Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

CRESCIMENTO INICIAL DA PIMENTEIRA-DO-REINO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NPK EM AMBIENTE AMAZÔNICO

INITIAL GROWTH OF BLACK PEPPER UNDER DIFFERENT NPK FERTILIZATION DOSES IN THE AMAZONIAN ENVIRONMENT

Vandreia Medeiros Nogueira
Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: vandreiamedeiros@gmail.com

Jefferson dos Santos Martins
Mestre em Agronomia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: jsmartins@ufpa.br

Samilly Lunara Moraes Ferreira
Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: samillylunara@gmail.com

Tatiane Farias de Almeida
Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: tatiane.ufpa23@gmail.com

Rafael Coelho Ribeiro
Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: rribeiro@ufpa.br

Mariana Casari Parreira
Doutora em agronomia, Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente (IITAA), Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal.
E-mail: mariana.c.parreira@uac.pt

Evaldo Morais da Silva
Mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: evaldomorais@ufpa.br

Recebido: 01/05/2025 – Aceito: 21/05/2025

Resumo

A pimenteira-do-reino é uma planta que apresenta grande importância econômica, principalmente nos estados do Pará e Espirito Santo, sendo o Brasil um dos maiores países produtores de pimenta-do-reino à nível mundial. Na região de Baião, no Pará, a pipericultura é a principal fonte de renda dos agricultores. Em razão dos poucos estudos relacionados às demandas nutricionais e hídrica para o crescimento inicial da pimenteira-do-reino, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de NPK no desenvolvimento inicial da pimenteira-do-reino sob dois regimes hídricos no solo: excesso e déficit. Para tanto, um experimento foi conduzido em Baião-PA, utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com tratamentos formados a partir de quatro doses crescentes de adubação NPK (T01 = 50%, T02 = 75%, T03 = 100% e T04 = 150%). Foram analisados os seguintes parâmetros morfológicos: altura de planta, diâmetro do caule e características de desenvolvimento de ramos ortotrópicos (número, comprimento e diâmetro). Os resultados indicaram que, no excesso hídrico, doses moderadas a

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

altas de NPK favoreceram o crescimento em altura, diâmetro do caule e diâmetro do ramo, embora o maior comprimento de ramos ortotrópicos tenha ocorrido com a menor dose aplicada. Sob condições de déficit hídrico, a menor dose de NPK resultou em maiores alturas e diâmetro do caule, enquanto doses elevadas promoveram aumento no comprimento e diâmetro dos ramos ortotrópicos. Assim, concluiu-se que em condições de excesso de água no solo, há incrementos na altura de plantas e nos diâmetros do caule e de ramos ortotrópicos com doses elevadas de fertilizantes NPK na cultura da pimenteira-do-reino. Já o uso de doses baixas, em períodos de déficit hídrico, condiciona melhores características morfológicas iniciais às plantas, enquanto doses elevadas contribuem para o melhor desenvolvimento de ramos ortotrópicos.
Palavras-chave: *Piper nigrum* L.; pipericultura; balanço hídrico; nutrição de plantas.

Abstract

Black pepper is a plant of great economic importance, especially in the states of Pará and Espirito Santo, with Brazil being one of the largest black pepper producing countries in the world. In the Baião region of Pará, pepper growing is the main source of income for farmers. Due to the few studies related to the nutritional and water demands for the initial growth of black pepper, the objective of this study was to evaluate the effect of different doses of NPK on the initial development of black pepper under two soil water regimes: excess and deficit. For this purpose, an experiment was conducted in Baião-PA, using a randomized block design (RBD), with treatments formed from four increasing doses of NPK fertilizer (T01 = 50%, T02 = 75%, T03 = 100% and T04 = 150%). The following morphological parameters were analyzed: plant height, stem diameter and development characteristics of orthotropic branches (number, length and diameter). The results indicated that, in excess water, moderate to high doses of NPK favored growth in height, stem diameter and branch diameter, although the greatest length of orthotropic branches occurred with the lowest dose applied. Under water deficit conditions, the lowest dose of NPK resulted in greater heights and stem diameter, while high doses promoted an increase in the length and diameter of orthotropic branches. Thus, it was concluded that in conditions of excess water in the soil, there are increases in plant height and in the diameters of the stem and orthotropic branches with high doses of NPK fertilizers in the black pepper crop. On the other hand, the use of low doses, in periods of water deficit, conditions better initial morphological characteristics to the plants, while high doses contribute to the better development of orthotropic branches.
Keywords: *Piper nigrum* L.; pipericulture; water balance; plant nutrition.

1. Introdução

A pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) pertencente ao gênero *Piper*, classe das Dicotiledôneas, ordem Piperales e família Piperácea. É uma espécie perene, trepadeira e semi-lenhosa, com sistema radicular composto por 10 a 20 raízes adventícias na base do caule, que podem penetrar até 2 metros de profundidade para captar umidade em períodos de seca. As folhas são alternadas, possuem pecíolo e são simples. Os frutos são drupas pequenas e avermelhadas quando maduras, contendo sementes com endosperma esbranquiçado. A maturação

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

ocorre de acordo com a região, em períodos específicos ao longo do ano (RODRIGUES et al., 2022).

O Brasil está entre os principais produtores mundiais de pimenta-do-reino, concentrando-se nos estados do Pará e Espírito Santo os maiores índices de produção da cultura. A produção brasileira se destina tanto ao mercado interno quanto à exportação, consolidando a pipericultura como um importante componente da balança comercial agrícola nacional, devido à alta demanda mundial pelos frutos que são utilizados para diversas finalidades nas indústrias de fármacos e alimentícia, como condimentos e agente conservante (QUEIROGA et al., 2023).

Nos últimos anos, a produtividade da cultura da pimenteira-do-reino tem aumentado em razão da adoção de técnicas de manejo mais eficientes pelos pipericultores nacionais, empregando aos cultivos materiais genéticos de melhor qualidade fitossanitária sob condições irrigadas, garantindo melhor qualidade, sustentabilidade e maior volume de produção (RORIGUES & LEMOS, 2019). Apesar da relevância, a pipericultura paraense enfrenta desafios relacionados à logística, infraestrutura e assistência técnica, limitando o aumento da produtividade de frutos e demostrando a necessidade de maiores investimentos em estudos relacionados a indicadores agronômicos que viabilizem o crescimento da cultura no Estado (SILVA JÚNIOR et al.,2022).

Nesse sentido, a morfologia vegetal estuda as formas e as estruturas externas dos vegetais em suas diferentes fases fenológicas (vegetativa ou reprodutiva). Em condições de crescimento vegetativo inicial, essas características são essenciais para a identificação das diversas espécies de plantas, o que torna a morfologia de suma importância para a classificação e organização dos vegetais na taxonomia (LEMOS & CHAVES, 2022). A pimenteira-do-reino, possui caule formado por duas partes, isto é, na haste central, ou ramo ortotrópico, desenvolvem-se raízes adventícias em forma de grampos nos nós, permitindo que a planta se fixe ao suporte (tutor), enquanto as hastes laterais, chamadas ramos plagiotrópicos, não possuem raízes aderentes e são responsáveis pela produção de flores e frutos (EMBRAPA, 2004).

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Em termos edáficos, a cultura da pimenteira-do-reino requer solos de textura média, profundos e bem drenados para o seu pleno desenvolvimento. As pimenteiras apresentam melhor crescimento sob condições de pH levemente ácido, favorecendo a sua absorção de nutrientes (BAENA & RODRIGUES, 2004). As condições climáticas para o desenvolvimento e crescimento da cultura devem ser de característica quente e úmido, com chuvas anuais entre 1.500 e 3.000 mm, bem distribuídas ao longo do ano. A umidade do ar ideal está entre 80% e 88%, com temperatura média entre 23 °C e 28 °C e fotoperíodo superior a 2.000 horas de sol por ano (DUARTE et al,.2006).

De maneira geral, os vegetais necessitam de nutrientes essenciais para completarem o seu ciclo de desenvolvimento (FERREIRA et al,.2020). O nitrogênio é um nutriente fundamental para o metabolismo das plantas, uma vez que, os aminoácidos produzidos a partir dele ajudam a regular o crescimento, contribuindo para a formação de folhas, galhos e raízes (CRAVO et al., 2020). Já o potássio participa de processos importantes no desenvolvimento dos vegetais, sendo o segundo nutriente mais importante para os mesmos. Embora o fósforo favoreça o crescimento das plantas, sua disponibilidade às plantas é geralmente baixa (retenção de fósforo), devido ao processo natural de intemperização do solo (EMBRAPA, 2020).

O excesso de chuvas influencia diretamente as condições de umidade do solo, devido a saturação de água nos macroporos que reduz a oxigenação e prejudica a respiração das raízes, comprometendo a absorção de nutrientes essenciais para o desenvolvimento e crescimento das plantas (EMBRAPA, 2006). Por outro lado, a deficiência hídrica também interfere na absorção de nutrientes. Como a água é um solvente fundamental na dissolução e transporte de nutrientes minerais no solo, sua escassez dificulta esse processo, limitando a nutrição da planta e comprometendo seu crescimento inicial (BIANCHI et al., 2016).

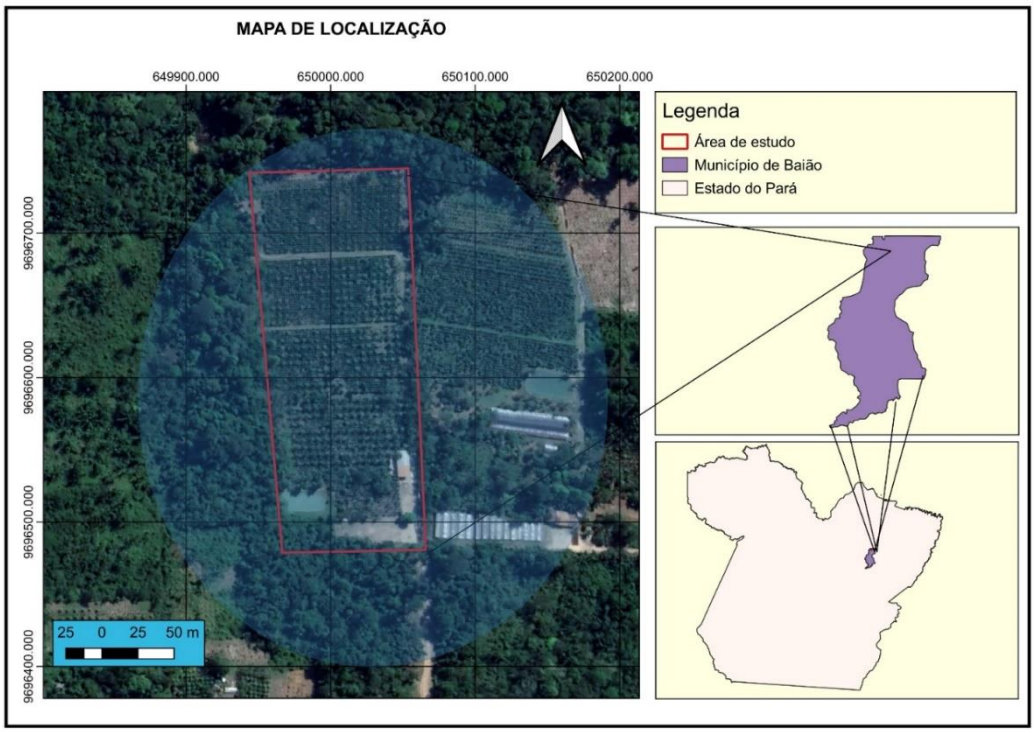
Neste sentido, objetivou-se com a condução deste trabalho verificar, por meio de características morfológicas, os efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento inicial da pimenteira-do-reino cultivada sob regime hídrico na Amazônia oriental.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

2. Metodologia

O experimento foi conduzido *in situ*, durante o período de dezembro de 2022 a dezembro de 2023 em uma propriedade rural do quilombo Igarapézinho, localizada no município de Baião (latitude 02º47'26" sul e longitude 49º40'18" oeste), no estado do Pará (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da área experimental no município de Baião-PA.

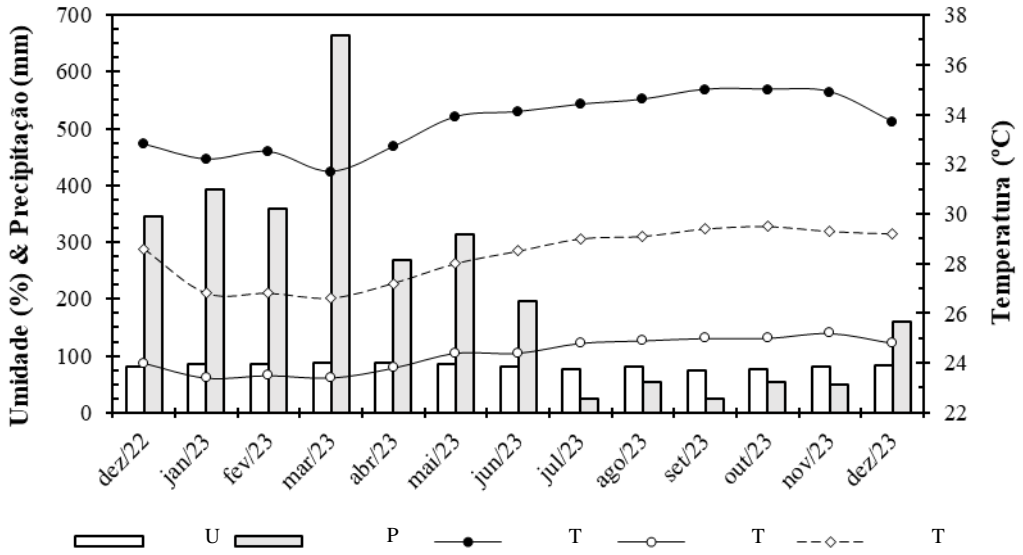


Fonte: Google Earth (2024).
Elaboração: A autora (2025).

Segundo a classificação climática de Koppen, o município de realização do estudo possui características climáticas do tipo Af (tropical úmido). As variações climatológicas durante o período de condução do experimento, foram estimadas pelo método de interpolação de variáveis meteorológicas (IDW – inverso do quadrado da distância), a partir das observações registradas pelas estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, uma vez que, não há estação meteorológica no município de estudo.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 2. Precipitação pluvial (PREC) acumulada e médias mensais de temperaturas (máxima – $T_{Máx}$, mínima – $T_{Mín}$ e média – $T_{Méd}$) e umidade relativa (UR) estimadas para o período experimental no município de Baião-PA



Fonte: INMET (2024).
Elaboração: A autora (2025).

Para determinação dos atributos físicos e químicos do solo utilizado para o cultivo das pimenteiras-do-reino, foram realizadas coletas simples na camada 0-20 cm e a amostra composta foi enviada ao Laboratório de Solo da EMBRAPA Amazônia Oriental para realização das análises. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo da área experimental

Propriedades químicas												
Prof.	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	H+Al	CTC	Saturação	
(cm)	(H_2O)	(g kg^{-1})	-----(mg dm^{-3})-----			----------(cmol$_c$ dm^{-3})----------					Base (V%)	Al (m%)
0-20	4,74	20,89	5,03	94,91	15,60	1,31	1,93	0,35	8,33	10,57	21,21	13,51
Propriedades físicas												
Prof.	Granulometria											
	Areia				Silte			Argila				
	Grossa		Fina									
(cm)	----------(g kg^{-1})----------											

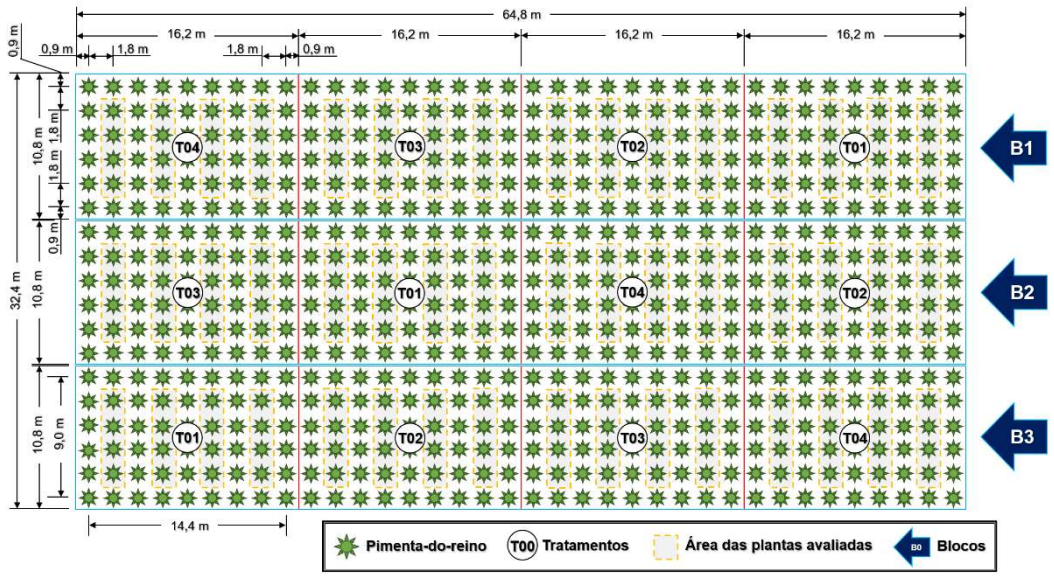
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

0-20	447	225	148	180

Fonte: EMBRAPA Amazônia Oriental (2022).
Elaboração: A autora (2025).

Após o preparo do solo da área (0,2 ha) destinada à implantação do experimento, foram instaladas estacas de madeira (tutor morto) para o tutoramento das plantas, em fileira simples com espaçamento de 1,8 m x 1,8 m (648 plantas), em conformidade com as dimensões de plantio adotadas pelos pipericultores locais. Cada parcela experimental (174,96 m^2) abrigou um total de 54 pimenteiras-do-reino. A parcela útil (12,96 m^2) foi constituída por quatro plantas centrais (16 pimenteiras avaliadas por parcela), sendo descartadas das avaliações as plantas cultivadas nas laterais de cada parcela experimental (bordaduras), totalizando 192 plantas avaliadas (Figura 3).

Figura 3. Esquema geral das parcelas experimentais utilizadas no estudo *in situ*, sem escala



Fonte: A autora (2025).

A variedade utilizada no experimento foi a Bragantina, conhecida como Panniyur e também denominada popularmente na região por “olho branco”. É originada da Índia, apresenta folhas largas, em forma de coração, com espigas longas e frutos graúdos (POLTRONIERI & LEMOS, 2014). As mudas foram obtidas através do método de estaquia, a partir de plantas matrizes existentes na

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

propriedade, selecionando-se pimenteiras saudáveis, livres de pragas e doenças, com crescimento vigoroso e boa produtividade (LEMOS et al.,2014).

As mudas foram levadas para campo no mês de dezembro, onde 10 dias antes do plantio foram abertas covas com dimensões de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, misturando-se na terra de cada cova: 3 kg de cama de aviário curtido juntamente com a quantidade total de superfosfato triplo (P_2O_5), obtida a partir da análise de solo (BRASIL et al., 2020).

A calagem foi realizada aos 30 dias antes do plantio. As quantidades de Nitrogênio (N) e Potássio (K) foram aplicadas em cobertura e divididas em três épocas distintas, correspondentes aos meses de janeiro, fevereiro e março, realizadas respectivamente aos 30, 60 e 90 dias após o plantio das mudas (OLIVEIRA et al., 2020). Os tratos fitossanitários consistiram de capinas manuais ao pé das plantas e roçagens nas entrelinhas e ruas do plantio. Os resíduos dessas atividades foram usados como cobertura morta junto ao solo da área experimental. Não foram utilizados defensivos químicos-sintéticos nem irrigação suplementar às plantas.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com combinação de quatro doses de adubo, em dois períodos (seco e chuvoso) e três blocos (repetições). Os tratamentos constituíram-se de quatro doses crescentes (T01 = 50%, T02 = 75%, T03 = 100% e T04 = 150%) dos fertilizantes ureia (N), superfosfato triplo (P_2O_5) e cloreto de potássio (K_2O) como fontes de adubação NPK (5-4-2), observando que apenas o superfosfato triplo foi aplicado em sua quantidade total na 1° aplicação (Tabela 2).

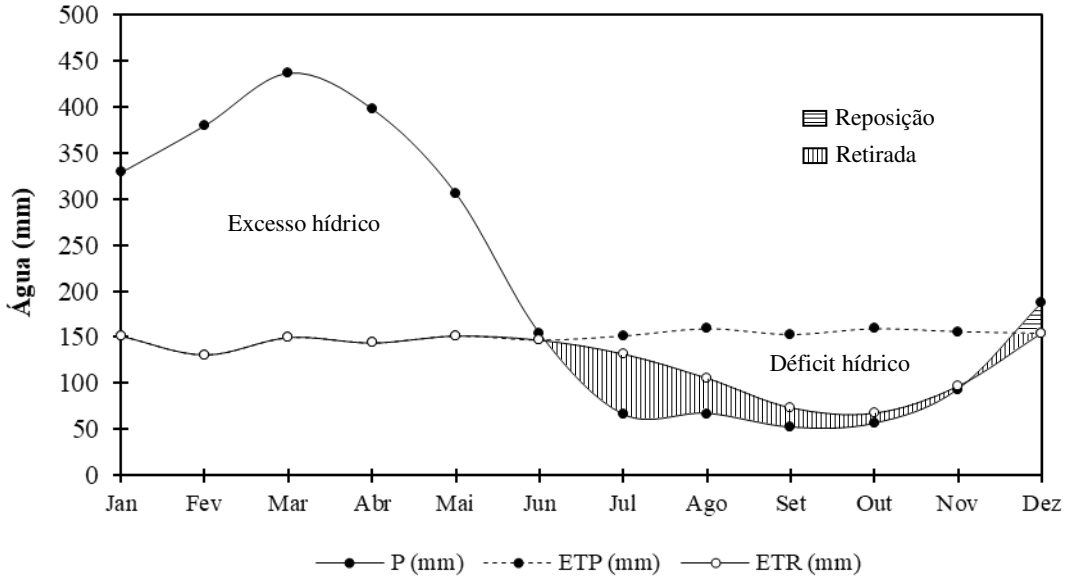
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Tabela 2. Doses de fertilizantes aplicadas por tratamento adubação na cultura da pimenteira-do-reino em Baião-PA

Tratamentos	1ª aplicação			2ª aplicação			3ª aplicação			Total		
	N	**P_2O_5**	**K_2O**	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**
	(g planta^{-1})			(g planta^{-1})			(g planta^{-1})			(g planta^{-1})		
T01 (50%)	9,26	24,39	2,78	9,26	0,0	2,78	9,26	0,0	2,78	27,78	24,39	8,34
T02 (75%)	13,89	36,59	4,17	13,89	0,0	4,17	13,89	0,0	4,17	41,67	36,59	12,51
T03 (100%)	18,52	48,78	5,56	18,52	0,0	5,56	18,52	0,0	5,56	55,56	48,78	16,68
T04 (150%)	27,78	73,17	8,33	27,78	0,0	8,33	27,78	0,0	8,33	83,34	73,17	24,99

As coletas de dados em campo foram realizadas em duas épocas de avaliação: excesso hídrico e déficit hídrico. Para tanto, realizou-se o balanço hídrico climatológico para a região de condução do experimento, por meio da estimativa das normais climatológicas para o município de Baião-PA pelo método IDW – inverso do quadrado da distância (interpolação), com base no banco de dados do INMET para o período de 1991 a 2020 (Figura 4).

Figura 4. Extrato do balanço hídrico climatológico para o município de Baião-PA (1991 – 2020)



Fonte: INMET (2023).
Elaboração: A autora (2023).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

A partir das informações contidas na Figura 4 sobre as condições de água no solo, definiu-se o período de março a abril (máximo excesso) de 2023 para a avaliação em regime hídrico excedente, enquanto para o regime de deficiência, adotou-se o intervalo entre os meses de setembro a outubro (máximo déficit) de 2023.

Para as coletas dos dados durante as épocas de avaliação, foram realizadas aferições para verificar o crescimento inicial das pimenteiras-do-reino com o auxílio de uma fita métrica graduada. Utilizou-se ainda, um paquímetro digital para medir o diâmetro dos ramos das plantas ao longo do período experimental, de acordo com os períodos de avaliação definidos. A partir dessas mensurações determinou-se: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de ramos ortotrópicos (NRO), comprimento (CRO) e diâmetro (DRO) de ramos ortotrópicos (LEMOS et al., 2022).

Na Tabela 3 encontram-se os valores do teste F ao nível de 5% de significância para as variáveis analisadas no presente estudo. Observa-se que, com exceção do número de ramos ortótropos (NRO), todas as variáveis foram influenciadas pelos tratamentos (doses crescentes de NPK), tanto no período avaliado com maior volume de água no solo (excesso hídrico) quanto na fase de maior escassez de água (déficit hídrico).

Tabela 3. Resumo da análise de variância por período de avaliação para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de ramos ortotrópicos (NRO), comprimento (CRO) e diâmetro (DRO) de ramos ortotrópicos em pimenteiras-do-reino sob diferentes doses de NPK em Baião-PA, 2023

Épocas de avaliação	**Fator de variação**	**Valores de F**				
		AP	DC	NRO	CRO	DRO
Excesso hídrico	Bloco	1,722^{ns}	1,502^{ns}	0,429^{ns}	0,001^{ns}	2,381^{ns}
	Doses de NPK	29,894**	8,367*	0,571^{ns}	4,995*	13,121**
	CV (%)	5,79	7,02	37,80	13,47	4,44
Déficit hídrico	Bloco	0,121^{ns}	0,838^{ns}	1,000^{ns}	0,495^{ns}	7,397*
	Doses de NPK	19,520**	8,428*	0,333^{ns}	25,324**	13,577*
	CV (%)	7,23	4,06	28,57	4,45	4,05

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV (%) = coeficiente de variação

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Após a verificação da homocedasticidade e normalidade dos dados, foi realizada análise de variância ($p \leq 0,05$). Constatada diferença significativa entre os tratamentos, realizou-se análise de regressão para as variáveis analisadas, sendo testados os modelos linear e polinomial de 2° grau, optando-se pelo modelo com coeficiente de regressão significativo a 5% de probabilidade (teste F) e maior valor de R^2. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico Sisvar 5.8.

3. Resultados e Discussão

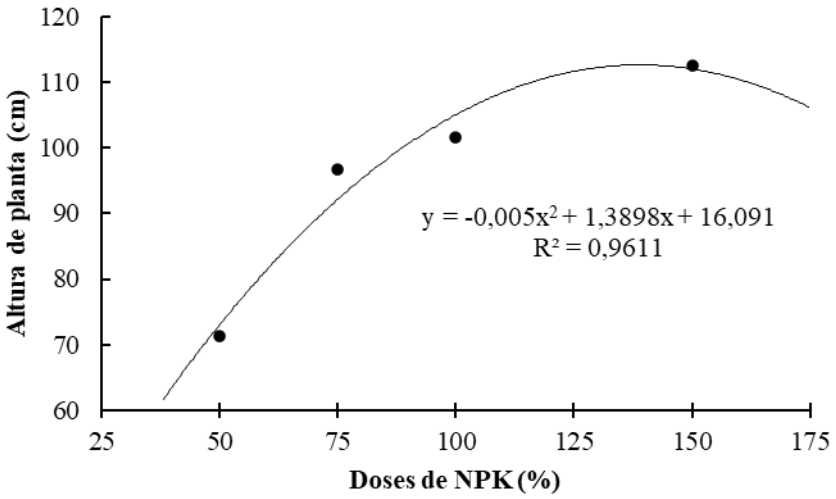
A chuva é essencial às plantas, pois a água é fundamental para o crescimento e para a fotossíntese, que está diretamente ligada à produção (BASTOS et al., 2008). Na cultura da pimenteira-do-reino, os efeitos do estresse hídrico (excesso ou déficit) podem ter impactos significativos nas fases vegetativa e reprodutiva das plantas, refletindo na qualidade e quantidade dos grãos (pimenta verde, preta e branca) produzidos pelas pimenteiras (BOTELHO & OLIVEIRA, 2009).

A saturação de água no solo condiciona falta de oxigênio as raízes das plantas, propiciando o apodrecimento do sistema radicular, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento eficiente dos vegetais (EMBRAPA, 2006). Em contrapartida, sob condições de maior disponibilidade de água no solo, os níveis de disponibilidade de determinados nutrientes tendem a aumentar, permitindo que a planta absorva o mínimo necessário para o seu crescimento vegetativo (TAIZ et al., 2017).

Ao analisar a Figura 5, observa-se o crescimento em altura das pimenteiras-do-reino em função do aumento das doses de NPK, com a maior média, equivalente a (112,63 cm) obtida sob a dose de (150%). Entretanto, através da equação polinomial quadrática, estimou-se que a altura máxima de plantas de pimenta-do-reino durante o regime hídrico excedente, em torno de (112,67 cm), pode ser alcançada ao se aplicar uma dose dos fertilizantes (ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio) de (139,0%).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 5. Altura de plantas de pimenta-do-reino em função de doses de NPK, no regime hídrico de excesso de água no solo em Baião, Pará, 2023

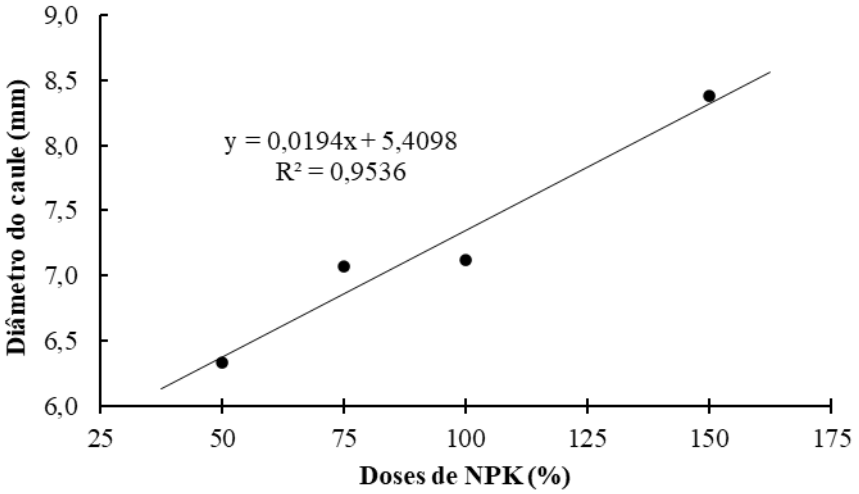


Ao avaliar o crescimento da pimenteira-do-reino sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada e potássica, Telles (2020) também verificou as maiores alturas obtidas a partir do aumento dos níveis de água no solo e do fornecimento de doses mais elevadas dos fertilizantes às plantas. O incremento na altura de pimenteiras-do-reino em função do aumento de doses de macronutrientes, também foi comprovado por Ambrozim (2019) ao constatar que aos 120 dias após o plantio, plantas que receberam (10,0 kg $m^{-3)}$ de adubação NPK alcançaram as maiores alturas (30 cm), enquanto as que receberam (5,0 kg $m^{-3)}$ atingiram médias em torno de (26 cm).

A Figura 6 indica existir linearidade entre o aumento das doses de NPK (150%) e o incremento no diâmetro do caule (8,38 mm) de pimenteiras-do-reino cultivadas sob as condições amazônicas de excesso hídrico. Estes resultados indicam a possibilidade de cultivos com pimenteiras de caule mais espesso, de maior resistência estrutural e melhor arquitetura de ramos, as quais são consideradas importantes características morfológicas para o crescimento inicial das plantas de pimenta-do-reino.

Figura 6. Diâmetro do caule da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime hídrico de excesso de água no solo em Baião, Pará, 2023

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

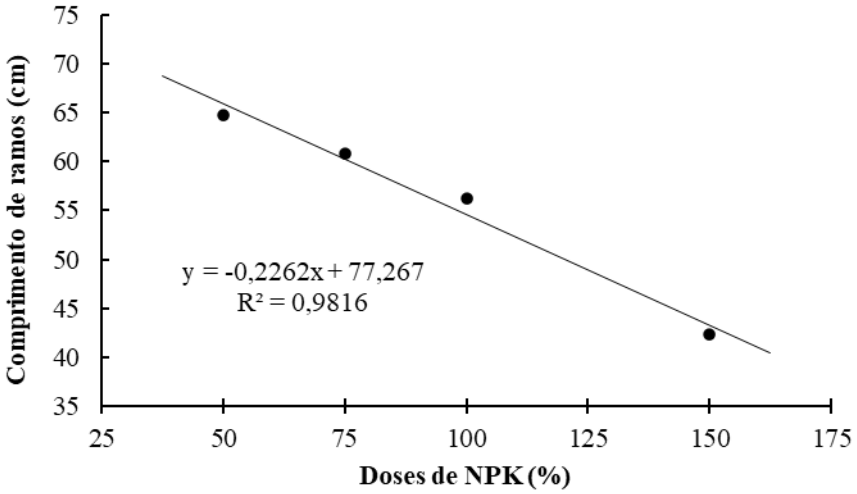


Resultados diferentes aos verificados neste trabalho, foram constatados por Serrano et al., (2012), ao testarem doses de NPK (15-09-12) na produção de mudas de diferentes genótipos de pimenteiras-do-reino, ou seja, para a variável diâmetro do caule foi observada resposta do tipo quadrático, com os maiores valores de diâmetro (4,39 mm) sendo obtidos a partir do aumento das doses do fertilizante (6,8 kg m^{-3}). A distinção entre os resultados pode ser justificada pela alta variabilidade de material genético (cultivares) disponível para a propagação vegetativa de plantas de pimenta-do-reino, uma vez que, os genótipos testados pelos autores (Guajarina, Iaçará e Cingapura) foram diferentes do utilizado neste trabalho (Bragantina), assim como as condições edafoclimáticas para os seus respectivos cultivos.

A Figura 7 apresenta graficamente o resultado da análise de regressão ($p \leq 0,05$) para o comprimento de ramos ortotrópicos de pimenteiras-do-reino em função de diferentes doses de adubação NPK, entre os meses de maior volume de chuvas no município de Baião-PA. Observa-se que as maiores doses de fertilizantes aplicados no solo, condicionaram as menores médias de comprimentos de ramos, com uma amplitude em torno de (66%) entre as doses de (50 e 150%).

Figura 7. Comprimento de ramos ortotrópicos da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime hídrico de excesso de água no solo em Baião, Pará, 2023

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038



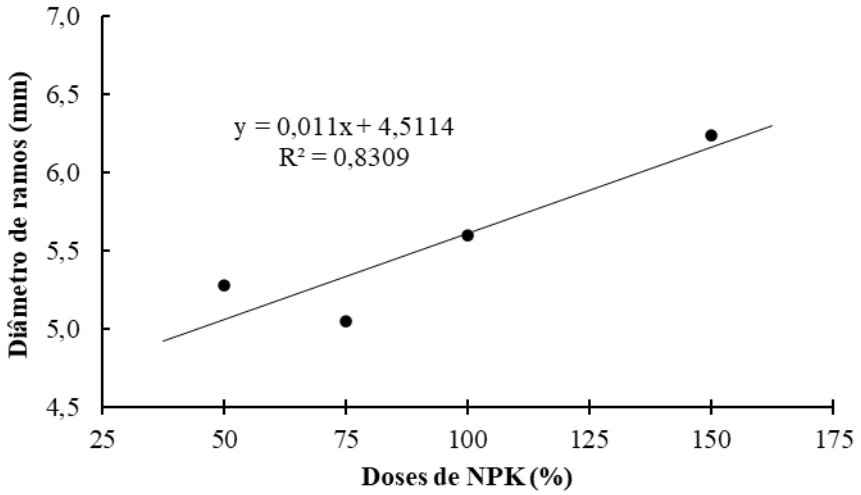
Os ramos ortotrópicos, também conhecidos como ramos principais, crescem no sentido vertical e sustentam os ramos produtivos da pimenteira-do-reino (plagiotrópicos), formando a arquitetura da planta (CARDOSO et al., 1981). Nesse sentido, Gutierrez (1986), destaca que estacas oriundas de ramos ortotrópicos de boa qualidade são essenciais para a produção de mudas mais vigorosas, exercendo forte influência sobre o enraizamento das pimenteiras.

Deste modo, qualquer fator biótico ou abiótico que comprometa o crescimento desses ramos, como o estresse provocado pela alta concentração de sais no ambiente proveniente da aplicação de doses excessivas de fertilizantes pode afetar negativamente o desenvolvimento inicial da planta e, consequentemente, a sua fase de reprodução e produção de frutos (pimenta-do-reino).

A variável de estudo, diâmetro de ramos ortotrópicos (DRO), apresentou comportamento linear semelhante ao observado para o diâmetro do caule (DC) das pimenteiras-do-reino. Entretanto, verificou-se a menor média (5,05 mm) nas plantas que receberam (75%) da dose de NPK recomendada a partir do resultado da análise química do solo da área experimental.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 8. Diâmetro de ramos ortotrópicos da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime hídrico de excesso de água no solo em Baião, Pará, 2023

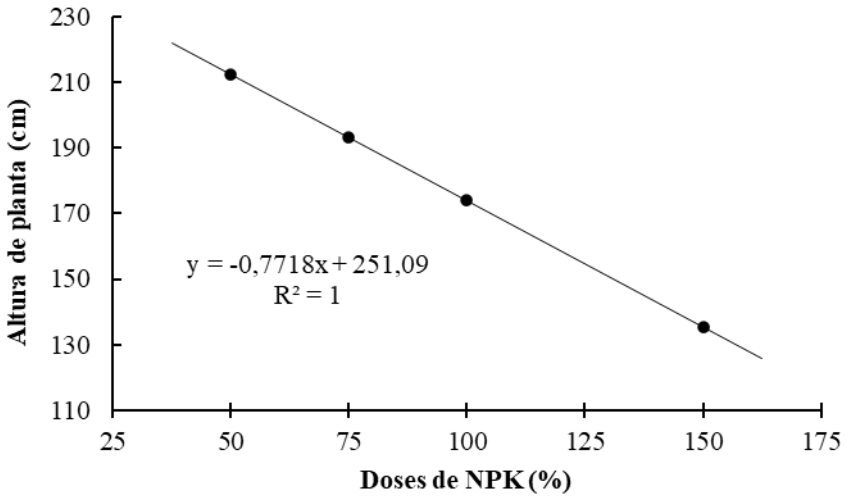


Alburquerque e Condurú (1971) afirmam que ramos ortotrópicos de diâmetro mais espesso (acima de 5 mm) condicionam maior resistência aos estresses ambientais (hídrico ou nutricional) e melhor absorção de nutrientes pelas pimenteiras-do-reino. Com isso, pode-se afirmar que a adubação é uma técnica agronômica que influencia diretamente o desenvolvimento inicial das plantas de pimenta-do-reino em condições de máxima disponibilidade de água no solo, permitindo maior tolerância dos vegetais às diferentes fontes de estresse no ambiente de cultivo.

Através da Figura 9 verifica-se que o crescimento em altura das pimenteira-do-reino foi influenciado pelas diferentes doses de adubação NPK em regime hídrico de deficiência de água no solo, com a maior média de (212,41 cm), sendo obtida com a menor dose testada (50%). Nota-se ainda, por meio do modelo de ajuste linear, que as plantas em condição de déficit hídrico expressam decréscimo de crescimento em função do aumento das doses de fertilizantes.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 9. Altura de plantas de pimenta-do-reino em função de doses de NPK, no regime de déficit hídrico em Baião, Pará, 2023

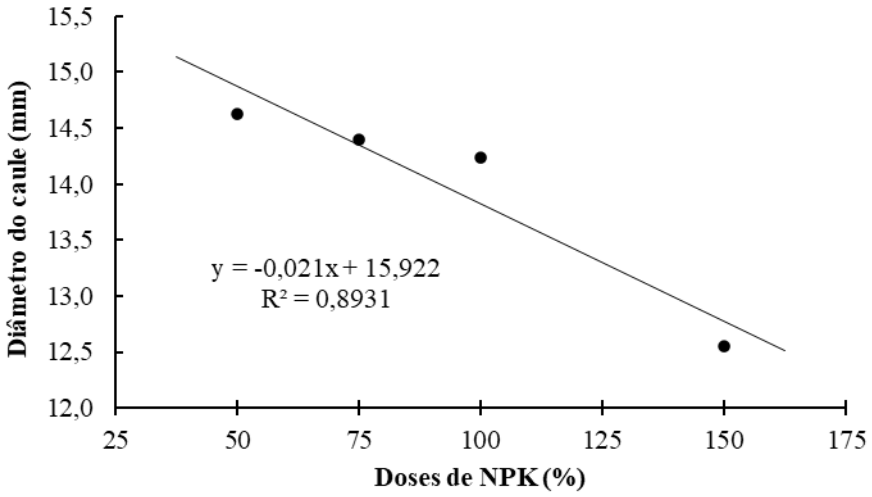


Resultados divergentes aos encontrados neste trabalho foram observados por Plaster (2024) ao testar diferentes concentrações de pó de rocha sobre o crescimento inicial da pimenteira-do-reino. Na ocasião, a adição de pó de rocha proporcionou incrementos na altura das plantas, alcançando o valor máximo de (27,48 cm) para a maior concentração do adubo natural. Esse resultado é atribuído às altas concentrações de potássio fornecidas pelo pó de rocha, um nutriente essencial para o crescimento das plantas de pimenta-do-reino.

Para a variável diâmetro do caule, analisada sob o regime de déficit hídrico, observou-se que o maior valor (14,62 mm) foi novamente alcançado com a menor dose dos fertilizantes NPK. Embora, a média verificada sob a dose de (50%) esteja apenas (1,5 e 2,6%) acima das registradas nas aplicações com (75 e 100%), respectivamente (Figura 10).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 10. Diâmetro do caule da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime de déficit hídrico em Baião, Pará, 2023

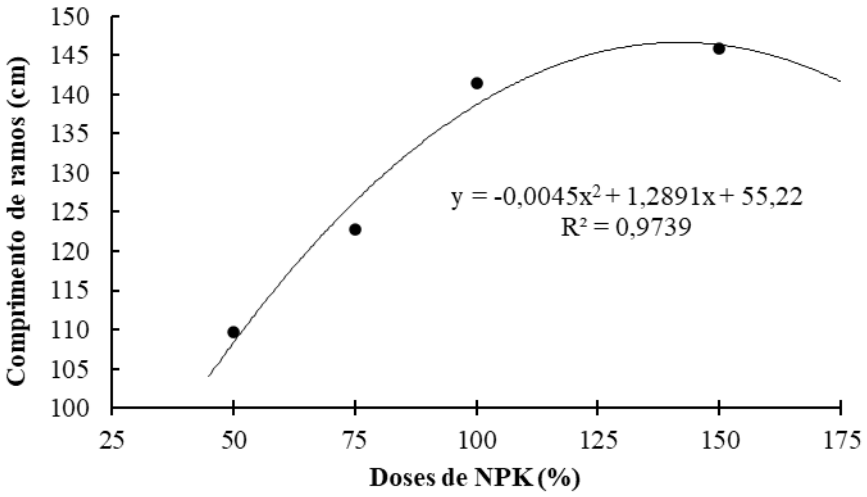


A pimenteira-do-reino é uma espécie sensível ao déficit hídrico, devido a sua alta taxa evapotranspirométrica (TELLES, 2020). Nesse sentido, a baixa umidade no solo exerce influência direta na disponibilidade de nutrientes em quantidades adequadas para as plantas, sendo uma relação crucial para o potencial desenvolvimento das estruturas vegetativas das pimenteiras, especialmente nos anos iniciais de cultivo (HONORATO, 2021).

Os resultados de comprimento de ramos ortotrópicos (CRO), ajustados ao modelo polinomial de grau dois (quadrático), demostram através da (Figura 11), haver incrementos significativos ($p \leq 0,05$) no comprimento dos ramos das pimenteiras em função do aumento das doses de NPK, avaliadas durante o período de deficiência hídrica no solo. Nesse contexto, a maior média estimada pela equação polinomial pode ser obtida aplicando-se (143,2%) da dose inicial recomendada testada em T03 (100%).

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 11. Comprimento de ramos ortotrópicos da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime de déficit hídrico em Baião, Pará, 2023

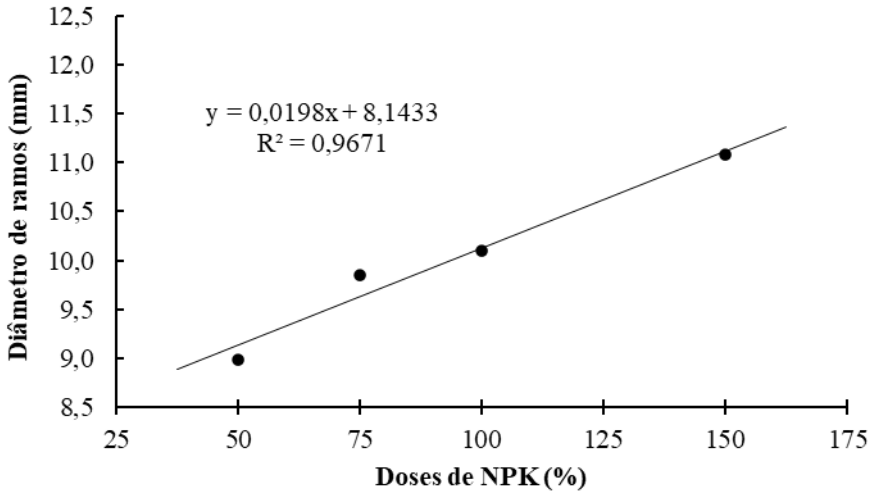


Gutierrez (1986), reitera que a utilização de ramos ortotrópicos na propagação de mudas resulta no melhor enraizamento, maior vigor e adaptação ao campo, resultando em plantas uniformes e produtivas. A propagação de genótipos de pimenteira-do-reino por estaquia, permite que as plantas cresçam de forma equilibrada, com produção mais rápida, e em maiores quantidades e melhor qualidade (VELOSO & ALBUQUERQUE, 1989). Desse modo, a seleção adequada dos ramos ortotrópicos na estaquia, garante um cultivo mais eficiente e produtivo de pimenta-do-reino.

A Figura 12 demonstra que a variável diâmetro de ramos ortótropos também apresentou relação de incrementos a partir do aumento das doses de NPK aplicadas no solo. A maior dosagem testada no experimento (150%) proporcionou às pimenteiras-do-reino um diâmetro médio em torno de (11 mm). Sendo este valor superior em aproximadamente (19%) do diâmetro médio registrado nas plantas sob adubação de (50%).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4038

Figura 12. Diâmetro de ramos ortotrópicos da pimenteira-do-reino em função de doses de NPK, no regime de déficit hídrico em Baião, Pará, 2023



Albuquerque et al. (1973) destacam que os materiais genéticos de propagação vegetativa (estacas) devem ser selecionados de plantas saudáveis com até 6 anos de idade, com ramos ortotrópicos vigorosos e diâmetros em média de 1 cm (10 mm), de coloração verde ou levemente castanha, integrando de 4 a 6 nós no seu comprimento. Quanto a retirada dos ramos para produção de mudas, recomenda-se que o procedimento seja realizado após o período de chuvas (déficit hídrico) e antes do florescimento das pimenteiras (MILANEZ, 1987).

Doses excessivas de NPK atreladas ao baixo teor de umidade no solo podem desencadear estresse osmótico, limitando o crescimento inicial da planta. Assim, através dos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se haver influência da fertilização e das condições hídricas do solo sobre o desenvolvimento inicial da cultura da pimenteira-do-reino no ambiente amazônico, indicando a necessidade de um manejo nutricional equilibrado para as plantas e mais adequado às especificidades desse ambiente.

5. Conclusão

Em condições de excesso de água no solo, há incrementos na altura de plantas e nos diâmetros do caule e de ramos ortotrópicos com doses elevadas (150%) de fertilizantes NPK na cultura da pimenteira-do-reino.

O uso de doses baixas de NPK no cultivo de pimenteira-do-reino, em períodos de déficit hídrico, condicionam melhores características morfológicas iniciais das plantas (altura e diâmetro do caule), enquanto doses elevadas (150%) contribuem para o desenvolvimento de ramos ortotrópicos (comprimento e diâmetro).

Referências

ALBUQUERQUE, Fernando Carneiro de; CONDURÚ, José Maria Pinheiro. **Cultura da pimenta-do-reino na região amazônica.** Série Fitotecnia, Belém: Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte – IPEAN, v. 2, n. 3, 1971. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/387134. Acesso em: 07 de julho de 2024.

ALBUQUERQUE, Fernando Carneiro de; DUARTE, Maria de Lourdes Reis; SILVA, Hércules Martins e; PEREIRA, Raimunda Heliana M. **A cultura da pimenta do reino.** Circular nº 19. Belém: IPEAN/ACAR-PARÁ, 1973. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/375624/1/CULTURAPIMENTADOREINO.pdf. Acesso em: 18 de dezembro de 2024.

AMBROZIM, Clodoaldo Spadeto. **Avaliação fisiológica de mudas de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.), sob diferentes lâminas de irrigação e doses de adubo de liberação controlada.** 2019. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 2019. Disponível em: https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/jspui/5536. Acesso em: 26 de agosto de 2024.

BAENA, Antônio Ronaldo Camacho; RODRIGUES, Tarcísio Ewerton. Solos. In: DUARTE, Maria de Lourdes Reis et al. **Cultivo da pimenteira-do-reino na região Norte**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. p. 20-24. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/391215. Acesso em: 15 dezembro de 2024.

BASTOS, Therezinha Xavier; PACHÊCO, Nilza Araujo; MONTEIRO, Daiana Carolina Antunes. **Zoneamento agroclimático para a pimenteira-do-reino no Estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/410082. Acesso em: 09 de jun. 2024.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; DE ALMEIDA SILVA, M. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15–32, 2000. DOI: 10.48075/actaiguaz.v5i4.16006. Disponível em: https://e-

revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/16006. Acesso em: 17 fev. 2024.

BOTELHO, S. M.; OLIVEIRA, R. F. de. Fertilidade do solo e nutrição da pimenteira-do-reino. In: **WORKSHOP DA PIMENTA DO REINO DO ESTADO DO PARÁ**, 1., 2009, Belém, PA. Situação atual e alternativa para a produção sustentável. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/660455. Acesso em: 26 de agosto de 2024.

BRASIL, Edilson Carvalho; CRAVO, Manoel da Silva; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos. **Recomendações de adubação para o estado do Pará: calagem e adubação**. 2. ed. revista e atualizada. 2020. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125022. Acesso em: 17 fev. 2024.

CARDOSO, Mário; SANTOS, Rui Ribeiro dos; IGUE, Toshio. Pimenteira-do-reino: produtividade segundo o tipo de muda. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 1, p. 63-69, 1981. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0006-87051981000100025. Acesso em: 07 de julho de 2024.

CRAVO, Manoel da Silva; FERREIRA, Cícero Paulo; FERREIRA, Eric Victor de Oliveira. Fertilizantes minerais. In: BRASIL, Edilson Carvalho; CRAVO, Manoel da Silva; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos (eds.). **Recomendações de adubação para o estado do Pará: calagem**. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. p. 74-77. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125022. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

DANTAS, Rúbia Carla Ribeiro. **Comportamento fisiológico e agronômico de plantas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) cultivadas em gliricídia (*Gliricidia sepium* L.) sob doses de NPK.** 2022. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022. Disponível em: https://posagronomia.ufra.edu.br/images/DEFESAS/Teses/2022/14-_RUBIA_CARLA_RIBEIRO_DANTAS.pdf. Acesso em: 18 de dezembro de 2024.

DUARTE, Maria de Lourdes Reis et al. **Cultivo da pimenteira-do-reino na região Norte**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 185 p. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/391215. Acesso em: 15 dezembro de 2024.

DUARTE, Maria de Lourdes Reis et al. **A cultura da pimenta-do-reino**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 73 p. (Coleção Plantar, 55). ISBN 85-7383-380-7. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/113198. Acesso em: 15 dezembro de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **A cultura da pimenta-do-reino.** 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/113198. Acesso em: 17 fev. 2024.

FERREIRA, Cícero Paulo; CRAVO, Manoel da Silva; FERREIRA, Eric Victor de Oliveira. Fertilizantes minerais. In: BRASIL, Edilson Carvalho; CRAVO, Manoel da Silva; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos (eds.). **Recomendações de adubação para o estado do Pará: calagem**. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. p. 74-90. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125022. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

GUTIERREZ, Anita de Souza Dias. **A influência de diferentes tipos de estacas na formação de mudas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.).** 1986. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20220207-184209/publico/GutierrezAnitaSouzaDias.pdf. Acesso em: 07 de julho de 2024.

HONORATO, Guilherme Martins. **Características morfofisiológicas da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) cultivada em diferentes sistemas de tutoramento.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2021. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2830/Honorato%2C%20Guilherme%20Martins.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 de dezembro de 2024.

LEMOS, Jesus Rodrigues; EDSON-CHAVES, Bruno. **Morfologia e anatomia vegetal: uma abordagem prática.** 1. ed. Teresina: Editora da Universidade Federal do Piauí – EDUFPI, 2022. Disponível em: https://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/Livro_morfologia_final_final.pdf. Acesso em: 15 fev. 2024.

LEMOS, Oriel Filgueira de; POLTRONIERI, Marli Costa. Produção de mudas. **Boas práticas agrícolas para aumento da produtividade e qualidade da pimenta-do-reino no Estado do Pará.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 13-17. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/994882/1/CartilhaPimenta.pdf . Acesso em: 17 fev. 2024.

MILANEZ, Danilo; VENTURA, José Aires; FANTON, Cesar José. Cultura da pimenta-do-reino. Vitória, ES: **EMCAPA**, 1987. Disponível em: http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/1573. Acesso em: 18 de dezembro de 2024.

OLIVEIRA, Raimundo Freire de; BOTELHO, Sonia Maria; BRASIL, Edilson Carvalho; RODRIGUES, João Elias Lopes Fernandes; NAKAYAMA, Luiza Hitomi

Igarashi. Pimenteira-do-reino. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. p. 283-285. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125022. Acesso em: 09 de jun. 2024.

PLASTER, Estefeny Pena. **Produção de mudas de pimenteira-do-reino em substrato alternativo com diferentes concentrações de pó de rocha.** 2024. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/5021. Acesso em: 19 de dez. 2024.

POLTRONIERI, Marli Costa; LEMOS, Oriel Filgueira de. Cultivares. **Boas práticas agrícolas para aumento da produtividade e qualidade da pimenta-do-reino no Estado do Pará.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 08-12. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/994882/1/CartilhaPimenta.pdf . Acesso em: 17 fev. 2024.

QUEIROGA, Vicente de Paula; MENDES, Nouglas Veloso Barbosa; GOMES, Josivanda Palmeira; MELO, Bruno Adelino de; QUEIROZ, Alexandre José de Melo; LIMA, Denise de Castro; GIRÃO, Ênio Giuliano; ALBUQUERQUE, Esther Maria Barros de (Eds.). **Sistema produtivo de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.).** 2023. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1162373/1/Sistema-produtivo-pimenta-do-reino-2023.pdf. Acesso em: 15 fev. 2024.

RODRIGUES, S. M.; LEMOS, O. F.; BOTH, J. P. C. L.; ARAÚJO, S. M. B.; POLTRONIERI, M. C.; MENEZES, I. C. O tipo de tutor influencia nos caracteres de crescimento e produção de cultivares de pimenteira-do-reino no nordeste do Pará-Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, e441111234547, set. 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34547. Acesso em: 15 fev. 2024.

RODRIGUES, S. de M.; LEMOS, O. F. de. **Tecnologias para inovação na cultura da pimenteira-do-reino: desafios e oportunidades.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 52 p. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1108951. Acesso em: 11 fev. 2024.

SERRANO, L. A. L.; MARINATO, F. A.; MAGIERO, M.; STURM, G. M. Produção de mudas de pimenteira-do-reino em substrato comercial fertilizado com adubo de liberação lenta. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 512-517, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400012. Acesso em: 15 fev. 2024.

SILVA JÚNIOR, Gilberto Ferreira da; FILGUEIRAS, Gisalda Carvalho; MENEZES, Antônio José Elias Amorim de; CARVALHO, André Cutrim; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. A perspectiva do mercado da pimenta-do-reino no Brasil e no mundo. In:

SINERGIAS DE MUDANÇA DA AGRICULTURA AMAZÔNICA: conflitos e oportunidades. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa, 2022. p. 384-404. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1143140/1/LV-Sinergias-384-404.pdf. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MÜLLER, M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Revisão técnica de Paulo Luiz de Oliveira. Disponível em: https://archive.org/details/taiz-zeiger-fisiologia-vegetal-6a-ed/page/12/mode/2up. Acesso em: 26 de agosto de 2024.

TELLES, Gean Corrêa. **Avaliação fisiológica e crescimento de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.) com diferentes lâminas de irrigação.** 2020. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 2020. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13618. Acesso em: 26 de agosto de 2024.