas anuais, em razão da distribuição e regularidade das chuvas. Os solos apresentam como principais limitações de seu cultivo a baixa capacidade de armazenamento de água e afloramentos rochosos (Santos et al., 2022). Assim a agricultura com culturas anuais nessa região se caracteriza como uma atividade de alto risco, haja vista as limitações edafoclimáticas.

A agricultura irrigada não é a solução para a maior parte da área dessa região haja vista que apenas 2-3% do semiárido nordestino é passível de irrigação, seja por limitações quantitativas como qualitativas do uso da água (Dubeux et al., 2010). Neste cenário, onde um grande limitante da produção pecuária é a escassez de forragem, a palma é um poderoso instrumento de apoio para a convivência da pecuária regional com as secas, sendo fonte não apenas de alimento, mas de água recurso limitante até para a população humana (CRUZ et al., 2009).

2.1.1 A palma forrageira

A palma forrageira pertence ao reino Plantae; divisão Embryophyta; subdivisão Angiospermea; classe Dicotyledoneae; subclasse Archiclamideae; ordem Opunteales; família Cactáceae; possui o metabolismo ácido das crassuláceas, que permite a realização das trocas gasosas no período noturno quando a temperatura atmosférica é mais amena e a umidade relativa do ar mais elevada, evitando perdas excessivas de água por evapotranspiração (Junior Galvão et al., 2014).

Essa cactácea possui adaptações anatômicas e fisiológicas que a tornam bem sucedida em ambientes áridos e semiáridos do mundo onde as plantas de metabolismo C_3 e C_4 normalmente não são, por essa razão seu cultivo é muito importante para a região semiárida brasileira pois permite com que ela sobreviva e produza no período seco do ano época em que a quantidade e a qualidade das forrageiras nativas diminuem, reduzindo os custos de produção com a aquisição de alimentos para os animais e mantendo a produção (Frota et al., 2015).

Tradicionalmente o cultivo da palma tem sido realizado com grandes espaçamentos (2 m x 1 m) 5 mil plantas por hectare, atualmente tem sido adotado o cultivo adensado (0,5 m x 0,25 m) 80 mil plantas por hectare, as vezes até mais, esse novo sistema exige maior oferta de nutrientes em razão do maior número de plantas por área, aumentando também os tratamentos culturais com plantas daninhas, pragas e doenças (Moreira et al., 2016).

(Antoniassi et al., 2020) analisando a composição química da matéria seca das espécies de palma orelha de elefante mexicana, baiana e miúda, encontrou teores de açúcares totais que variou de 15,6 a 8,5% entre as espécies, a cultivar orelha de elefante mexicana foi a que apresentou o maior teor, de 15,6%; o açúcar é uma importante característica na composição química dos alimentos pois influencia o consumo e aceitação dos mesmos pelos animais.

Na implantação de uma nova área com a cultura da palma cuidados devem ser tomados em prevenção a pragas e doenças, a seleção de mudas saudáveis é fundamental; com relação ao inseto praga cochonilha do carmim, a principal medida de controle é a escolha de variedades resistentes, as principais variedades utilizadas em substituição às susceptíveis são a orelha de elefante mexicana, palma miúda ou doce, e baiana ou mão de moça (Chagas et al., 2018).

A cochonilha de escama ou mofo da palma (*Diaspis echinocacti*) é um inseto-praga que pode causar grandes prejuízos à cultura, ele suga a seiva da planta causando amarelecimento, debilidade e queda dos cladódios, ao detectar a presença da praga na área medidas de controle devem ser tomadas com o objetivo de evitar que os efeitos da ação do inseto atinjam o nível de dano econômico (Chagas et al., 2018).

2.1.2 Adubação na palma

Em estudo realizado com adubação de 200, 150 e 100 kg ha⁻¹ de N, P e K, em um Latossolo Vermelho-Amarelo no sudoeste baiano com a cultura da palma, utilizado como fonte sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, a produtividade média de matéria seca aos 620 dias após o plantio foi de 22 t ha⁻¹; considerando valores médios de N, P, K e Ca na matéria seca como sendo 1,7%, 0,12%, 2,49% e 2,68%, a palma extrai cerca de 374 kg ha⁻¹ de N, 26,4 kg ha⁻¹ de P, 547,8 kg ha⁻¹ de K e 589,6 kg ha⁻¹ de Ca, respectivamente (Silva, 2012).

Outro trabalho avaliou a resposta agronômica da palma em função de diferentes doses de adubação potássica (0, 250, 500, 750 e 1000 kg de K₂O ha⁻¹), e concluiu que a produtividade de matéria seca e o teor de potássio no tecido vegetal não foi influenciado pelas doses de adubação (Cirino et al., 2022).

Dessa vez a pesquisa avaliou a produtividade da palma forrageira em resposta a diferentes doses de nitrogênio e fósforo no sítio croata município de Bodocó – PE, e chegou a conclusão que o fósforo exerceu influencia na produtividade alcançando valores de 256,530 kg de matéria fresca ha⁻¹ na dose de 69,50 kg de P₂O₅ ha⁻¹, o que corresponde a uma aplicação de 334 kg de superfosfato simples ha⁻¹, enquanto que o nitrogênio não demonstrou resultados promissores (Pinto et al., 2020).

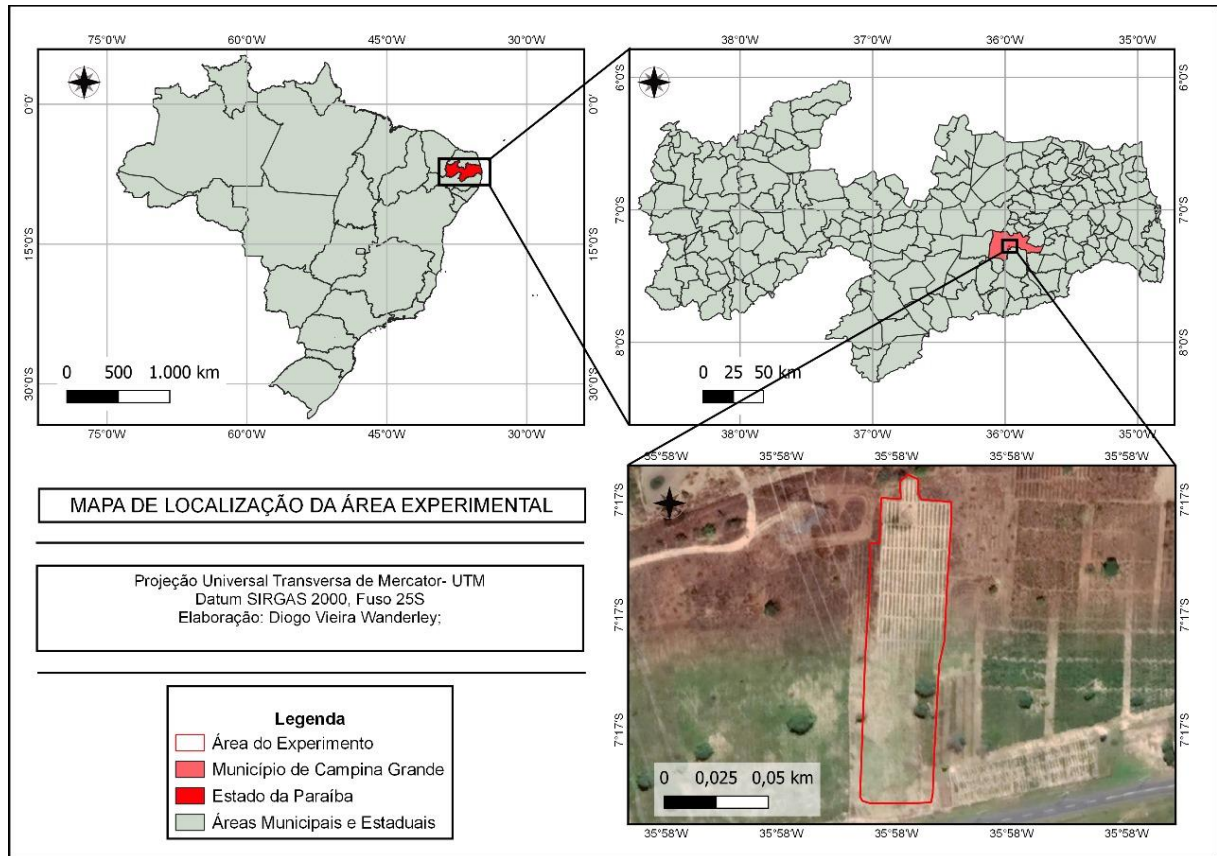
Sendo assim, em estudo analisando a produtividade da palma forrageira em resposta a diferentes doses de adubação nitrogenada (0, 38, 76, e 152 kg de N ha⁻¹) em cultivo adensado com a espécie gigante no estado do Rio Grande do Norte, concluiu que as diferentes doses não exerceram influência sobre a produtividade de matéria seca da palma (Silva et al., 2011).

No entanto, novamente estudando a produtividade e composição química da palma forrageira em resposta a adubação fosfatada versus espaçamento em Patos – PB, constatou-se que as variáveis analisadas não influenciaram a produtividade de matéria fresca e matéria seca da palma forrageira (Araújo, 2009).

3 METODOLOGIA

Em novembro de 2021, foi montado o experimento de adubação na Estação Experimental Prof. Ignacio Salcedo do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, localizado no município de Campina Grande, PB (Figura 1).

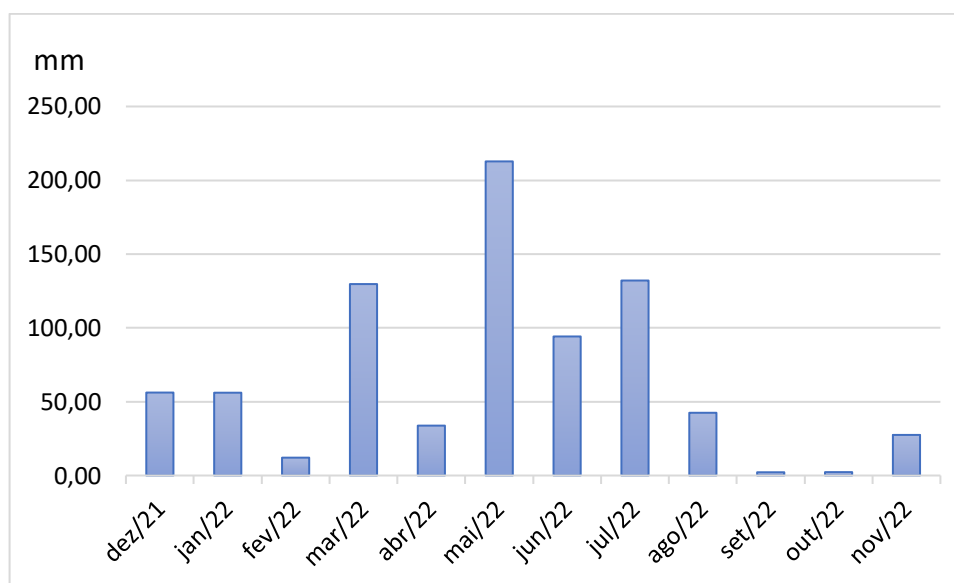
Figura 1. Mapa de localização da área experimental onde foi instalado o ensaio de adubação.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O clima segundo a classificação de Koppen, caracteriza-se pelo tipo climático As, tropical com verão seco, período chuvoso entre março e julho, com temperatura média anual de 28,2 °C, umidade relativa de aproximadamente 70% e precipitação média anual de 800 mm, com déficit hídrico durante a maior parte do ano (ALVAREZ et al., 2013).

No período de duração do experimento foi registrado o índice pluviométrico total de 801,3 mm de chuva, com as maiores precipitações ocorridas nos meses de maio e julho (Figura 2).

Figura 2. Índice pluviométrico ocorrido durante o período do experimento.

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

O experimento foi montado em um Planossolo Nátrico de textura franco arenosa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm.

PROF. cm	pH H ₂ O	Química e Fertilidade do solo									
		P	S	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ Al ⁺³	Al ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC
		...	Mg/dm ³	...	...			Cmol _c /dm ³			
0-10	5,8	3,11	1,39	14,48	0,10	5,20	0,20	2,23	1,42	3,79	8,98
10-20	5,6	0,53	1,83	35,55	0,65	5,02	0,30	2,20	1,46	4,41	9,42

Fonte: dados da pesquisa.

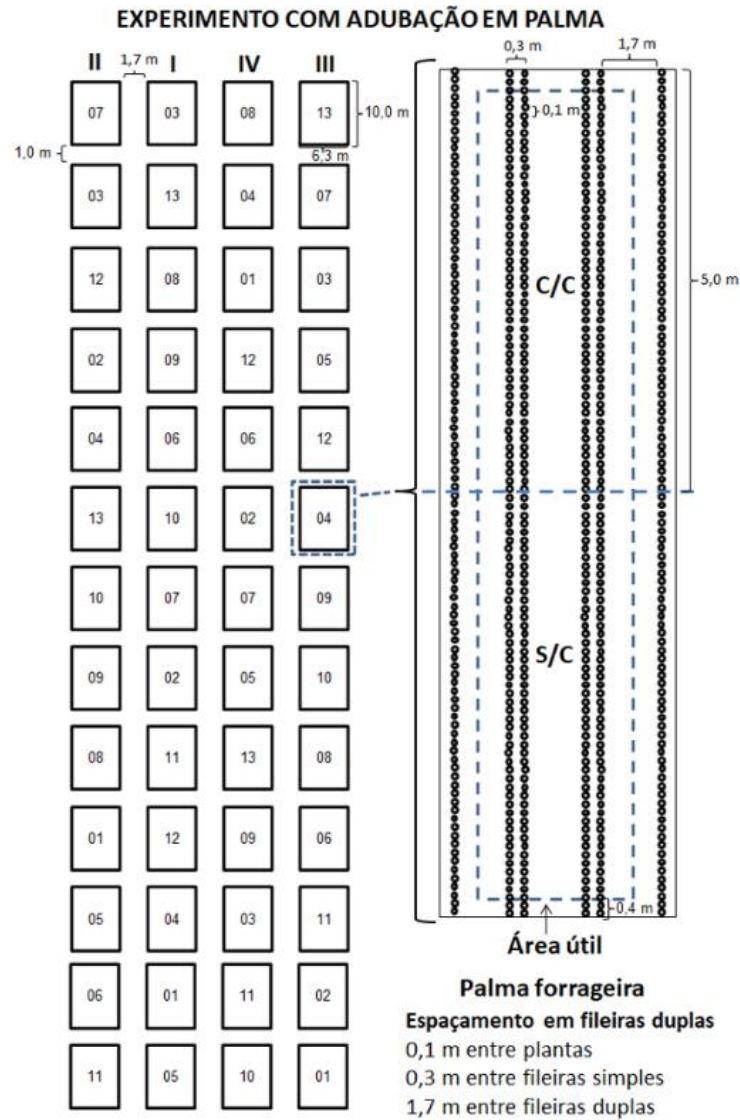
Tabela 2. Análise física do solo.

Física do solo									CLASSE TEXTUTAL
Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05- 0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila dispersa	Grau de floculação	Densidade do solo	Densidade de partícula	Porosidade total	Umidade 0,01-0,03-1,50 MPa	
..... g/kg	 g/kg		- g/kg -	- kg/dm³-	- g/cm³ -	- g/cm³ -	- m³/m³ -	... g/kg ...	
748	168	84	25	702	1,52	2,56	0,42	105-78-36	

Fonte: dados da pesquisa.

O plantio da área foi efetuado com a espécie *Opuntia Stricta* Haw, no espaçamento de fileiras duplas 0,1 x 0,3 x 1,7 m, com os cladódios colocados seguidos dentro dos sulcos, enterrados dois terços na base, na posição vertical, com as faces voltadas para dentro das fileiras duplas (Figura 3).

Figura 3. Croqui da área experimental com a respectiva distribuição nos blocos dos tratamentos de adubação com (C/C) e sem (S/C) calcário.



Fonte: dados da pesquisa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 13 tratamentos e quatro repetições em parcelas subdivididas no espaço. Os tratamentos foram dispostos conforme a Matriz Plan Puebla III (ALVAREZ V, 2021), que consistiu na combinação de cinco doses de nitrogênio (7,8; 46,8; 78; 109 e 148 kg ha⁻¹) e cinco doses de potássio (30; 180; 300; 420 e 570 kg ha⁻¹), utilizando como fonte mineral ureia e cloreto de Potássio, acrescido de três tratamentos adicionais (148 kg ha⁻¹ de N + 30 kg ha⁻¹ de K; 7,8 kg ha⁻¹ de N + 570 kg ha⁻¹ de K; e um controle sem adubo) (Tabela 3).

Tabela 3. Combinação das doses (kg ha⁻¹) de N e K segundo a Matriz Plan Puebla III, modificada.

Tratamento	N	K
	----- kg ha ⁻¹ -----	
1	46,8	180
2	46,8	420
3	109,0	180
4	109,0	420
5	78,0	300
6	7,8	180
7	148,0	420
8	46,8	30
9	109,0	570
10	7,8	30
11	148,0	30
12	7,8	570
13	0,0	0,0

Fonte: dados da pesquisa.

O fósforo foi aplicado em dose única, em todas as parcelas, de 100 kg ha⁻¹, na forma de superfosfato triplo. As doses de nitrogênio e potássio foram arranjadas nas parcelas e nas sub-parcelas adicionou-se os tratamentos com e sem calcário. A dose de calcário foi de 2,6 t ha⁻¹ ou 8,2 kg por parcela.

O experimento foi colhido um ano após o plantio (dezembro de 2022). A área útil de cada tratamento foi cortada e pesada para a determinação da produção da matéria fresca em t ha⁻¹, preservando-se o cladódio mãe. Uma amostra da raquete madura da posição intermediária de uma planta aleatória de cada tratamento foi coletada cortada em pedaços menores e colocadas em sacos de papel, em seguida realizada a secagem das amostras a 65°C em estufa de circulação de ar forçado até peso constante (aproximadamente 10 dias). Após a secagem as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willye, com peneira de 10 mesh, posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel p/ determinação de N, P e K.

As análises químicas para determinação do conteúdo mineral no tecido vegetal da palma forrageira, foram feitas no laboratório de Análise de Tecido Vegetal do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, Campus II CCA, de acordo com a metodologia adotada pelo boletim técnico nº 5 elaborado por (TEDESCO et al., 1995).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007), procedendo-se o desdobramento das interações segundo o grau de significância pelo teste F da análise de variância. Para os efeitos quantitativos (doses) os graus de liberdade foram desdobrados em componentes de regressão. Os efeitos qualitativos (calagem) foram testados pelo teste tukey (prob. ≤ 0,05).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUÇÃO

A produção de matéria fresca e matéria seca da palma forrageira submetida a doses de nitrogênio e potássio na presença e ausência de calcário, foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F. A fonte de variação calcário foi significativa a 1% de probabilidade no tocante a produção de matéria fresca e a 5% para matéria seca (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância da produção da matéria fresca e seca da palma forrageira submetida a doses de nitrogênio e potássio (TRAT) na presença e ausência de calcário (CALC).

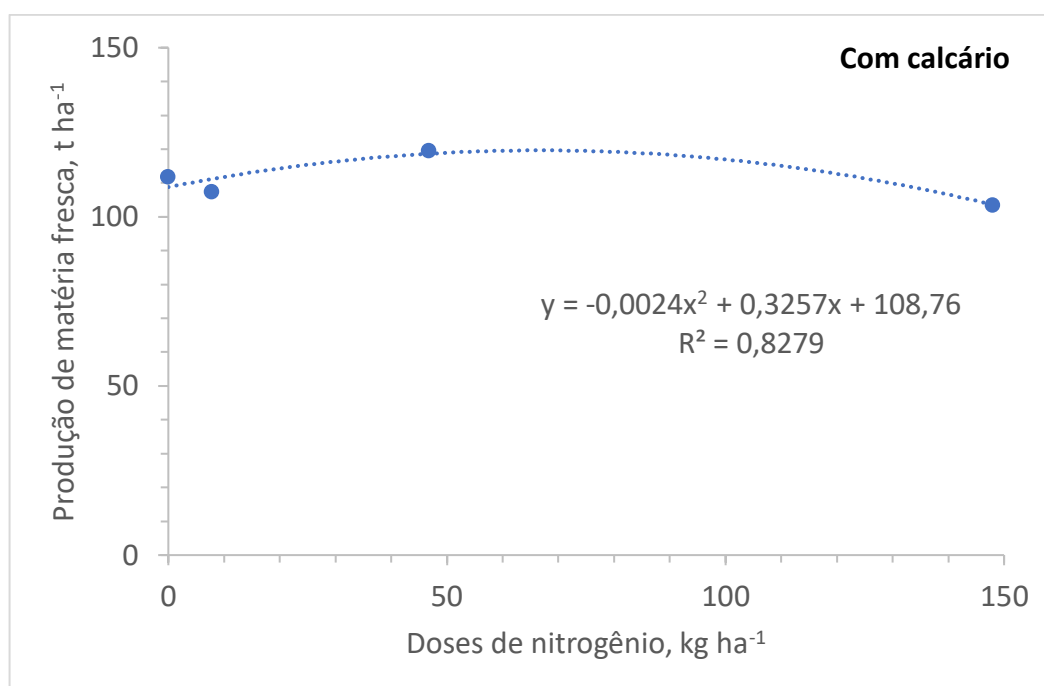
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		Matéria Fresca	Matéria Seca
Bloco	3	8840,471 **	83,808 **
TRAT	12	464,325	4,517
Erro "A"	36	432,607	3,091
CALC	1	5.550,485 **	22,798 *
TRAT x CALC	12	230,035	5,147
Resíduo	39	409,493	4,010
CV	(%)	18,55	21,57

**: Significativo a 1% pelo teste F. *: Significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: dados da pesquisa.

A produção de matéria fresca de palma forrageira, dos tratamentos com calcário, foi influenciada pelas doses de nitrogênio (Figura 4).

Figura 4. Produção de matéria fresca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.

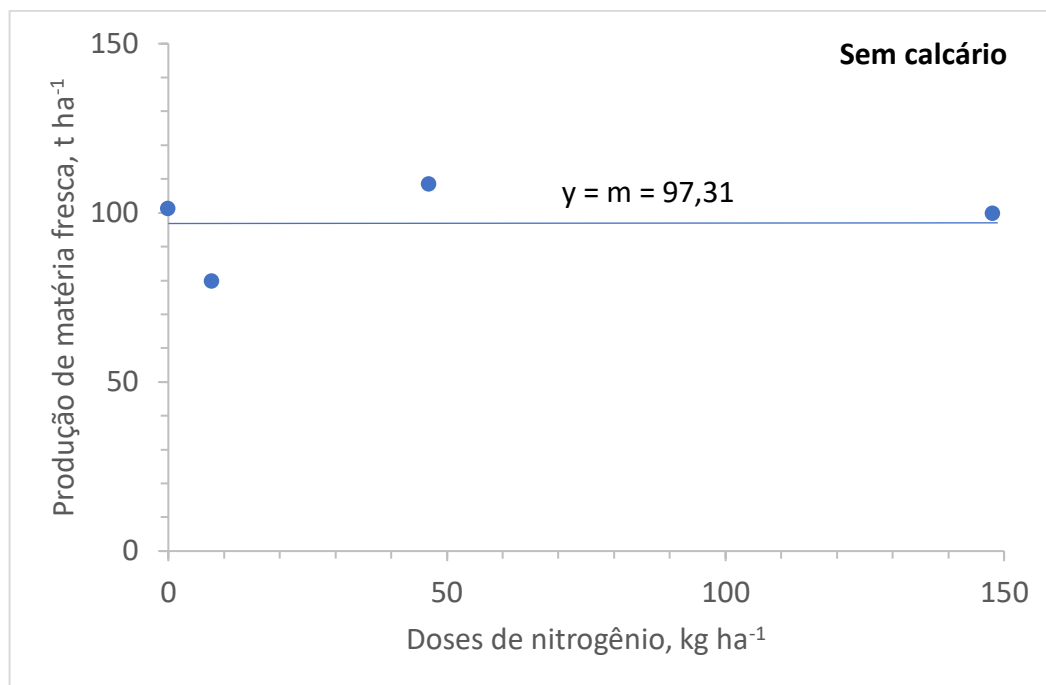


Fonte: dados da pesquisa.

Derivando a equação quadrática é possível encontrar a dose eficiente, a dose encontrada foi $67,85 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, essa é a menor dose através da qual é possível obter o valor máximo de produção.

A produção de matéria fresca de palma forrageira, dos tratamentos sem calcário, não foi influenciada pelas doses de nitrogênio (figura 5).

Figura 5. Produção de matéria fresca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.

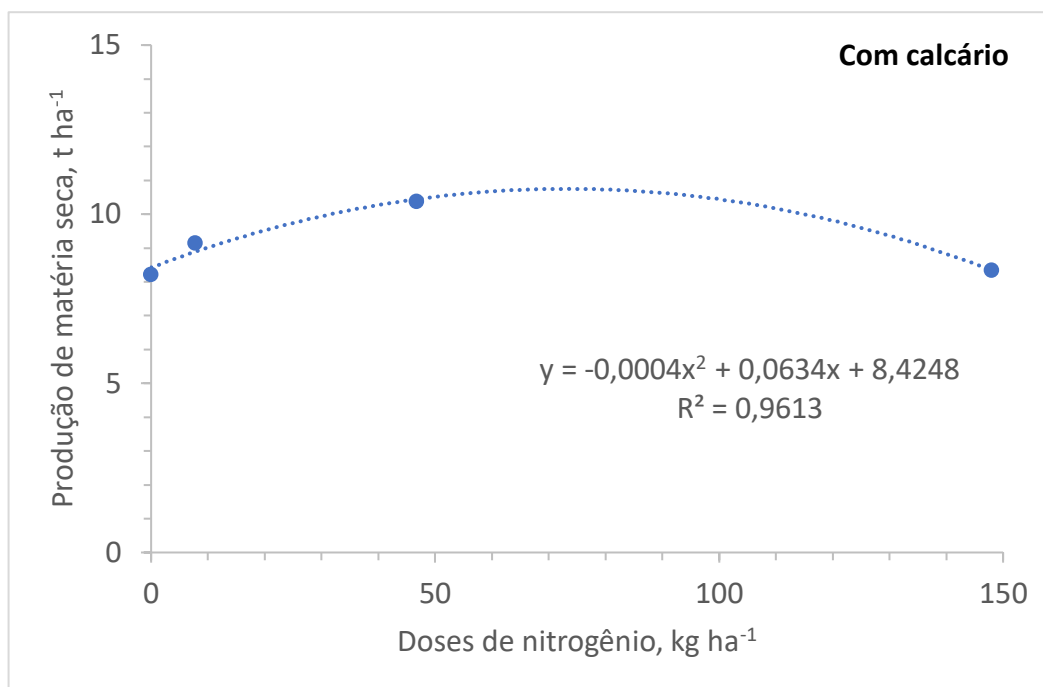


Fonte: dados da pesquisa.

As doses de nitrogênio não influenciaram a produção de palma na ausência do calcário, a produção média foi de $97,31 \text{ t ha}^{-1}$ obtida tanto através da menor dose quanto da maior, os pontos de produção acima ou abaixo da média fazem parte do erro experimental.

A produção de matéria seca de palma forrageira, dos tratamentos com calcário, foi influenciada pelas doses de nitrogênio (Figura 6).

Figura 6. Produção de matéria seca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.

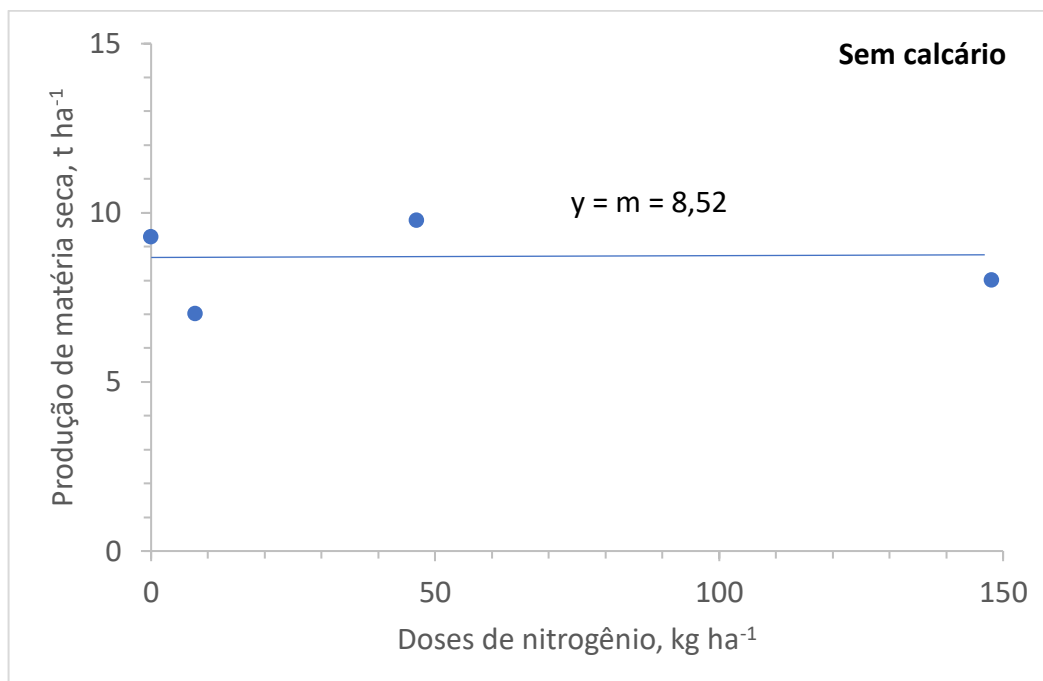


Fonte: dados da pesquisa.

A dose eficiente foi 79,25 kg ha⁻¹ de nitrogênio, ou seja, a menor dose que proporciona a máxima produção de matéria seca.

A produção de matéria seca não é influenciada na ausência do calcário (figura 7).

Figura 7. Produção de matéria seca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.



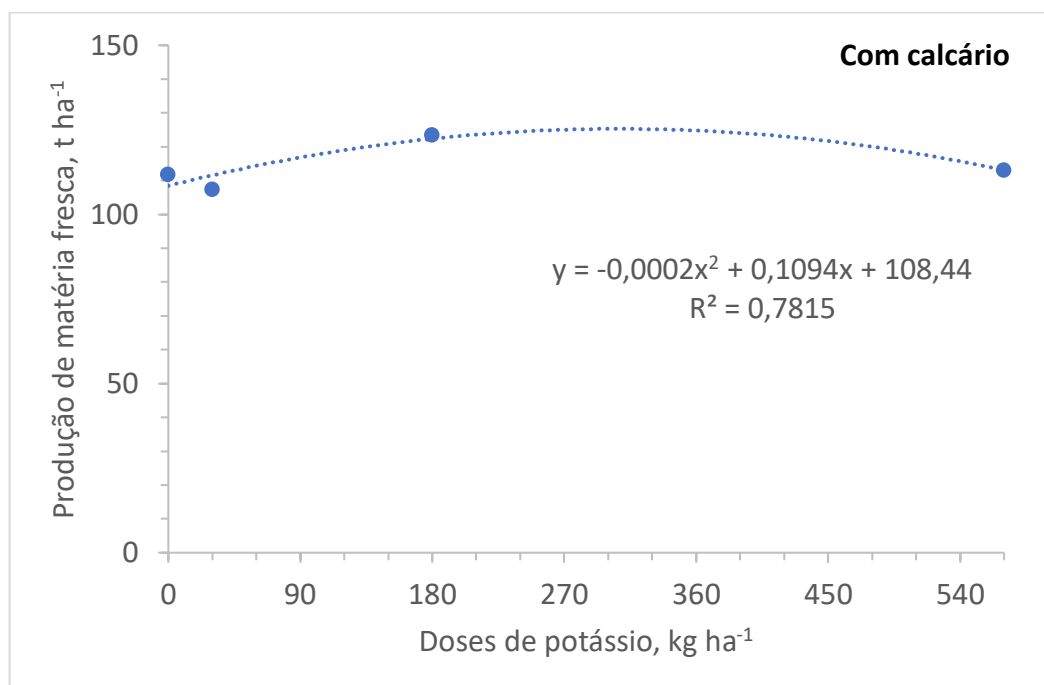
Fonte: dados da pesquisa.

O calcário eleva o potencial hidrogeniônico (pH) do solo a medida em que neutraliza o hidrogênio formando bicarbonato de cálcio, eleva a capacidade de troca de cátions (CTC), fornece cálcio e magnésio, implicando em maior disponibilidade de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Cunha et al. (2012), avaliando o desempenho produtivo da palma forrageira no município de Arapiraca – AL sob doses de adubação nitrogenada na forma de ureia, 0,00, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹, concluiu que o nitrogênio não influenciou a produção de matéria fresca ($P > 0,10$), onde os tratamentos com 0,00 e 300 kg de nitrogênio ha⁻¹ produziram 175 e 197 t de matéria fresca, respectivamente.

Sendo assim, a produção de matéria fresca de palma forrageira em função de doses de potássio na presença do calcário é significativa, ou seja, com o aumento das doses ela cresce até certo ponto depois começa a decair, é uma equação quadrática quando derivada encontra-se a dose econômica (Figura 8).

Figura 8. Produção de matéria fresca de palma forrageira em relação a doses de potássio.

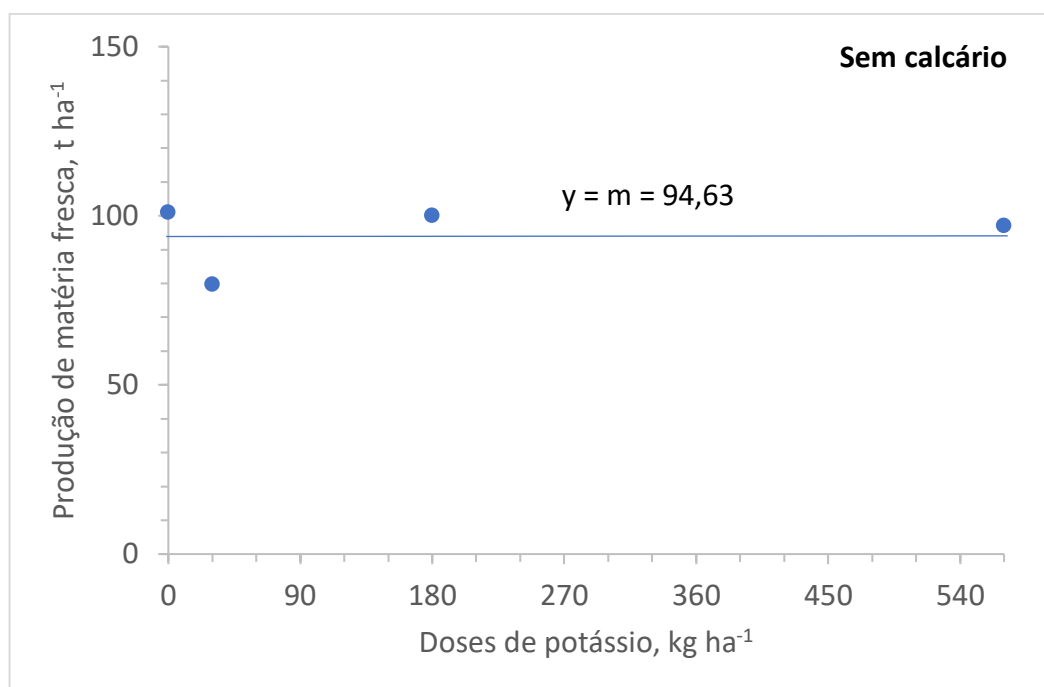


Fonte: dados da pesquisa.

Nesse caso a dose eficiente foi 273,5 kg ha⁻¹ de potássio, a partir desse ponto não é mais interessante elevar a dose pois a produção estabiliza e depois começa a cair.

Na ausência do calcário a produção de matéria fresca de palma forrageira não foi influenciada em função das doses de potássio, os pontos de produção acima e abaixo da média fazem parte do erro experimental (Figura 9).

Figura 9. Produção de matéria fresca de palma forrageira em função de doses de potássio.

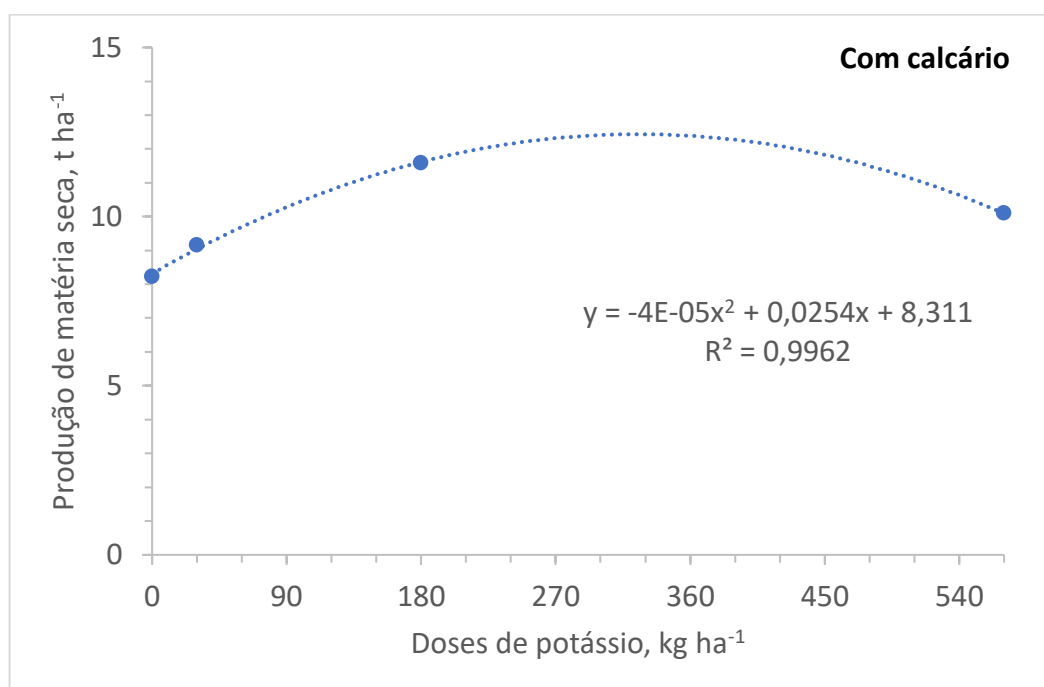


Fonte: dados da pesquisa.

A produção média de 94,63 t de matéria fresca por hectare foi obtida tanto na dose zero quanto na maior dose.

Na presença do calcário a produção de matéria seca foi influenciada pelas doses de potássio, sendo encontrada a dose eficiente a partir da derivação da equação (Figura 10).

Figura 10. Produção de matéria seca de palma em função de doses de adubação potássica.

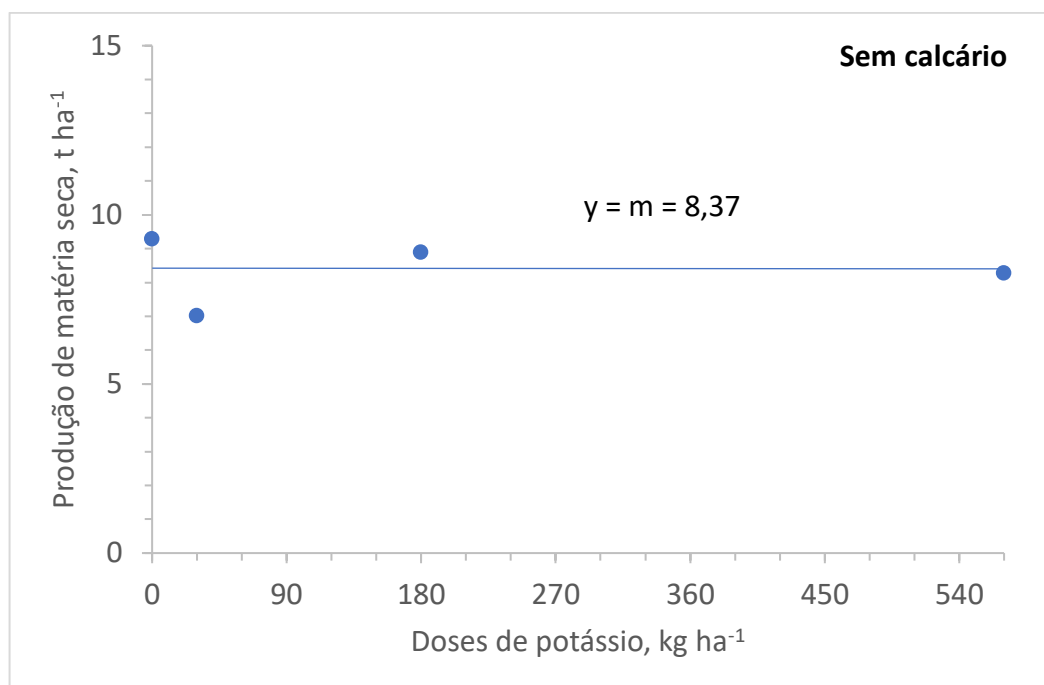


Fonte: dados da pesquisa.

A dose econômica encontrada foi de 254 kg ha^{-1} de potássio, a partir desse ponto não é mais interessante aumentar a dose pois a produção estabiliza e depois começa a cair.

Na ausência do calcário as doses de potássio não influenciaram a produção de matéria seca de palma, os pontos de produção acima e abaixo da média fazem parte do erro experimental (Figura 11).

Figura 11. Produção de matéria seca de palma forrageira em função de doses de potássio.



Fonte: dados da pesquisa.

Na ausência do calcário não foi interessante a adubação potássica, sendo a produção média de matéria seca obtida tanto na menor dose quanto na maior dose.

As plantas necessitam de uma certa quantidade de cada nutriente para sobreviverem, crescerem e se desenvolverem, após terem atingido o patamar adequado deste, mesmo que se aumente a oferta não haverá mais resposta, a partir deste ponto inicia-se a fase de consumo de luxo (AQUINO et al., 2013).

Dubeux et al. (2010), avaliando o crescimento da palma Clone IPA-201 sob diferentes doses de adubação fosfatada e potássica, observou que o potássio proporcionou efeito significativo ($P < 0,05$) na produção de matéria fresca.

A calagem proporcionou incremento na produção de matéria fresca e matéria seca de palma (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de matéria fresca de palma forrageira com (CC) e sem (SC) calagem.

Produção média de matéria fresca (t ha ⁻¹) de Palma forrageira	
Trat.	Produção
CC	116,3660 a
SC	101,7550 b
CV	18,55

Média seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

O calcário exerce efeito sobre as características químicas do solo, corrigindo o potencial hidrogeniônico (pH), fornecendo Cálcio e Magnésio, diminuindo ou eliminando os efeitos tóxicos do alumínio, manganês e ferro, aumentando a disponibilidade dos nutrientes no solo para as plantas (AQUINO et al., 2013).

Sendo assim, nos tratamentos em que houve a aplicação do calcário a produção de matéria fresca e matéria seca aumentou significativamente, pois o calcário melhorou os atributos químicos e físicos do solo tornando o ambiente mais favorável a microbiota e ao sistema radicular das plantas culminando em elevação da produção, resultado não observado nos tratamentos em que não houve a aplicação do calcário.

Portanto, a aplicação de calcário ao solo melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo, neutralizando a acidez, aumentando a disponibilidade de fósforo, fornecendo condições para o crescimento e desenvolvimento da microbiota do solo, que por sua vez contribuem para o desenvolvimento da plantas (VELOSO et al., 2020).

4.1.1 Teores de N, P e K na matéria seca da palma

O teor de N, P e K no tecido de palma foram influenciados pela adubação (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para os teores de N, P e K em g/kg de palma forrageira, submetida a doses de nitrogênio e potássio (TRAT) na presença e ausência de calcário (CALC).

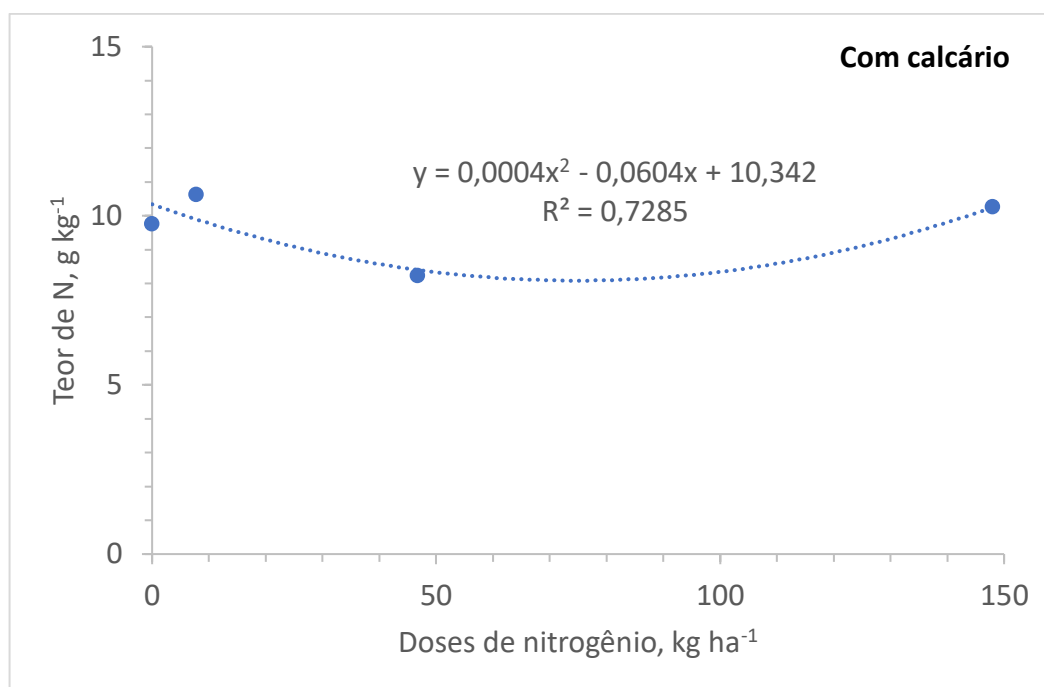
Fonte de variação	Quadrado Médio			
	GL	N	P	K
Bloco	3	10.08187	1.111796	2623.638**
TRAT	12	6.433827	2.121589	66.09324
Erro "A"	36	7.699767	1.147174	122.1278
CALC	1	0.904711	0.559777	24.46340
TRAT X CALC	12	2.022934	1.562499	100.1479
Resíduo	39	2.312851	1.052033	53.03563
CV	(%)	16.158	77.450	27.876

**: Significativo a 1% pelo teste F. *: Significativo a 5% pelo teste F.

Fonte: dados da pesquisa.

O teor de nitrogênio na matéria seca de palma forrageira foi influenciado pelas doses de nitrogênio nos tratamentos com calcário, ocorrendo efeito quadrático (Figura 12).

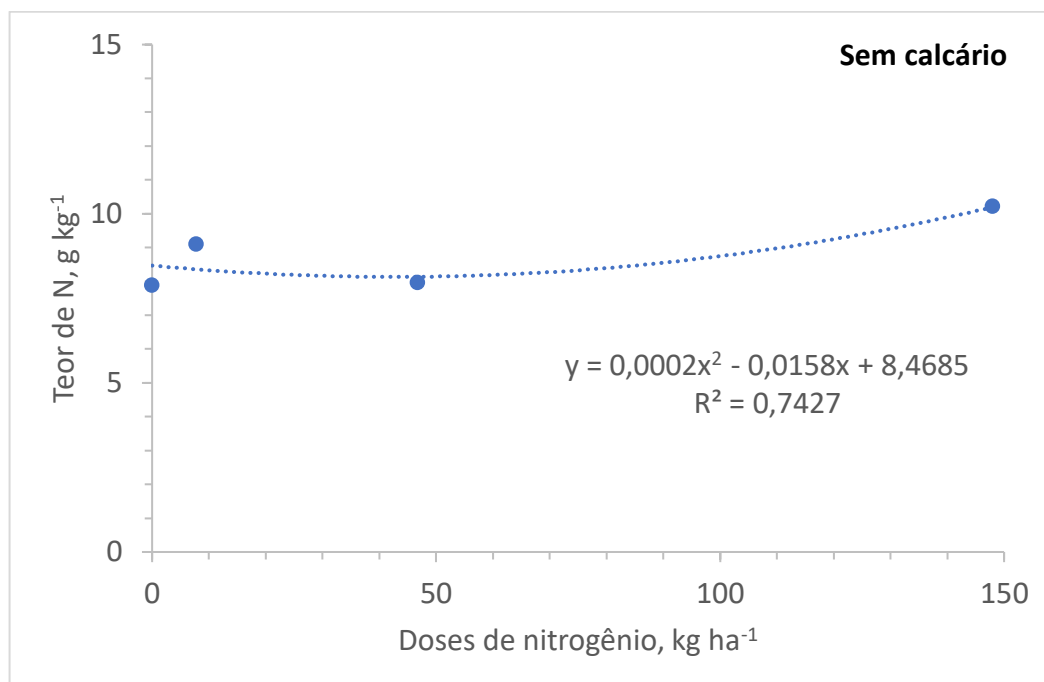
Figura 12. Teor de nitrogênio na matéria seca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa

Os tratamentos sem calcário também apresentaram efeito significativo em relação ao teor de nitrogênio na matéria seca de palma forrageira em função de doses de nitrogênio, diminuindo e logo em seguida aumentando o teor à medida em que aumenta a dose (Figura 13).

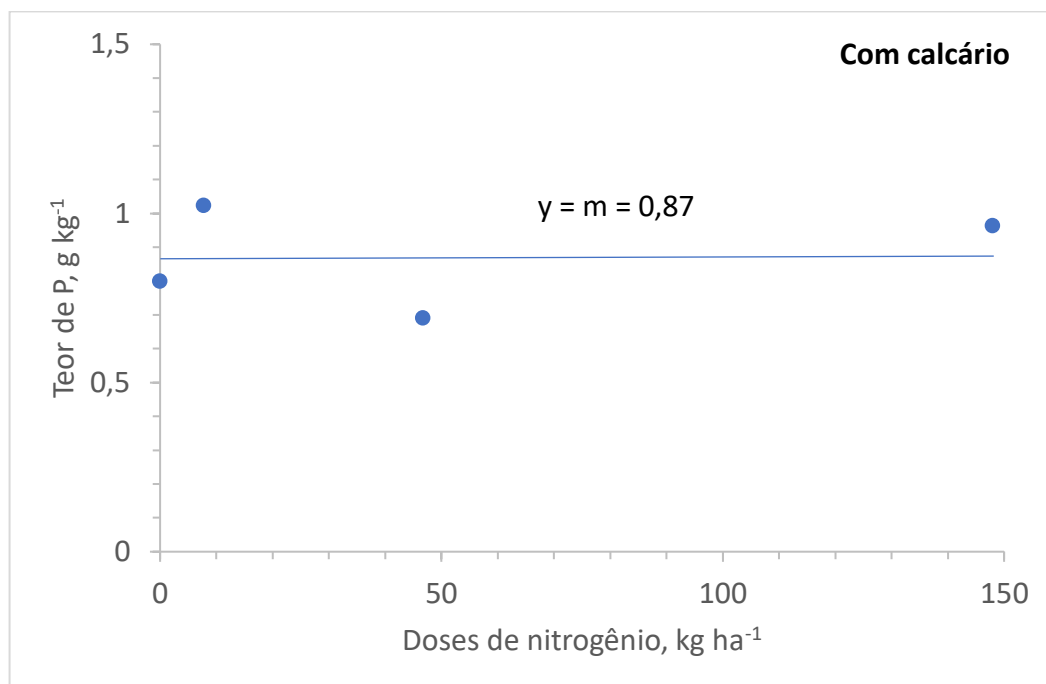
Figura 13. Nitrogênio na matéria seca de palma em função de doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

A quantidade de fósforo presente no tecido vegetal de palma forrageira nos tratamentos com calcário não foi influenciada em função das doses de nitrogênio, sendo o teor médio de 0,87 g kg encontrado tanto na menor quanto na maior dose (Figura 14).

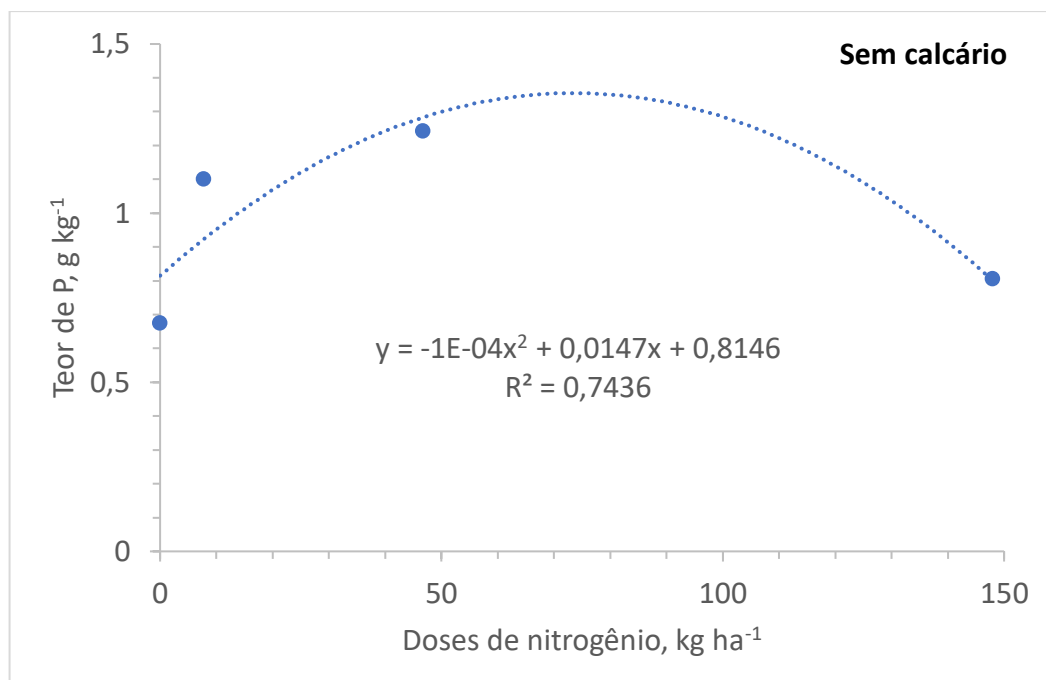
Figura 14. Quantidade de fósforo presente no tecido de palma forrageira sob doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

Em relação ao teor de fósforo dos tratamentos sem calcário o efeito foi quadrático, aumentando e sem seguida diminuindo com o aumento das doses (Figura 15).

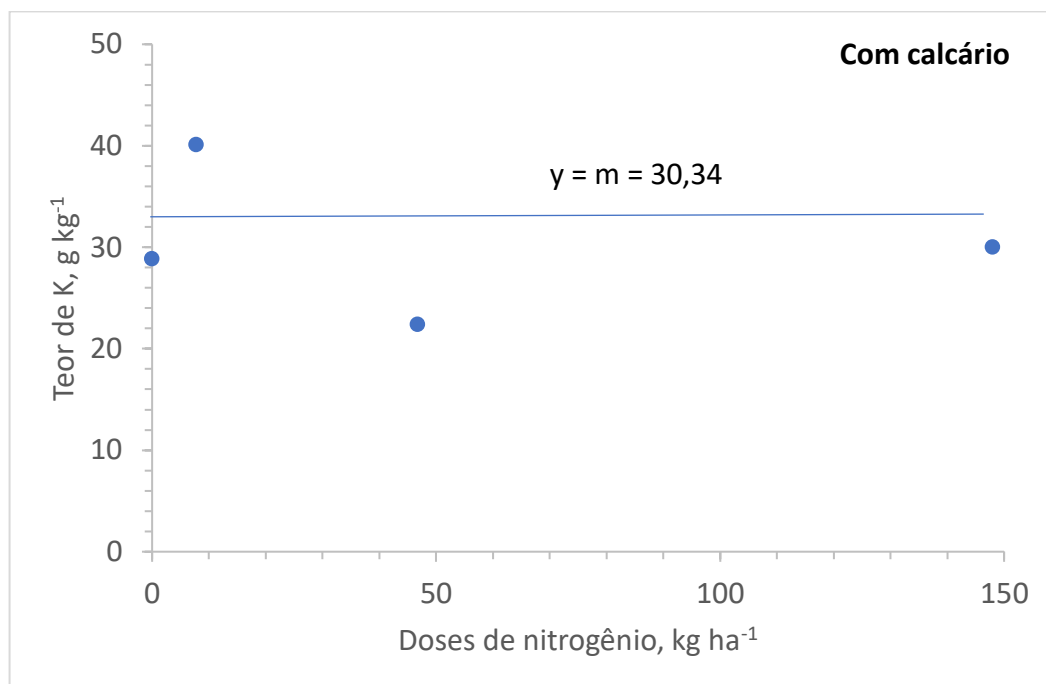
Figura 15. Variação do teor de fósforo no tecido de palma forrageira em função de doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

Para a quantidade de potássio presente em função das doses de nitrogênio o gráfico apresentou efeito não significativo, sendo encontrado uma média de 30,34 g kg de matéria seca (Figura 16).

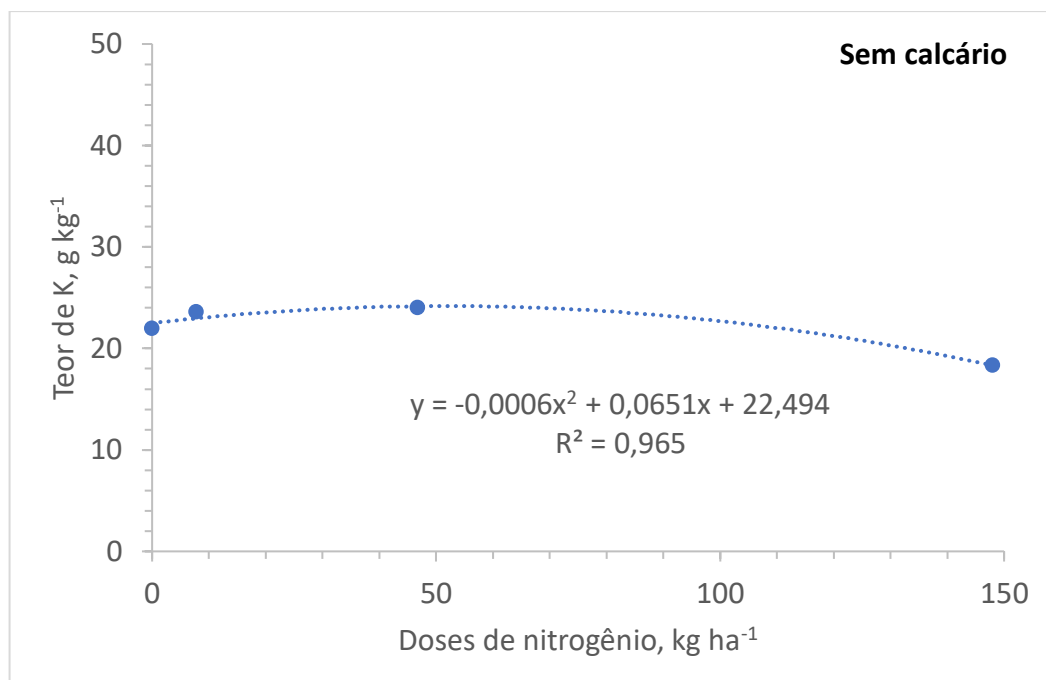
Figura 16. Quantidade de potássio presente na matéria seca da palma em função de doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

Porém a quantidade de potássio presente no tecido vegetal de palma dos tratamentos sem calcário foi significativa em função das doses de nitrogênio (Figura 17).

Figura 17. Quantidade de potássio presente no tecido de palma em função de doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

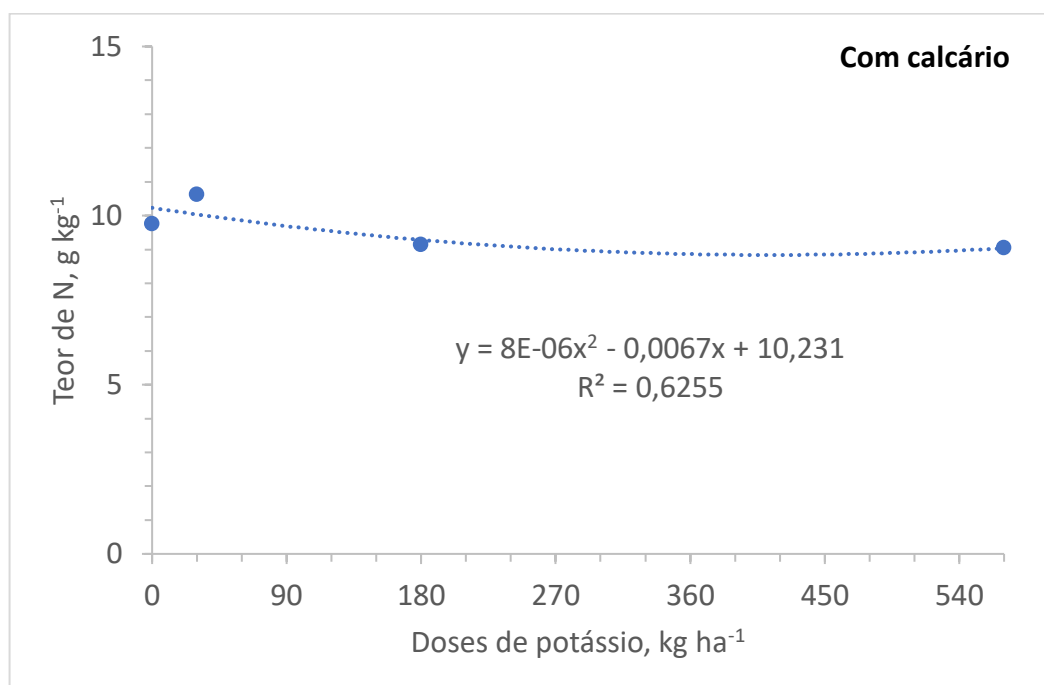
Silva (2019), avaliando a composição mineral de diferentes genótipos de palma forrageira, dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, encontrou uma média de $13,02 \text{ g kg}^{-1}$ de N na matéria seca de palma Orelha de Elefante Mexicana.

Silva et al. (2012) trabalhando com adubação nitrogenada, fosfatada e potássica com a cultura da palma, encontrou uma média de $24,4 \text{ g kg}^{-1}$ de K na massa seca de palma, colhida 390 dias após o plantio, em experimento implantado no Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, BA. Já Ferraz et al. avaliando a composição química da palma sob cultivo irrigado, encontrou uma média de $34,32 \text{ g kg}^{-1}$ de K na matéria seca.

Em experimento conduzido por Dubeux et al. (2010) com diferentes doses de adubação fosfatada e potássica na cultura da palma, em Recife – PE, foi encontrado uma média de $4,75 \text{ g kg}^{-1}$ de P na massa seca da palma.

O efeito da adubação potássica na quantidade de nitrogênio presente na matéria seca de palma dos tratamentos com calcário foi quadrático, ou seja, variou em função das doses (Figura 18).

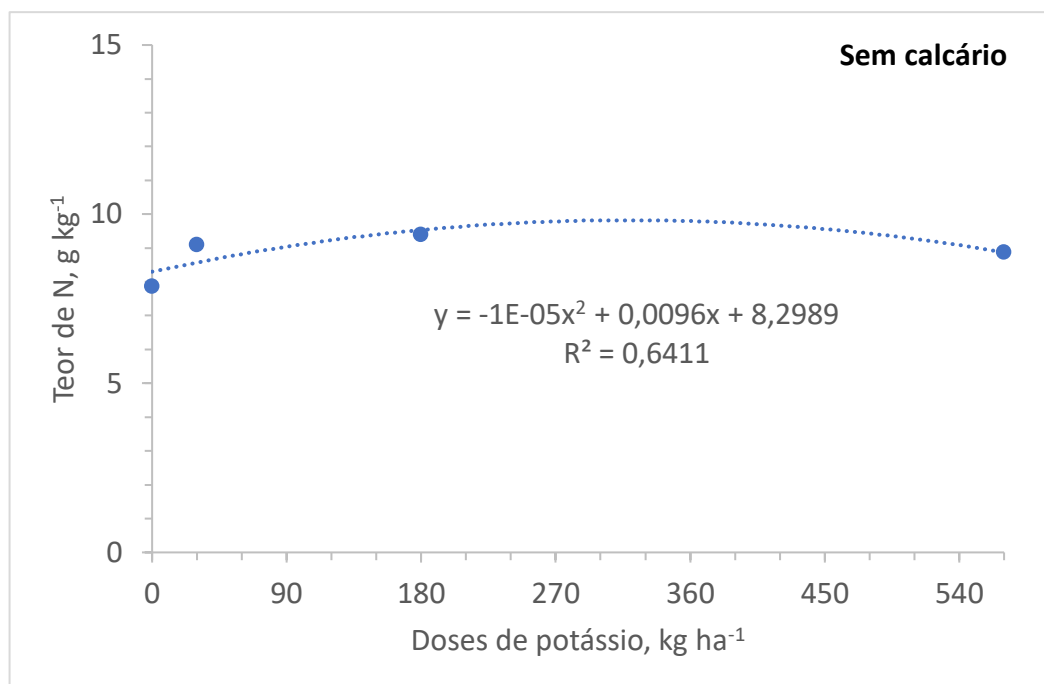
Figura 18. Quantidade de nitrogênio presente no tecido vegetal de palma em resposta a adubação potássica.



Fonte: dados da pesquisa.

Nos tratamentos sem calcário o efeito das doses de potássio no teor de nitrogênio presente no tecido vegetal de palma forrageira também foi quadrático, influenciando a quantidade presente à medida em que aumenta a dose (Figura 19).

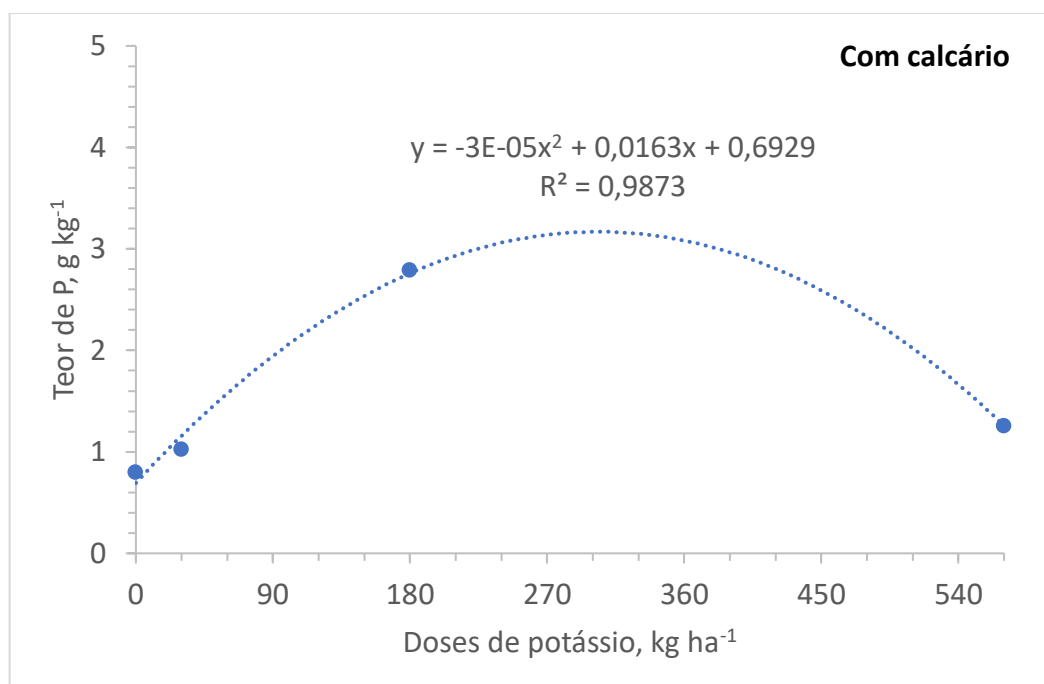
Figura 19. Teor de nitrogênio no tecido vegetal de palma forrageira em resposta a doses de adubação potássica.



Fonte: dados da pesquisa.

As doses de adubação potássica influenciaram a quantidade de fósforo presente no tecido vegetal de palma forrageira dos tratamentos com calcário, o efeito foi quadrático, ou seja, variou para mais ou para menos em função das doses (Figura 20).

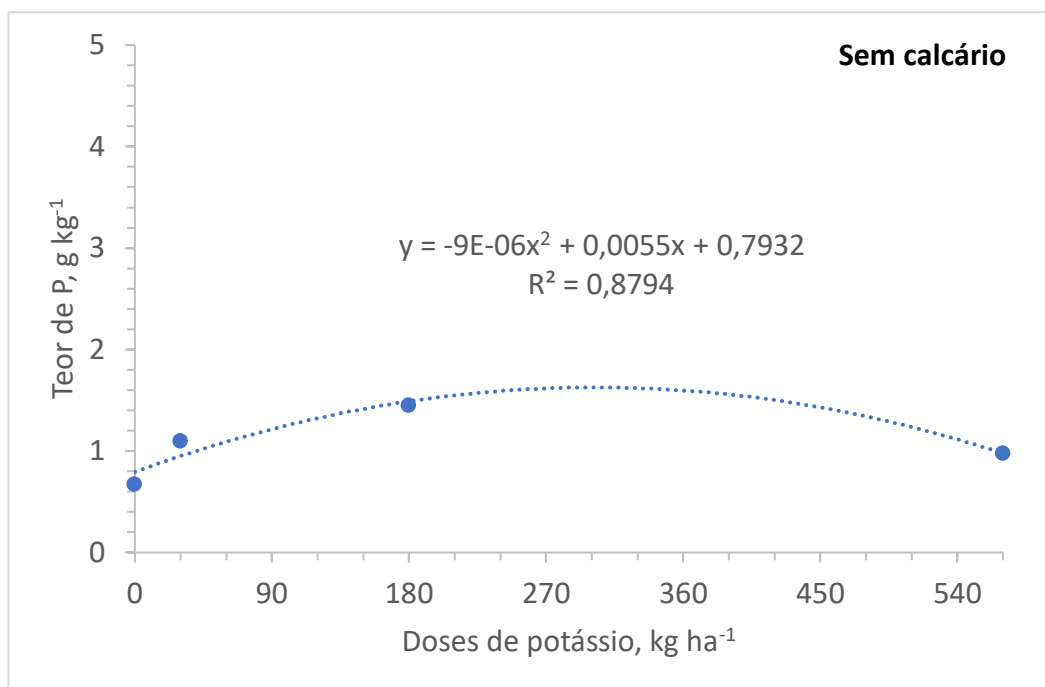
Figura 20. Quantidade de fósforo no tecido de palma em resposta as doses de potássio.



Fonte: dados da pesquisa.

As doses de potássio também influenciaram a quantidade de fósforo no tecido de palma dos tratamentos sem calcário (Figura 21).

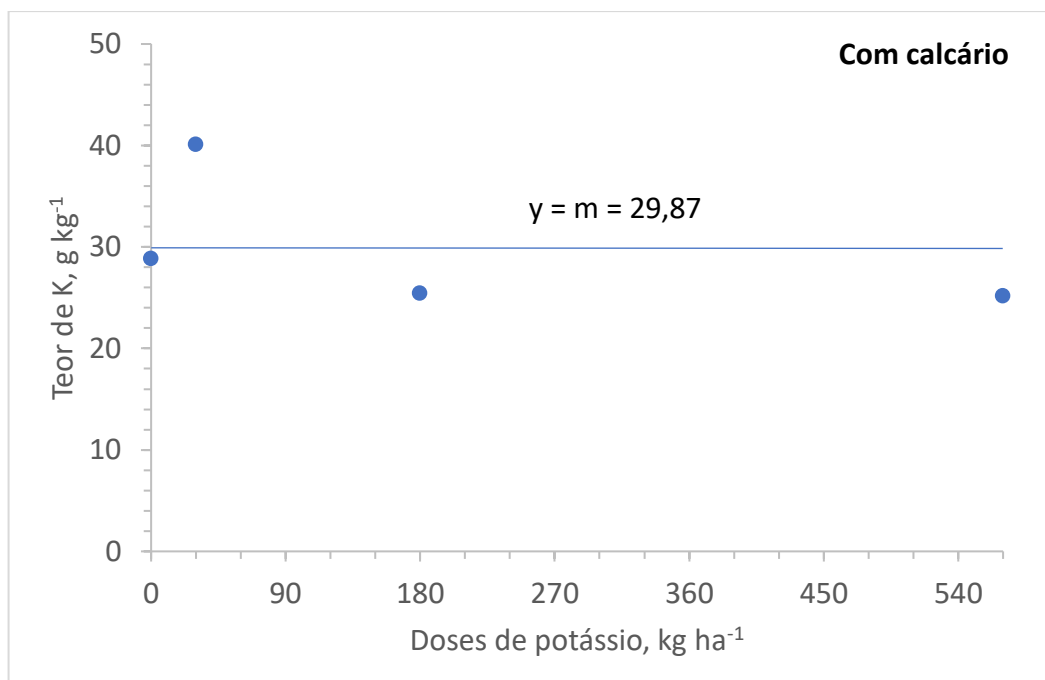
Figura 21. Quantidade de fósforo no tecido vegetal de palma em resposta a doses de nitrogênio.



Fonte: dados da pesquisa.

Já a quantidade de potássio presente na matéria seca de palma forrageira dos tratamentos com calcário não foi influenciada pelas doses de potássio, onde a média encontrada foi de 29,87 g kg de matéria seca (Figura 22).

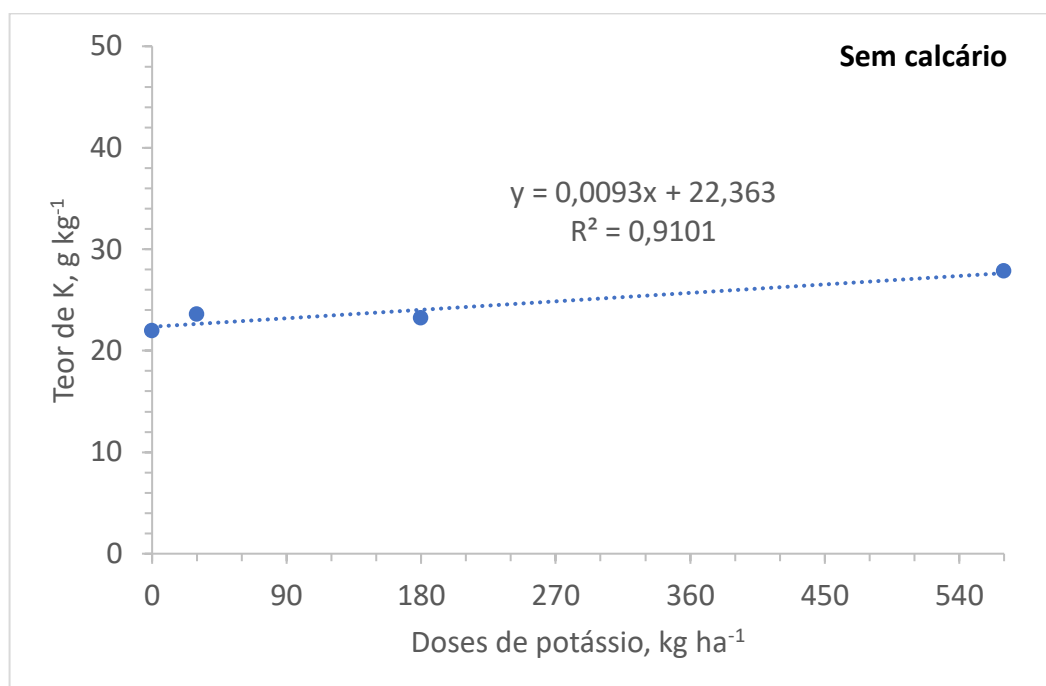
Figura 22. Teor de potássio na matéria seca em função das doses de potássio.



Fonte: dados da pesquisa.

No entanto a quantidade de potássio presente no tecido vegetal de palma forrageira dos tratamentos sem calcário foi influenciada pelas doses de potássio, à medida em que aumenta a dose aumenta o teor de potássio (Figura 23).

Figura 23. Teor de potássio na matéria seca de palma forrageira em resposta a doses de potássio.



Fonte: dados da pesquisa.

Silva et al. (2012), estudando a composição química de palma forrageira, encontrou uma média de 12,5 g kg⁻¹ de N na massa seca da palma.

Contudo, Silva (2019) avaliando a composição mineral de diferentes genótipos de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana; Orelha de Elefante Africana; F-08; V-19; Miúda; F-21; IPA-Sertânia), encontrou na Orelha de Elefante Mexicana uma média de 28,20 g kg⁻¹ de K. Os valores encontrados na literatura à cerca do teor de K no tecido vegetal da palma forrageira, estão de acordo com os encontrados nesse trabalho.

Silva (2019), estudando a composição mineral de genótipos de palma forrageira, encontrou uma média de 4,83g kg de P na matéria seca da espécie orelha de elefante mexicana.

É importante destacar que o percentual de matéria fresca e matéria seca encontrado neste trabalho, foi de 92% e 8%, respectivamente. Tomando em consideração uma produção média de 116,366 t ha⁻¹ de matéria fresca dos tratamentos com calcário, com 8% de matéria seca, ou seja, 9,309 t ha⁻¹, e teores médios de N, P e K, de 0,91%, 0,10% e 3,20%, respectivamente, teremos uma extração de nutrientes pela palma de 84,71 kg ha⁻¹ de N, 9,30 kg ha⁻¹ de P e 297,88 kg ha⁻¹ de K.

Se tomarmos em considerações uma produção média de $101,755 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria fresca dos tratamentos sem calcário, com 8% de matéria seca, ou seja, $8,140 \text{ t ha}^{-1}$, e teores médios de N, P e K, de 0,95%, 0,12% e 2,94%, respectivamente, a palma extrai cerca de $77,33 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, $9,76 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, e $239,31 \text{ kg ha}^{-1}$ de K.

5 CONCLUSÕES

A produção de matéria fresca e matéria seca aumentou em função das diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica, na presença do calcário.

A produção de matéria fresca foi incrementada em 12,55% pela aplicação de calcário.

Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio foram influenciados pelas doses de adubação.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. M.; PORTZ, A.; CARVALHO, A. O. et al. **Introdução à agronomia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 2013.
- ARAUJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, H. C. **Palma forrageira: plantio e manejo**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2019.
- ARAÚJO, A. M. **Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) no estado da paraíba**. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, 2009.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAUJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C. **Palma Forrageira: plantio e manejo**. 2. ed. Campina Grande: 2023.
- ANTONIASSI, R.; WILHELM, A. E.; FREITAS, S. C. et al. **Composição química e perfil de ácidos graxos de cultivares de palma forrageira em comparação a outros alimentos utilizados na dieta de ruminantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2020.
- CIRINO, B. J.; LEITE, M. L. M. V.; SILVA, F. E. et al. Crescimento inicial de clones de palma forrageira submetidos a níveis de adubação potássica. **Ciência Animal Brasileira**, Serra Talhada, v. 22, 2022.
- CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S. I.], v. 13, 2012.
- CHAGAS, M. C. M.; SILVA, E. C. S.; NASCIMENTO, S. M. et al. **Cochonilha do carmim na palma forrageira: conheça a praga e as estratégias de controle**. Natal: Emparn, 2018.
- CHAGAS, M. C. M.; SILVA, E. C. S.; NASCIMENTO, S. M. et al. **Cochonilha de escama na palma forrageira: aspectos biológicos e estratégias de manejo**. Natal: Emparn, 2018.
- CRUZ, P. G.; CAVALCANTE, A. C.; SANTOS, P. M. Palma Forrageira: Alternativa para estacionalidade de produção de forragem no semiárido brasileiro. **MILKPOINT: O ponto de encontro da cadeia produtiva de leite**, [s. I.], jul. 2009.
- DUBEUX JR., J. C. B.; ARAÚJO, F. J. T.; SANTOS, M. V. F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Agrária**, [S. I.], v. 5, 2010.
- FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C. et al. **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015.
- INSA. **O Semiárido Brasileiro**. [S. I.]: Instituto Nacional do Semiárido, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro/o-semiarido-brasileiro>. Acesso em: 30 jul. 2023.

- JUNIOR, J. G. B. G.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: Cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, [S. l], v. 8, n. 2, 2014.
- LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, 2014.
- MOREIRA, J. N.; CORREIA, R. C.; BRANDAO, W. N. **Cultivo da palma no semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.
- PINTO, L. A.; PINTO, A. A.; TAVARES, M. S. et al. Palma forrageira na presença ou ausência de nitrogênio e adubação fosfatada. **MAGISTRA**, Cruz das Alma – BA, v. 31, 2020.
- SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FERRAZ, A. P. F. et al. **Palma Forrageira: Potencial e perspectivas**. 2. ed. Recife: Suprema Gráfica, Editora Ltda, 2022.
- SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2012.
- SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R. Composição mineral em cladódios de palma sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, PE, v. 7, jun. 2012.
- SILVA, J. G. M.; RÊGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C. et al. Características morfológicas e produção de matéria seca da palma forrageira cv. Gigante adensada submetida a adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém – PA. **Anais...** Belém: Repositório Alice Embrapa, 2011.
- SILVA, D. D. **Composição mineral e bromatológica de genótipos de palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* em diferentes estádios fenológicos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.
- SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIIL, L. H. P. Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: AS, I. B.; SILVA, P. C. G. **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 1, p. 18-48.
- VOLTOLINI, T. V.; OLIVEIRA, A. R.; SALVIANO, A. M. et al. **Sistema de produção da palma-forrageira para o estado da paraíba**. [S. l.]: Embrapa, 2022.
- VELOSO, C. A. C.; BOTELHO, S. M.; RODRIGUES, J. E. L. F. et al. Correção da acidez do solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 121-131.