

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO –
PPG/ATU**

**DESENVOLVIMENTO DO ABACAXIZEIRO VARIEDADE TURIAÇU
SUBMETIDO A ADUBAÇÃO COM NÍVEIS DE NITROGÊNIO E
POTÁSSIO EM TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL**

ERIVAN SOUZA DE LIMA

**Manaus, Amazonas
Janeiro, 2024**

ERIVAN SOUZA DE LIMA

**DESENVOLVIMENTO DO ABACAXIZEIRO VARIEDADE TURIAÇU
SUBMETIDO A ADUBAÇÃO COM NÍVEIS DE NITROGÊNIO E
POTÁSSIO EM TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL**

Orientador: Dr. RICARDO LOPES

Coorientadora: Dra. MARIA DO ROSARIO LOBATO RODRIGUES

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

**Manaus, Amazonas
Janeiro, 2024**

FOLHA DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO MESTRADO

Ata da Defesa Pública de **ERIVAN SOUZA DE LIMA**, ocorrido no dia 26 de janeiro de 2024, no Auditório do ATU, prédio 139, Campus III do Inpa.

Aos vinte e seis dias de janeiro de 2024, às 14h (horário de Manaus/AM), realizou-se a Defesa Pública de Dissertação de **ERIVAN SOUZA DE LIMA**, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Agricultura no Trópico Úmido, intitulada "Desenvolvimento do abacaxizeiro variedade turiaçu submetido a adubação com níveis de nitrogênio e potássio em terra firme da Amazônia Central", sob a orientação do Dr. Ricardo Lopes (Embrapa), em conformidade com o Art. 52 do Regimento Geral da Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (MCTI/INPA) e Art. 60 do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, como parte das atividades para conclusão e obtenção do título de **Mestre em Agricultura no Trópico Úmido**. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Sidney Alberto do Nascimento Ferreira (Inpa), Jhon Paul Mathews Delgado (Inpa) e Cristovão Gomes Plácido Júnior (Ifam) e tendo como suplente o seguinte membro: Ariel Dott o Blind (Inpa). O Presidente da Banca Examinadora deu início à Seção e informou os procedimentos do exame. O aluno fez uma exposição do seu estudo e ao término foi arguido oralmente pelos membros da Comissão. Após as arguições os membros da banca se reuniram para avaliação e chegaram ao seguinte parecer:

Nome	Parecer	Assinaturas
Sidney Alberto do Nascimento Ferreira	(<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovou (<input type="checkbox"/>) Reprovou	
Jhon Paul Mathews Delgado	(<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovou (<input type="checkbox"/>) Reprovou	
Cristovão Gomes Plácido Júnior	(<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovou (<input type="checkbox"/>) Reprovou	
Menção:	(<input checked="" type="checkbox"/>) "Com Distinção"	(<input type="checkbox"/>) "Com Distinção e Louvor"

Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata que, após lida e aprovada, foi assinada pela Coordenação:

Ricardo Lopes
Orientador

Rogério Eiji Hanada
Coordenador do PPG-ATU
PO. N° 294/2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Catalogação na Publicação (CIP-Brasil)

S729d Souza de Lima, Erivan

Desenvolvimento do abacaxizeiro variedade turiaçu submetido a adubação com níveis de nitrogênio e potássio em terra firme da Amazônia Central / Erivan Souza de Lima ; orientador Ricardo Lopes; coorientadora Maria do Rosário Lobato Rodrigues. - Manaus : [s.1.], 2024.

2,2 MB

96p. : il. color.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Agricultura em Trópico Úmido) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2024.

1. Nutrição mineral. 2. Produção de frutos. 3. Qualidade de fruto. I. Lopes, Ricardo. II. Rodrigues, Maria do Rosário Lobato. III. Título

CDD 584.9 811 3

AGRADECIMENTOS

À Deus, acredito em uma força maior que nos estimula e indica os caminhos a serem percorridos, ajuda nos desafios e nos ampara nos momentos difíceis.

Meu avô Raimundo Monteiro pelos melhores conselhos antes de sua partida para a vida eterna, meus pais Erivelton Porto e Claudia Monteiro, por tudo, do início ao fim seguraram a minha mão e nunca me deixaram desistir. Me apoiaram em todas minhas decisões, me acolheram e me dão todo amor do mundo.

A FAPEAM pela concessão da bolsa de fomento, por incentivar e apoiar a ciência e o cientista com excelência no estado do Amazonas.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por proporcionar essa experiência de vida através da pesquisa científica.

A Embrapa Amazônia Ocidental pela estrutura, suporte e especialmente por ter disponibilizado funcionários que contribuíram através de seus conhecimentos e estavam sempre à disposição para me ajudar na realização da pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, por propiciar momentos e transmitir conhecimento através dos professores, pesquisadores e colaboradores.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Lopes e minha Coorientadora Maria do Rosário Lobato Rodrigues, por serem excelentes profissionais aos quais tenho total respeito e admiração. Agradeço profundamente por todo conhecimento compartilhado, amizade, conselhos, paciência e apoio durante todo esse caminho. Obrigado por terem acreditado no meu potencial. Foi uma honra ser seu orientado!

Aos meus amigos Valdir Mendes, Gerodes Vasconcelos, Dennis Libório, Paulo Vinicius pelos sorrisos e motivações, pelos abraços e entusiasmo, sem dúvidas eu agradeço a Deus por ser cercado de bons amigos, especificamente daqueles que permaneceram ao meu lado nos momentos difíceis.

A minha namorada Iasmin Soares pela força, e sempre dando muito apoio, seja ela moral ou psicológico, obrigado por tudo.

Aos meus amigos do Laboratório que sempre me incentivaram a continuar na caminhada.

Muito obrigado!

RESUMO

A cultura do abacaxizeiro é a segunda em valor de produção entre os cultivos temporários no Amazonas. A variedade Turiaçu predomina nos cultivos comerciais no Estado, contudo, são poucas as pesquisas agronômicas desenvolvidas com a cultivar nas condições locais e a produtividade dos plantios é baixa em relação à média nacional. A recomendação de adubação adequada é uma das lacunas do sistema de produção. Os nutrientes N e K são os mais exigidos pela cultura e possuem grande influência na produtividade e qualidade de frutos. Não existem recomendações de adubação baseadas em estudos realizados com a variedade Turiaçu nas condições locais, assim, a hipótese deste experimento é de que é possível obter ganhos em produtividade e qualidade de fruto com recomendação de doses adequadas desses nutrientes para adubação de cobertura. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de N e K no desenvolvimento da planta e na produção e qualidade de frutos da variedade Turiaçu cultivada no Amazonas. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, no delineamento blocos casualizados completos em esquema fatorial com três doses de N (7,5; 15 e 22,5 g planta⁻¹) e cinco de K (7,5; 15; 22,5; 30 e 45 g planta⁻¹) com três repetições. Foram avaliados os efeitos dos tratamentos nas características químicas do solo, nos teores dos nutrientes nas folhas da planta, no número de folhas (NF) da planta, na largura (LFD) e comprimento (CFD) da folha D e na altura da planta (AP), na massa do fruto com (MFCC) e sem coroa (MFSC) e no teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco dos frutos. Com o aumento da dose de N ocorreu a redução do pH e da saturação por base e aumento do teor de Al e da saturação por alumínio no solo. Os teores de K e Na no solo aumentaram de forma linear com o aumento da dose de K. Os teores de Cu e Mn na folha D aumentaram com a aplicação de maiores doses de N, enquanto o teor de Fe reduziu. A maior concentração de K na folha D, de acordo com estimativa da equação de regressão, será obtida com a aplicação de 20,2 g de K planta⁻¹. O teor de Ca na folha D reduziu linearmente com o aumento da dose de K. Com aumento da dose de K ocorreu redução do teor de Mg na folha D. O teor de Fe na folha D aumentou de forma linear com o aumento da dose de K, contudo, esse efeito só foi verificado quando usada a menor dose de N (7,5 g planta⁻¹). A adubação de cobertura com N teve efeito no NF, CFD, LFD e AP, já o K não influenciou nenhuma dessas características. O aumento da dose de N promoveu aumento do CFD e da AP, independente da dose de K. Já o aumento na LFD em função da dose de N foi verificado apenas quando usadas as maiores doses de K (30,0 e 45,0 g planta⁻¹). Nas condições de condução do experimento, as doses de N e K em adubação de cobertura não influenciaram a produtividade ou as características físicas do fruto. Condições experimentais podem ter contribuído para não terem sido verificados efeitos significativos dos tratamentos nas características físicas dos frutos. Contudo, alta produtividade foi obtida em relação a número de frutos e massa total de frutos produzidos em relação a produtividade média nacional, do Amazonas e do município de Itacoatiara, mas com classificação por tamanho e peso de fruto em classes intermediárias de qualidade. As doses de N podem reduzir ou aumentar o teor de SST, dependendo da dose de K utilizada, contudo, os valores observados são elevados (14,5 a 15,8 °Brix) e situam-se em faixa dentro da qual não existe diferencial de valor de mercado.

Palavras-Chave: *Ananas comosus* (L.) Merril, Nutrição mineral, Produção de frutos, Qualidade de fruto.

ABSTRACT

The pineapple crop is second in production value among temporary crops in Amazonas. The Turiaçu variety predominates in commercial plantations in the State, however, there is little agronomic research carried out with the variety in local conditions and the productivity of the plantations is low in relation to the national average. The adequate fertilization is one of the gaps in the production system. The nutrients N and K are the most required by the crop and have a great influence on fruit productivity and quality. There are no fertilization recommendations based on studies carried out with the Turiaçu variety in local conditions, therefore, the hypothesis of this experiment is that it is possible to obtain gains in productivity and fruit quality by recommending adequate doses of these nutrients for soil fertilization. The objective of this study was to evaluate the effect of N and K doses on plant development and fruit production and quality of the Turiaçu variety cultivated in Amazonas. The experiment was conducted in the Experimental Field of Embrapa Amazônia Occidental, Manaus, AM, using a complete randomized block design in a factorial scheme with three doses of N (7.5; 15 and 22.5 g plant⁻¹) and five doses of K (7.5; 15; 22.5; 30 and 45 g plant⁻¹) with three replications. The effects of treatments on nutrient content and chemical characteristics of the soil, nutrient content in plant leaves, number of leaves (NF), width (LFD) and length (CFD) of leaf D, plant height (AP), fruit mass with (MFCC) and without crown (MFSC) and total soluble solids content (TSS) in fruit juice. With an increase in the N dose, there was a reduction in pH and base saturation and an increase in the Al content and aluminum saturation in the soil. The K and Na contents in the soil increased linearly with the increase in the K dose. The Cu and Mn contents in leaf D increased with the application of higher doses of N, while the Fe content reduced. The highest concentration of K in leaf D, according to the estimation using quadratic regression, will be obtained with the application of 20.2 g of K plant⁻¹. The Ca content in leaf D decreases linearly with the increase in the K dose. With the increase in the K dose, there is a reduction in the Mg content in leaf D with a tendency for the concentration to stabilize when higher doses are used. The Fe content in leaf D increased linearly with increasing K dose, however, this effect was only observed when the lowest N dose was used (7.5 g plant⁻¹). The fertilization with N had an effect on NF, CFD, LFD and AP, whereas K did not influence any of these characteristics. The increase in the dose of N promoted an increase in CFD and AP, regardless of the dose of K. The increase in LFD as a function of the dose of N occurred only when using the highest doses of K (30.0 and 45.0 g plant⁻¹). Under the conditions that the experiment was carried out, doses of N and K used in fertilization did not influence the productivity or physical characteristics of the fruit. Experimental conditions may have contributed to no significant effects of the treatments on productivity and physical characteristics of the fruits. However, high productivity was obtained regarding number and mass of fruits produced in relation to the average productivity nationally, of the Amazonas and the municipality of Itacoatiara, but with classification by size and weight of fruit in intermediate quality classes. Doses of N can reduce or increase the TSS content, depending on the K dose used, however, the values obtained are high (14.5 to 15.8 °Brix) and lie in a range within which there is no difference of market value.

Keywords: *Ananas comosus* (L.) Merril, Mineral nutrition, Fruits production, Fruit quality.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Aspectos botânicos do abacaxizeiro	4
2.2 Variedade Turiaçu cultivada no estado do Amazonas	9
2.3 Nutrição mineral do abacaxizeiro	15
2.3.1 Nutrição Nitrogenada	17
2.3.2 Nutrição Potássica	19
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo geral.....	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Material vegetal.....	22
4.2 Área experimental.....	23
4.3 Análise de solo.....	26
4.4 Preparo da área	27
4.5 Tratos culturais	27
4.6 Plantio das Mudas	29
4.7 Delineamento experimental.....	30
4.8 Adubação Mineral	31
4.9 Indução floral	32
4.10 Avaliações das plantas na fase vegetativa	33
4.11 Avaliações do teor de nutrientes na folha D	34
4.12 Avaliações do Fruto	35
4.13 Análises estatísticas	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Efeitos de doses da adubação com N e K nas características químicas do solo	38
5.2 Efeitos de doses da adubação com N e K no teor de macro e micronutrientes na folha D das plantas de abacaxizeiro	45
5.3 Efeitos de doses da adubação com N e K no desenvolvimento da planta	56
5.4 Efeitos de doses da adubação com N e K nas características de fruto	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
7 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos e posição das mudas de abacaxizeiro. Fonte: MATOS et al. (2006).	5
Figura 2. Disposição das folhas do abacaxizeiro. Fonte: Lima, 2022.	6
Figura 3. Agrupamento das flores no processo de formação do fruto do abacaxizeiro (A) e planta de abacaxizeiro com fruto maduro encimado pela coroa e mudas do tipo filhote na base do fruto (B). Fonte: Lima, 2023.	7
Figura 4. Mudas filhotes da variedade Turiaçu, adquiridas de produtor da comunidade Vila do Engenho, no município de Itacoatiara, AM, a cerca de 270 km de distância de Manaus, arrumadas em pacotes de 50 mudas (A) para transporte (B). Fotos: Maria do Rosário, 2021.	22
Figura 5. Imagem de satélite da área experimental Embrapa. Fonte https://www.google.com.br/maps/@-2.8915771,-59.9699285,161m .	23
Figura 6. Precipitação pluvial mensal acumulada (mm mês ⁻¹), temperaturas máxima e mínima (°C) e insolação (h mês ⁻¹) abrangendo o período de janeiro de 2021 a janeiro de 2023, Manaus, AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Manaus, AM (2023).	24
Figura 7. Insolação (A), precipitação (B) e temperaturas máximas (verde) e mínimas (vermelho) (C) durante o período de realização do experimento e valores médios no período de 2013 a 2023, Manaus, AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Manaus, AM (2023).	25
Figura 8. Implementos agrícolas usados para o preparo da área de plantio: grade aradora (A), arado de discos (B) e o solo em preparo (C). Fonte: Lima, 2021.	27
Figura 9. Solo preparado, limpo e úmido (A), pronto para a aplicação do herbicida pré-emergente (Boral® 500 SC), realizado nas primeiras horas da manhã (entre 7 a 8 horas) com a ajuda de um pulverizador costal (B). Fotos: Maria do Rosário, 2021.	28
Figura 10. Capina com roçadeira na área experimental do abacaxizeiro variedade Turiaçu. Fonte: Lima, 2022.	29
Figura 11. Plantio de mudas: (A) e (B) mudas sendo plantadas em linhas duplas; (C) visão geral do experimento após o plantio das mudas e (D) detalhe do espaçamento entre mudas nas fileiras duplas. Fotos: Lima, 2021.	30
Figura 12. Representação da parcela experimental. Cada letra x representa uma planta, letras em vermelho representam as plantas da parcela útil. Fonte: Lima, 2021.	31
Figura 13. Aplicação de fertilizantes em adubação de cobertura no experimento aos 60 (A), 120 (B) e 240 (C) dias após o plantio. Fonte: Lima, 2022.	32
Figura 14. Aplicação do indutor flora no final da tarde (17h), aos 10 meses após plantio do abacaxizeiro Turiaçu. A foto central mostra detalhes da inflorescência. Fotos: Maria do Rosário, 2022.	33
Figura 15. Contagem do número de folhas durante avaliação biométrica das plantas aos 120 dias após o plantio. Fonte: Lima, 2022.	34
Figura 16. Aparência do fruto em ponto de colheita em diferentes parcelas (A e B) Fonte: Lima, 2022.	35
Figura 17. Transporte de frutos após a colheita (A), frutos colhidos e identificados dispostos na bancada do laboratório (B) e fruto sendo avaliado (C). Fonte: Lima, 2022.	36
Figura 18. Representação da amostragem para avaliação dos sólidos solúveis totais (°Brix) no suco de frutos de abacaxizeiro usando refratômetro manual (A) (Fonte: FILHO, 2016), amostra de suco colocada na lâmina do refratômetro manual para	

leitura dos SST (B) e leitura no refratômetro manual registrando 17 °Brix (C). Fonte: Lima, 2022.....	37
Figura 19. Variação no teor de potássio no solo em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	43
Figura 20. Variação no teor de sódio no solo em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	45
Figura 21. Variação no teor de potássio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	48
Figura 22. Variação no teor de cálcio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	50
Figura 23. Variação do teor de magnésio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	51
Figura 24. Variação do teor de ferro na folha D de plantas do abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a diferentes doses de potássio e 7,5 g planta ⁻¹ de nitrogênio em adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.....	53
Figura 25. Variação na largura da folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura quando usados 22,5 g planta ⁻¹ de N. Fonte: Lima, 2023.....	61
Figura 26. Equação de regressão para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu produzidos em função da dose de potássio (K) associado com 7,5 g de N planta ⁻¹ . Manaus, AM, 2023. Fonte: Lima 2023.....	68
Figura 27. Equação de regressão para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu produzidos em função da dose de potássio (K) associado com 15,0 g de N planta-1. Manaus, AM, 2023. Fonte: Lima, 2023.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características da variedade Turiaçu avaliadas em populações do Maranhão (Turiaçu-MA) e de Itacoatiara, Amazonas (Turiaçu-AM) e da cultivar Pérola. Fonte: Garcia et al. (2013), adaptado de Cabral et al. (2009)* e Araújo et al. (2012)**.	12
Tabela 2. Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu cultivado em Itacoatiara, Amazonas. Valores obtidos a partir da amostragem de sete plantas de diferentes áreas de cultivo. Fonte: Garcia et al. (2013).	15
Tabela 3. Resultado da análise química e física para caracterização inicial do solo da área experimental antes da aplicação da calagem, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, Manaus – AM, 2021.	26
Tabela 4. Probabilidade do teste F da análise de variância para pH, teores de macro e micronutrientes e matéria orgânica (MO), saturação por alumínio (m), capacidade catiônica a pH 7 (T) e saturação por base (V) no solo em função da adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.	40
Tabela 5. Valores médios de pH, teores de macro e micronutrientes e matéria orgânica (MO), saturação por alumínio (m), capacidade catiônica a pH 7 (T) e saturação por base (V) no solo em função da adubação com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.	41
Tabela 6. Probabilidade do teste F da análise de variância para teores de macro e micronutrientes na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.	46
Tabela 7. Médias para teores de macro e micronutrientes na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.	47
Tabela 8. Resumo da análise de variância para teores de ferro (mg kg^{-1}) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu com desdobramento para doses de nitrogênio (N) dentro de doses de potássio (K). Manaus, AM, 2023.	52
Tabela 9. Médias para teores de ferro (Fe) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K).	52
Tabela 10. Resumo da análise de variância para teores de ferro (g kg^{-1}) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu com desdobramento para doses de potássio (K) dentro de doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.	52
Tabela 11. Probabilidade do teste F da análise de variância para as características número de folhas (NF), comprimento da folha D (CFD), largura da folha D (LFD) e altura de planta (AP), avaliadas em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.	57
Tabela 12. Resumo da análise de variância para a característica largura da folha D (LFD) avaliadas em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu para desdobramento de doses de potássio (K) dentro de doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.	57
Tabela 13. Médias para as características número de folhas (NF), comprimento da folha D (CFD) e altura de planta (AP) avaliadas em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu adubadas com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM,	

2023.....	58
Tabela 14. Médias para a característica largura da folha D (LFD) (mm) avaliada em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu de acordo com os níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) recebidos. Manaus, AM, 2023.....	60
Tabela 15. Média da característica largura da folha D (LFD) avaliada em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu adubadas com diferentes doses de potássio (K) quando aplicados 22,5 g planta ⁻¹ de N. Manaus, AM, 2023.....	62
Tabela 16. Probabilidade do teste F da análise de variância para as características de fruto: comprimento do fruto com a coroa (CFCC), comprimento do fruto sem a coroa (CFSC), circunferência do fruto (CCF), relação comprimento/circunferência do fruto (RCCF), mass massa do fruto sem coroa (MFSC) e sólidos solúveis totais (SST), produzidos por plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.....	64
Tabela 17. Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.....	66
Tabela 18. Médias da característica teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus Brix, no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.....	67
Tabela 19. Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.....	67

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de abacaxi, com produção anual de 2,3 milhões de toneladas de frutos, atrás de Costa Rica, Indonésia e Filipinas (FAO 2021). Conforme levantamento da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2021), abacaxizeiro é cultivado em mais de 53.000 propriedades distribuídas em todas as regiões do Brasil, contudo, se destaca a produção do estado do Pará, como o maior produtor nacional, com 361.027 toneladas de fruto produzidas em 2021. Ainda de acordo com as estatísticas da PAM 2021, o Amazonas ocupa a 10^a posição em área plantada e a 11^a em volume de produção entre os estados brasileiros (IBGE 2021).

Em 2021 foram cultivados 2.389 ha e produzidas 41.357 t de frutos de abacaxi no Amazonas, com valor de produção estimado em R\$ 87,5 milhões, com destaque para os municípios de Itacoatiara e Careiro da Várzea, responsáveis por 65,3% e 11,8% da produção estadual, respectivamente. O município de Itacoatiara está na 9^a posição em área cultivada e na 12^a posição em volume de produção entre os municípios produtores no Brasil. Entre os cultivos temporários, no levantamento da PAM (IBGE 2021), o abacaxi se destacou como a segunda cultura com maior valor de produção no Amazonas, superado apenas pela mandioca. As estatísticas relacionadas a produção do abacaxi indicam a grande importância econômica e social que a cultura tem para o Amazonas (IBGE 2021).

Embora o Amazonas se destaque em área plantada e em produção de abacaxi no cenário nacional, a produtividade estimada dos plantios do estado é de 17,6 t ha⁻¹ ano⁻¹, a 22^a menor entre os estados brasileiros (IBGE 2021). O aumento de produtividade é a melhor estratégia para aumentar a produção e a renda do produtor de forma sustentável e sem a necessidade de expansão da área de cultivo. O aumento de produtividade pode ser obtido tanto pelo melhoramento genético, com desenvolvimento de cultivares mais produtivas, como pelo desenvolvimento de práticas de cultivo. Entre as práticas de cultivo, a adubação se destaca tanto pelo potencial de resposta como pelo custo que representa no sistema de produção do abacaxizeiro. Apesar da importância da cultura para o Amazonas, ainda não existem recomendações de adubação baseadas em resultados de pesquisas locais e com a variedade cultivada na região, a Turiaçu. Nos municípios de Itacoatiara e Careiro da

Várzea, responsáveis por mais de 75% da produção do Amazonas, os plantios comerciais são realizados em quase sua totalidade com a variedade local denominada popularmente de Turiaçu (não existe registro dessa variedade como cultivar no RNC/MAPA). De acordo com Garcia *et al.* (2013), estima-se que em 80 a 85% da área cultivada no estado do Amazonas seja utilizada a variedade Turiaçu.

As características botânicas e agronômicas da variedade Turiaçu cultivada em Itacoatiara, Amazonas, são muito semelhantes com as do abacaxizeiro cultivado no município de Turiaçu, Maranhão (Queiroz *et al.* 2013). A principal característica para a escolha dos produtores pela variedade Turiaçu é a baixa acidez dos frutos, o que lhes confere um sabor extremamente doce quando comparado a outras variedades e que o torna muito apreciado pelos consumidores. Devido a suas características, o abacaxi produzido na localidade de Novo Remanso, município de Itacoatiara, recebeu recentemente o selo de Indicação Geográfica na categoria indicação de Procedência pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI 2020).

O cultivo do abacaxizeiro Turiaçu no Amazonas é realizado com emprego de tecnologias recomendadas para a cultivar Pérola, como plantio em fileiras duplas, aplicação de indutores florais, preparo mecanizado do solo e adubação básica, isto porque poucos estudos específicos foram realizados para esta variedade. Recomendações de tecnologias a partir de estudos específicos com a variedade Turiaçu deverão proporcionar ganhos em produção e qualidade do fruto, com destaque para a adubação.

A adubação é um fator primordial para o sucesso de qualquer lavoura e, de acordo com Souza e Reinhardt (2009), o abacaxizeiro demanda quantidades de nutrientes que a maioria dos solos cultivados não consegue suprir integralmente, por isso, a adubação é considerada uma prática quase obrigatória nos plantios para comerciais. Devido à alta exigência, a adubação é um dos componentes com maior participação no custo de produção do abacaxizeiro, por isso, é importante que as dosagens recomendadas sejam suficientes para garantir a melhor produção quantitativa e qualitativa com o menor dispêndio de recursos para que o produtor tenha a melhor rentabilidade. Apesar da relevância da cadeia produtiva do abacaxi e da variedade Turiaçu para o estado do Amazonas e da importância da nutrição mineral para o sucesso do cultivo, faltam estudos em condições locais com a variedade sobre

os efeitos de fontes e doses de nutrientes na produção e qualidade de frutos, sendo este um importante problema para os produtores.

Os dois macronutrientes mais exigidos pelo abacaxizeiro são o nitrogênio (N) e o potássio (K), os quais têm efeito na produção e na qualidade dos frutos (Reis 2015). As fontes (formulação do fertilizante), doses e formas de aplicação de N e K, bem como, as condições pedoclimáticas e a relação com os demais nutrientes interferem no resultado da adubação nitrogenada e potássica sobre a produção e qualidade dos frutos de abacaxizeiro. Assim, estudos específicos são necessários em condições locais com a variedade Turiaçu para uma melhor gestão nutricional dos plantios.

Considerando que a maior parte da área plantada com abacaxizeiro no Amazonas utiliza a variedade Turiaçu, que a produtividade obtida no estado ($17,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e em Itacoatiara ($18,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) está abaixo da média nacional ($22,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), que não existem recomendações de adubação baseadas em estudos realizados com esta variedade nas condições locais e que o N e o K são os macronutrientes mais exigidos pela cultura, a hipótese deste projeto é de que é possível obter ganhos em produtividade e qualidade de fruto com a indicação de melhores doses desses nutrientes na adubação. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de N e K no desenvolvimento da planta e na produção e qualidade de frutos da variedade Turiaçu cultivada no município de Itacoatiara, Amazonas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos botânicos do abacaxizeiro

Os abacaxizeiros usados para produção de frutos comestíveis pertencem ao reino Plantae, classe Liliopsida, ordem Poales, família Bromeliaceae, gênero Ananas, espécie *Ananas comosus* (L.) Merril. O nome “abacaxi” tem origem indígena, oriundo de “iuaka’ti” que quer dizer fruta cheirosa, característica sensorial associada ao fruto quando maduro, sendo conhecida popularmente como abacaxi (no português brasileiro), piña (Espanhol) e pineapple (Inglês) (Souza *et al.* 2017). É uma planta monocotiledônea, herbácea e perene em condições naturais, adaptada a climas tropicais onde as temperaturas variam de 22 °C a 32 °C e a solos ácidos (pH de 4,5 a 5,5), bem drenados e de textura média ou arenosa, que facilitem o crescimento de suas raízes, que de modo geral, variam de 15 a 20 centímetros de comprimento (Santos 2023). A cultura também é muito exigente em luz e umidade, necessitando de 6 a 8 horas dia⁻¹ de exposição solar e ambientes com umidade relativa do ar em torno de 70% (Cardoso 2017). Períodos de umidade muito baixa (menos de 50%) podem causar fendilhamento e rachadura no fruto durante a fase de maturação (Souza e Reinhardt 2009).

O ciclo do abacaxizeiro é dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e propagativa (Ramos 2006). A primeira fase é a vegetativa ou de crescimento vegetativo (folhas), vai do plantio ao dia do tratamento da indução floral ou da iniciação floral natural. Entre o plantio e a iniciação da inflorescência, o crescimento ocorre nas raízes, no caule e no meristema foliar. A segunda fase é a reprodutiva ou de formação do fruto, tem duração bastante estável para cada região, variando de cinco a seis meses. A terceira fase é denominada propagativa ou de formação das mudas e apresenta sobreposição com a fase reprodutiva. Em condições de cultivo o abacaxizeiro é uma cultura temporária, com ciclo de produção do plantio até a colheita variando de 13 a 18 meses.

O sistema radicular do abacaxizeiro é do tipo fasciculado e se encontra na parte superficial do solo. A maior parte das raízes está situada nos primeiros 15 cm a 20 cm de profundidade (Ribeiro *et al.* 2011). O caule do abacaxizeiro, também chamado de talo, é curto e apresenta espessura grossa. O talo é a parte da planta que fica

parcialmente inserida no solo, onde ocorre o desenvolvimento radicular, e normalmente apresenta gemas axilares que posteriormente darão origem às mudas do tipo rebentão e filhote-rebentão (Figura 1) (Reinhardt e Cunha 2006). O caule pode ser aproveitado para extração de bromelina, enzima que favorece a digestão de proteínas e também tem efeitos medicinais contra dores e infecções. As folhas podem ser utilizadas para obtenção de fibras para produção de compósitos (Negrão *et al.* 2020). De alto valor dietético, a polpa do abacaxi é energética (150 cal por 200ml de suco), rica em vitaminas A, B1 e C, e contém bromelina (Ramos 2006). Acima do talo está localizado o pedúnculo, responsável por sustentar a inflorescência e posteriormente o fruto, no qual também são produzidas gemas axilares que dão origem às mudas chamadas de filhotes. Acima do fruto é gerada uma muda chamada de coroa, ela normalmente acompanha o fruto na comercialização (Matos *et al.* 2006).

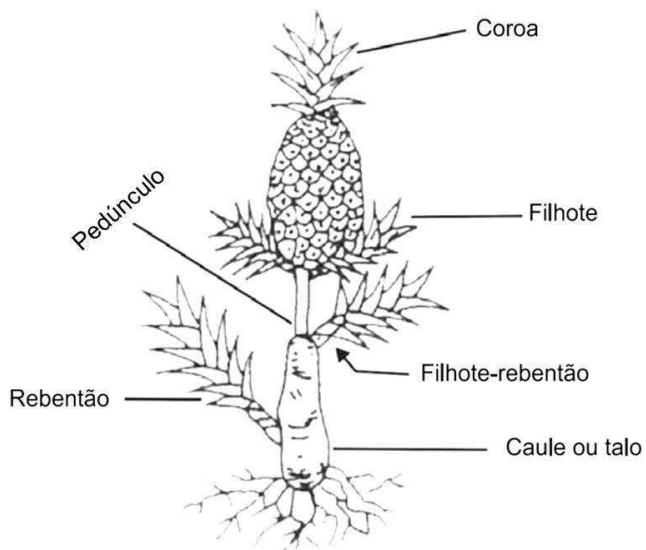


Figura 1. Tipos e posição das mudas de abacaxizeiro. Fonte: Matos *et al.* (2006).

Na fase adulta as plantas chegam a medir entre 0,80 m a 1,2 m de altura e 1,0 m a 1,5 m de diâmetro e possuem aproximadamente 70 folhas (Reis 2015). De acordo com a idade, as folhas do abacaxizeiro são classificadas em seis tipos (A a F), as folhas do tipo A são as mais velhas e localizadas na parte inferior da planta e as do tipo F as mais novas localizadas na parte superior da planta (Figura 2). A folha do tipo

D é a mais ativa e por isso utilizada para amostragem quando realizada a análise de tecido foliar para avaliação do estado nutricional da planta.

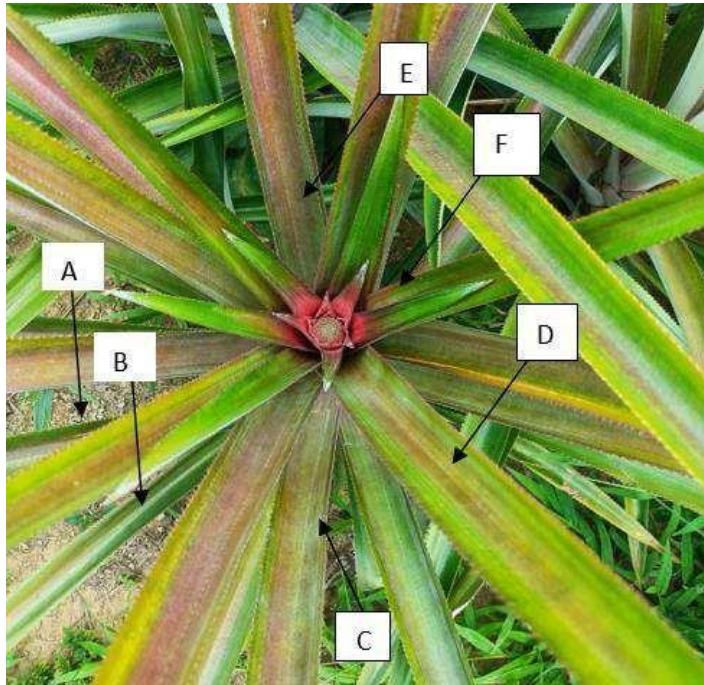


Figura 2. Disposição das folhas do abacaxizeiro. Fonte: Lima, 2022.

O processo de florescimento inicia quando ocorre redução na velocidade do crescimento vegetativo e aumento no acúmulo de amido nas folhas e no caule (Rodrigues *et al.* 2013). A floração do abacaxizeiro pode ser natural ou induzida artificialmente, prática adotada em plantios comerciais com o intuito de uniformizar e padronizar a frutificação (Carvalho *et al.* 2005). O carbureto de cálcio e o etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico) são os principais produtos usados para indução floral no abacaxizeiro (Carvalho *et al.* 2005; Gondim e Azevedo 2002; Lima *et al.* 2001) e, de modo geral, o efeito da indução é observado de 40 a 50 dias após a aplicação do indutor (Matos e Sanches 2011).

O fruto do abacaxi é caracterizado como sincarpo do tipo baga e é gerado a partir do agrupamento de 100 a 200 flores individuais com posição em espiral no pedúnculo (eixo central), sendo formado após a antese das flores (Matos *et al.* 2006)

(Figura 3 A). Frutos com fins comerciais para consumo raramente apresentam sementes e sua coroa é bem desenvolvida, em formato de roseta com brácteas foliáceas, podendo ser única ou múltipla (Figura 3 B) (Souza *et al.* 2017).



Figura 3. Agrupamento das flores no processo de formação do fruto do abacaxizeiro (A) e planta de abacaxizeiro com fruto maduro encimado pela coroa e mudas do tipo filhote na base do fruto (B). Fonte: Lima, 2023.

O estabelecimento de plantios comerciais de abacaxizeiro é realizado com mudas de propagação vegetativa (propagação assexuada) e, devido a autoincompatibilidade, não são formadas sementes nos frutos produzidos. Contudo, a reprodução do abacaxizeiro pode ocorrer de forma sexuada, com fecundação cruzada entre variedades ou espécies compatíveis e produção de sementes. A reprodução sexuada apresenta grande importância para os programas de melhoramento genético, pois permite a hibridação intra e interespecífica e a obtenção de populações segregantes para a seleção de genótipos com características desejadas. A partir de cruzamentos é possível associar produção e qualidade de frutos com características importantes para o produtor, como exemplo, resistência a fusariose e folhas sem espinhos (Teixeira *et al.* 2011).

A produção de frutos em plantas oriundas de sementes é mais tardia do que nas plantas obtidas por propagação vegetativa, a colheita dos frutos ocorrerá, aproximadamente, três anos e meio após a germinação das sementes, com variação

desse tempo em função da variedade e das condições ambientais (Eckenbrugge *et al.* 1993). Devido às características expostas, a propagação vegetativa é a forma utilizada para reprodução de mudas para o estabelecimento de plantios comerciais.

Diferentes tipos de mudas podem ser usados na propagação vegetativa do abacaxizeiro, como coroa, filhote, filhote-rebentão e rebentão. Contudo, predomina nos plantios comerciais o uso de mudas do tipo filhote, as quais são produzidas em grande quantidade pelas plantas, em geral, de 8 a 12 mudas por planta, as quais ficam no plantio após a colheita dos frutos. Mudas do tipo filhote apresentam desenvolvimento relativamente uniforme, o que facilita a prática de indução do florescimento, crescimento sincronizado com a inflorescência e, mesmo após a colheita do fruto, não produz enquanto estiver ligado à planta mãe (Matos 2015).

A coroa do fruto é o tipo de muda menos usado em plantios comerciais, pois esta acompanha o fruto para o comércio quando este é vendido no mercado *in natura* (principal forma de comercialização praticada no Brasil), limitando seu uso às regiões onde o fruto é destinado a indústria (Sanches e Matos 2013). Mudas do tipo filhote-rebentão e rebentão são produzidas em menor quantidade do que mudas do tipo filhote, sendo que, algumas cultivares ou variedades não apresentam esse tipo de muda, como a de Turiaçu. Além disso, a coroa é o único tipo de muda produzido pelo meristema apical, as demais são oriundas de gemas axilares, seu peso (75 a 200 g) é inferior ao dos outros tipos de mudas e seu crescimento é mais lento (frutificação mais tardia) e, embora apresente enraizamento mais rápido em razão da juvenilidade, é mais suscetível às podridões, principalmente à *Phytophthora parasitica* (Sanches e Matos 2013).

O filhote do tipo rebentão é a muda formada pela brotação de gemas axilares na região de inserção do pedúnculo no caule e apresenta características intermediárias das mudas do tipo filhote e rebentão, contudo, como é produzida em pequena quantidade pela planta, seu uso é limitado e inexpressivo no estabelecimento de plantios comerciais. O rebentão é formado a partir de gemas axilares localizadas nas bainhas das folhas e apresenta desenvolvimento menos uniforme dos que os demais tipos de mudas, o que resulta em plantio mais heterogêneo e com maior risco do florescimento precoce (ciclo natural mais curto do que os outros tipos de muda), pode inclusive produzir fruto ainda na planta mãe (soca ou segunda safra) (Lima *et*

al. 2001).

Além da propagação vegetativa do abacaxizeiro a partir dos diferentes tipos de muda produzidas pela planta, para fins de limpeza clonal de genótipos ou para acelerar a multiplicação inicial de novos genótipos obtidos pelo melhoramento genético, pode-se produzir mudas por micropropagação *in vitro*. Protocolos de micropropagação *in vitro* foram desenvolvidos para diversos genótipos de abacaxizeiro (Moraes *et al.* 2010), incluindo para variedade Turiaçu (Santos 2023).

2.2 Variedade Turiaçu cultivada no estado do Amazonas

Por ser uma espécie nativa, existem no Amazonas inúmeras variedades tradicionais de abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L) Merril), as quais são cultivadas por populações tradicionais e povos indígenas. Contudo, nos cultivos comerciais dos principais produtores de abacaxi do estado é usada quase que exclusivamente a variedade Turiaçu. A denominação Turiaçu conferida ao abacaxizeiro cultivado no Amazonas se deve a possível origem desse material, atribuída a introdução nas localidades de Novo Remanso e Vila do Engenho, município de Itacoatiara, a partir de mudas trazidas da região de Turiaçu, município do Maranhão (Queiroz *et al.* 2013). Itacoatiara é responsável pela maior parte da produção de abacaxi no Amazonas, 65% de acordo com dados da PAM (IBGE 2021), e nos plantios do município, concentrados nas localidades de Novo Remanso e Vila do Engenho, a variedade utilizada é a Turiaçu. Portanto, a maior parte da produção comercial de abacaxi no Amazonas é da variedade Turiaçu.

Na literatura são encontradas referências com uso dos termos variedade e cultivar para o abacaxizeiro Turiaçu. O termo cultivar derivou da língua inglesa das palavras “cultivated” e “variety”, com significado de “variedade cultivada” e distingue-se do termo variedade empregado em taxonomia, usado para identificar variações naturais que ocorrem dentro de uma espécie. De acordo com o Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (Brickell *et al.* 2009), o termo cultivar é empregado a “um conjunto de plantas que foi selecionado tendo em vista um atributo particular, ou combinação de atributos, e que é claramente distinto, uniforme e estável nas suas características e que, quando propagado pelos métodos apropriados, retém

essas características". Para variedades cultivadas que foram selecionadas no campo ao longo de gerações de cultivo pelos próprios produtores, comunidades tradicionais ou populações indígenas, usa-se o termo "variedades tradicionais".

No Brasil, os genótipos e fenótipos cultivados que apresentam características que o distinguem dos demais existentes, para que sejam devidamente reconhecidos como cultivar e possibilitem, por exemplo, a produção e comercialização de sementes ou mudas, necessitam ser registrados no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (RNC/MAPA). Nas regras estabelecidas para o registro de cultivares são definidas também as restrições para atribuição de nomes.

Ressalta-se que a atribuição de nomes a cultivares deve obrigatoriamente estar em conformidade com o estabelecido no Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas. Para registro no RNC/MAPA a cultivar deve ter nome único e informações de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) e caracterização para Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE), entre outras. Ressalta-se ser fundamental apresentar os descritores que diferenciam a cultivar para qual se solicita o registro no RNC/MAPA das demais cultivares ou plantas da mesma espécie, bem como, as características que apresenta e que justificam seu registro como cultivar.

Apesar do longo tempo de cultivo e das características do abacaxizeiro Turiaçu já serem bem conhecidas dos produtores, o fenótipo Turiaçu ainda não está registrado como cultivar no RNC/MAPA, ou seja, não foram ainda devidamente registrados os descritores que permitem diferenciá-lo das cultivares de abacaxizeiro já registradas no RNC/MAPA, bem como, a denominação Turiaçu não foi submetida a devida análise e aprovação.

Embora o abacaxizeiro Turiaçu ainda não esteja registrado no RNC/MAPA, recentemente, o abacaxi produzido no distrito de Novo Remanso, recebeu o selo de Indicação Geográfica (IG) na categoria Indicação de Procedência (IP) em reconhecimento a qualidade diferenciada do fruto produzido (INPI 2020). Apesar da IP representar reconhecimento de qualidade diferencial do abacaxi produzido na região, onde o material cultivado é o Turiaçu, essa atribuição não indica que as características diferenciais do produto são devidas ao genótipo cultivado, ou apenas

a ele, pois características edafoclimáticas e do processo de produção também são reconhecidas como especificidades que proporcionam atributos de qualidade ao produto. Considerando este contexto, no presente estudo optamos por usar a terminologia variedade e não cultivar para o abacaxizeiro Turiaçu cultivado no Amazonas.

Análise comparativa para características de planta e fruto do abacaxizeiro variedade Turiaçu cultivada no Amazonas e no Maranhão e a cultivar Pérola foi apresentada por Garcia *et al.* (2013). Em relação a cultivar Pérola, uma das mais cultivadas no Brasil, a variedade Turiaçu difere em características químicas do fruto, com maior teor de SST e menor acidez, nos frutos que são de forma cilíndrica e apresentam cor de polpa amarela, além de apresentar menor largura da folha D (Tabela 1). Os autores destacam que apesar das condições ambientais influenciarem nas características de planta e frutos do abacaxizeiro, as diferenças encontradas permitem constatar a similaridade entre a variedade Turiaçu cultivada nos Estados do Maranhão e Amazonas, bem como, diferenciá-la das principais cultivares usadas no país, como a Pérola.

Tabela 1. Características da variedade Turiaçu avaliadas em populações do Maranhão (Turiaçu-MA) e de Itacoatiara, Amazonas (Turiaçu-AM) e da cultivar Pérola. Fonte: Garcia *et al.* (2013), adaptado de Cabral *et al.* (2009)* e Araújo *et al.* (2012)**.

Característica	Turiaçu MA	Turiaçu AM	Pérola *
Forma predominante do Fruto	Cilíndrico	Cilíndrico	Cônico
Espinhos na folha	Presentes	Presentes	Presentes
Cor da folha (face superior)	Verde-escuro	Verde-escuro	Verde-escuro
Cor da polpa	Amarela	Amarela	Branca
Altura da planta (cm)	61,1 **	111,8	40
Comprimento da folha D (cm)	94,9	101,9	-
Largura da folha D (cm)	4,3	5,9	9,5
Número de folhas	61,6	34,8	-
Comprimento do pedúnculo (cm)	30,9	31,4	27,8
Diâmetro do pedúnculo (cm)	2,4	2,9	2,8
Número de flores na inflorescência	163,3	141,7	-
Número de filhotes	11,3 **	12,6	11
Comprimento da coroa (cm)	15	24,9	17,4
Peso da coroa (g)	100,3	115,6	83,8
Comprimento do fruto (cm)	19,9	21	18,6
Diâmetro mediano do fruto (cm)	10,4 **	11	12,6
Diâmetro do eixo do fruto (cm)	2,5 **	1,9	2,4
Peso do fruto sem coroa (g)	1376,9	1536,5	-
Peso do fruto com coroa (g)	1477,2	1652,2	1650
Sólidos solúveis totais (ºBrix)	16,0 **	16,5	13,7
Acidez titulável (ácido cítrico)	0,38 **	0,35	0,42
Relação SST/Acidez	42,1	46,3	32,6

Ainda não existe estudo sobre a similaridade ou divergência genética entre as populações da variedade Turiaçu cultivadas no Maranhão e no Amazonas, bem como, este aspecto ainda não foi explorado dentro dos cultivos da variedade no Amazonas. No Maranhão, Abreu *et al.* (2017) estudaram a variabilidade genética entre clones obtidos a partir de 19 plantas selecionadas em plantio da variedade Turiaçu. Na

seleção foram escolhidas pela análise visual plantas que se destacaram para características físicas do fruto. Os autores identificaram existência de variabilidade genética para massa do fruto com coroa, massa do fruto sem coroa, massa da coroa, massa da polpa do fruto, altura de planta, número de mudas tipo filhote e resistência a Fusarium, já para sólidos solúveis totais e acidez total titulável no suco da polpa do fruto não foi verificada variabilidade genética significativa. Apesar da amostragem restrita, os autores demonstraram que existe variabilidade genética no fenótipo identificado como variedade Turiaçu cultivado no Maranhão, assim, com possibilidade de obter ganho genético por seleção.

Conforme informações do IDAM, a classificação do abacaxi nas regiões produtoras da variedade Turiaçu no estado do Amazonas é uma adaptação da classificação de CQH/CEAGESP (2003), e se dá pelo tamanho e peso do fruto, em cinco tipos: a) Ferrão – frutos com altura de 26 cm e peso de 2,1 kg a 2,5 kg; b) Médio - frutos com altura de 21 cm e peso entre 1,5 kg a 2,0 kg; c) Melhorado - frutos com altura de 19 cm e peso entre 1,0 kg a 1,4 kg, d) Miúdo bom - fruto com altura de 17 cm e peso entre 600 g à 900 g e, e) Chibiu – fruto com altura de 13 cm e peso entre 400 g a 600 g. De acordo com observações de Garcia *et al.* (2013), a massa média dos frutos produzidos nos cultivos da variedade Turiaçu em Itacoatiara, Amazonas, é de 1,65 kg para fruto com a coroa e 1,54 kg sem a coroa, o que indica que em termos médios os frutos produzidos são de boa qualidade quanto a massa.

A produção de mudas tipo filhote na variedade Turiaçu também apresenta uma diferença importante em relação ao verificado nas principais cultivares usadas nos cultivos comerciais no Brasil. Na variedade Turiaçu, as mudas do tipo filhote estão inseridas muito próximas a base do fruto, por isso, a colheita geralmente não é como normalmente realizada nos plantios comerciais das principais cultivares, pela quebra do pedúnculo que sustenta o fruto. Para a colheita dos frutos da variedade Turiaçu os produtores retiram os frutos junto com os filhotes, cortando o pedúnculo abaixo da inserção destes. Nas cultivares em que o pedúnculo na base do fruto fica mais exposto, a colheita é feita pela quebra deste, permanecendo as mudas do tipo filhote na planta. A prática de colheita como adotada na variedade Turiaçu tem como inconveniente perda de qualidade na seleção de filhotes, pois estes geralmente são amontoadas para uso posterior, o que causa o amarelecimento das folhas e aumenta

os riscos de disseminação de pragas e doenças (Reinhardt e Cunha 2006).

Alguns autores, como Garcia *et al.* (2013), Melo *et al.* (2012) e Oliveira (2019) apresentaram informações relacionadas ao manejo e as características de planta e fruto dos plantios comerciais da variedade Turiaçu no Amazonas, contudo, ainda são poucos os estudos sobre a variedade nas condições locais, faltam informações relacionadas aos aspectos botânicos e manejo, entre outras, que possam contribuir para aumento de produtividade e qualidade de frutos com melhor custo-benefício ao produtor.

Quanto ao manejo nutricional dos plantios da variedade Turiaçu no Amazonas, Garcia *et al.* (2013) apresentaram análise do teor de nutrientes na folha D de plantas de sete diferentes áreas de cultivo e compararam com níveis considerados adequados de acordo com Malavolta *et al.* (1997) (Tabela 2). Apenas para os teores de Ca, Mn e Zn os autores encontraram níveis adequados na folha D da planta, para os demais nutrientes os valores encontrados estavam abaixo do considerado adequado para a cultura. Variação muito alta entre as amostras ($CV > 30\%$) foi verificada para os nutrientes Ca, Mg, Fe e Mn, alta ($CV 20$ a 30%) para P e S e média ($CV 10$ a 20%) para N, K, B, Cu e Zn, demonstrando expressiva variação nas condições nutricionais dos diferentes plantios. Os resultados indicaram também desequilíbrio entre níveis dos macronutrientes N, P, K e Mg e dos micronutrientes B e Cu absorvidos pelas plantas e relações N:K e K:Mg abaixo dos valores adequados. Os sintomas de deficiência verificados como mais comuns foram de K e Mg. Esses resultados indicam que são necessários estudos sobre a nutrição mineral e adubação da variedade Turiaçu, com uso de diferentes fontes e doses de nutrientes, para que seja possível fazer recomendações de adubação que permitam que as plantas expressem seu potencial genético de produção e qualidade de fruto ao mesmo tempo que proporcionem o melhor custo benefício para o produtor.

Tabela 2. Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu cultivado em Itacoatiara, Amazonas. Valores obtidos a partir da amostragem de sete plantas de diferentes áreas de cultivo. Fonte: Garcia *et al.* (2013).

Nutriente	Nível Ideal	Variedade Turiaçu			
		Média	Máximo	Mínimo	CV (%)
N	20 a 22	16,8 B	21,7	12,0	19,6
P	2,1 a 2,3	1,0 B	1,4	0,7	21,6
K	25 a 27	18,2 B	23,2	14,1	17,5
Ca	3 a 4	3,5 N	5,7	2,4	35,2
Mg	4 a 5	2,5 B	3,6	1,8	31,9
S	2 a 3	1,0 B	1,4	0,6	28,2
B	30 a 40	21,0 B	25,2	18,6	11,6
Cu	9 a 12	3,2 B	4,1	2,4	18,6
Fe	100 a 200	74,4 B	138,9	42,2	45,1
Mn	50 a 200	106,5 N	161,2	54,6	36,3
Zn	10 a 15	10,3 N	12,3	7,5	16,5

N = normal e B = abaixo do nível ideal de acordo com Malavolta *et al.* (1997).

2.3 Nutrição mineral do abacaxizeiro

A gestão da nutrição mineral deve ser realizada em função do atendimento das necessidades nutricionais das plantas, com retorno em produção economicamente viável e com menores perdas de nutrientes por processos de lixiviação e volatilização. Apesar da importância da nutrição mineral da planta para o bom desempenho produtivo e econômico da cultura, ainda não existe recomendação de adubação para o abacaxizeiro variedade Turiaçu no Amazonas. Destaca-se ainda que ocorre variação no acúmulo de nutrientes extraído pelo abacaxizeiro de acordo com a cultivar utilizada, assim, o uso de recomendações feitas para outros materiais genéticos ou condições ambientais pode não ser adequado para a variedade.

O abacaxizeiro tem elevado grau de exigência nutricional em comparação com outras culturas perenes ou anuais. As exigências do abacaxizeiro em nutrientes

obedecem a seguinte ordem decrescente K>N>Ca>Mg>S>P para macronutrientes e Cl>Fe>Mn>Zn>Cu>B para os micronutrientes. Dessa ordem, uma adubação equilibrada propicia maiores produções e a obtenção de frutos de melhor qualidade e plantas mais resistentes a pragas e doenças (REIS, 2015). De acordo com Souza e Reinhardt (2009), em termos médios, a cultura do abacaxizeiro extrai por hectare: 178 kg de N, 21 kg de P (48 kg de P₂O₅) e 445 kg de K (536 kg de K₂O) resultando numa relação média de extração de 1,0:0,12:2,5, para N:P:K e 1,0:0,27:3,0, para N:P₂O₅:K₂O.

Na cultura do abacaxi é recomendado que a dose total do fósforo seja aplicada antes do plantio ou no momento da primeira adubação em cobertura, já o nitrogênio e potássio devem ser aplicados em cobertura, em quatro aplicações em cobertura após o plantio, sendo a primeira entre o 1º e 2º mês, a segunda entre o 4º e 5º mês, a terceira entre o 6º e 7º mês e a última entre o 8º e 9º mês (Souza e Reinhardt 2009). A aplicação dos fertilizantes de forma parcelada ao longo do ciclo da cultura do abacaxizeiro é recomendada para otimizar a disponibilidade de nutrientes para as plantas de acordo com sua necessidade e reduzir as perdas por processos como lixiviação e volatilização.

Para cultivar de abacaxizeiro BRS Imperial, Oliveira (2014) recomendou a aplicação do fósforo e FTE na adubação de plantio e, em cobertura, o parcelamento das doses totais de N e K em quatro aplicações (proporções da dose total): 60 (19% da dose), 120 (25% da dose), 180 (28% da dose) e 270 dias (28% da dose). Os períodos e doses usadas no parcelamento da adubação de cobertura devem considerar as condições de clima (interferem no ciclo da cultura e nos processos de perda de nutrientes) e do solo (fertilidade, textura, etc.).

Os sais de potássio de alta solubilidade, como o Cloreto de Potássio (KCl), conferem à solução do solo altos teores de potássio e, com isto, este elemento fica propício a ser lixiviado. Já o Nitrogênio, além da perda por lixiviação pode também ser perdido por volatilização, neste caso, um fator muito importante para reduzir a perda é a aplicação do fertilizante com umidade adequada do solo (Raij 2011).

Durante o processo produtivo é preciso acompanhar o estado nutricional das plantas por meio das análises de solo e folha e identificar os pontos críticos para fazer

adubações necessárias para a adequada nutrição da planta. Plantas bem nutridas tornam-se mais resistentes ao ataque de patógenos, requerem menos tratamentos fitossanitários e permitem redução do uso de agrotóxicos (Ramos 2006).

Na literatura as indicações de teores foliares de macronutrientes e micronutrientes adequados para o abacaxizeiro referem-se a padrões estabelecidos para variedades e condições edafoclimáticas específicas, por isso, existe grande variação nesses padrões.

2.3.1 Nutrição Nitrogenada

O N é constituinte de aminoácidos e proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucléicos, enzimas e coenzimas, vitaminas, glicoproteínas e lipoproteínas, sendo responsável pelo crescimento vegetativo das plantas e no solo está presente, principalmente, na forma orgânica (Oliveira *et al.* 2021). Em ordem decrescente de exigência, o N é o segundo macronutriente mais exigido pelo abacaxizeiro, participa de processos fisiológicos vitais da planta, na composição celular, em reações bioquímicas e está relacionado a massa e tamanho da planta e do fruto. A relação do N com o crescimento vegetal está relacionada a sua participação na constituição dos aminoácidos e ácidos nucléicos e também da molécula da clorofila (Taiz *et al.* 2017).

Na nutrição do abacaxizeiro o N é importante para garantir alta taxa de crescimento das plantas e produção de frutos de boa qualidade. Além disso, o N desempenha um papel importante na fotossíntese e na saúde geral da planta (Choo *et al.* 2022). A influência do nitrogênio sobre a cultura do abacaxizeiro está mais relacionada com o desenvolvimento vegetativo do que com os aspectos qualitativos da produção, por outro lado, o elemento também pode influenciar significativamente a qualidade dos frutos (Reis 2015). O fornecimento equilibrado de nitrogênio favorece o crescimento e a formação de novas folhas e raízes na planta. Nos tecidos meristemáticos promove intensa síntese de ácidos nucleicos e proteínas o que resulta em crescimento vigoroso da planta, porém, a deficiência inibe o crescimento da planta, promove redução do número e tamanho de folhas e da produtividade (Rios 2017).

Em estudo conduzido por Ramos *et al.* (2009) foi observado que plantas de

abacaxizeiro sob déficit de N produziram frutos pequenos, com teor de 6,8 g kg⁻¹ de N na massa seca da folha D na época da colheita. Maeda *et al.* (2011) usaram doses crescentes de N (0, 140, 280 e 420 Kg ha⁻¹) em plantas de abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne e verificaram incremento significativo no teor de N no tecido foliar com o aumento dos teores de N aplicados na adubação.

Em cultivo de abacaxizeiro em solução nutritiva, quando o N está deficiente, as folhas são verdes amareladas a amarelas (Ramos 2006). Em condições de campo, na deficiência de N as folhas mais velhas da planta permanecem verdes por causa do sombreamento mútuo das folhas mais baixas e mais velhas adjacentes, mesmo que este nutriente lhes seja removido. Plantas com deficiência de N têm crescimento lento, são raquíticas e atrasam sua frutificação. Bhugaloo *et al.* (1999) citam que na ausência de N houve redução no comprimento médio da folha D e do fruto. O N também tem efeito marcante na coloração da polpa, que parece se tornar mais escura com doses elevadas do nutriente. Plantas cultivadas sob deficiência de N produzem frutos coloridos e deformados (Gonçalves *et al.* 2020).

Embora na literatura seja relatada diminuição da produção de frutos e redução do teor de açúcares da polpa dos frutos em cultivos de abacaxizeiro com deficiência de N, Gonçalves *et al.* (2020) relataram resultados discordantes, relacionando deficiência de N a frutos muito doces.

Em caso de deficiência severa de N em abacaxizeiro, as raízes das plantas crescem muito pouco, os teores de clorofila e proteína diminuem, a planta pode não produzir fruto e, numa deficiência extrema, ocorre a morte. A deficiência de N provoca redução do crescimento vegetativo da folha D e no fruto acarreta redução do peso fresco, comprimento e diâmetro; aumenta a firmeza, acidez e teor de vitamina C da polpa; diminui o pH e a coloração da polpa e reduz a relação sólidos solúveis totais/acidez titulável. Plantas com deficiência de N podem apresentar clorose generalizada e necrose no ápice das folhas mais velhas da planta e clorose nas folhas da coroa dos frutos, os quais podem apresentar branqueamento de polpa (Oliveira 2014).

2.3.2 Nutrição Potássica

Os solos de regiões tropicais podem apresentar baixos níveis de K disponível, por outro lado, este é o nutriente mais requerido pelo abacaxizeiro, portanto, para obter boa produtividade e qualidade de frutos é necessário o fornecimento desse nutriente pela adubação. O K é um nutriente essencial e também o cátion mais abundante nas plantas, mas ele não é constituinte de nenhuma molécula orgânica ou da estrutura vegetal. O potássio é importante na síntese de proteínas e apresenta funções no metabolismo da planta, atuando como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese, respiração, metabolização do nitrogênio, resistência a estresses, crescimento meristemático e translocação de solutos, atua também no controle da abertura de estômatos e desempenha papel fundamental na regulação do potencial osmótico das células vegetais (Rios 2017).

As principais funções do K nas plantas são translocação de açúcares, abertura e fechamento de estômatos e regulação osmótica da célula. A alta concentração do K no citoplasma e nos cloroplastos tem a função de neutralizar ânions macromoleculares solúveis e insolúveis e estabilizar o pH entre 7 e 8 nestes compartimentos, beneficiando a maioria das reações enzimáticas; além disso, sua atuação no carregamento e transporte da sacarose no floema influencia diretamente na taxa de transporte dos fotoassimilados da fonte para o dreno (Oliveira *et al.* 2015).

O potássio está relacionado com a qualidade do fruto do abacaxizeiro, contribuindo para aumento do teor de sólidos solúveis (SS) na polpa e também para a produtividade (Souza *et al.* 2017). Em estudo realizado por Teixeira *et al.* (2011) foi verificada resposta positiva em produção de plantas de abacaxizeiro com aplicações de doses crescentes de K, bem como, que o fornecimento do macronutriente na forma de K_2SO_4 mostrou melhores resultados do que com KCl, que apresentou efeitos prejudiciais associados ao excesso de cloro.

O suprimento insuficiente de K reduz a produtividade e a qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro, bem como, a resistência das plantas a estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (frio e seca). Em condições drásticas de deficiência de K o teor de putrescina chega a superar 1% (com base na matéria-seca), representando 10% do N total. A deficiência de K pode reduzir a fotossíntese e o

crescimento da planta e a massa do fruto, sendo a adubação com nível adequado de K um dos principais fatores responsáveis pela elevação da massa do abacaxi (Teixeira *et al.* 2011).

Na deficiência de K, inicialmente, observa-se que as folhas mais velhas permanecem verdes e secam as pontas, depois, surgem áreas com necrose na superfície foliar e desenvolvem-se pintas amarelo-pálidas. Com agravamento da deficiência as folhas apresentam manchas amarelas, algumas delas, vermelho-brilhante e, no final dos sintomas, as folhas velhas tornam-se marrons e secam, enquanto as folhas novas passam para cor marrom avermelhada, com acentuada queimadura no ápice, podendo ocorrer quebra do tecido de sustentação das folhas, as quais ficam pendentes (Bartholomew 2003).

As plantas deficientes de potássio têm porte ereto, o pedúnculo do fruto apresenta diâmetro reduzido, assim como é reduzido tamanho do fruto (comprimento e diâmetro), o qual não amadurece completamente na parte superior, e a acidez da polpa aumenta (Ramos *et al.* 2009). A deficiência de K provoca redução da relação SST/ATT na polpa dos frutos e os teores de Mg na planta aumentam, por outro lado, com o aumento da dose de cloreto de potássio ocorre redução dos teores foliares de Ca e Mg (Ramos 2006). Devido ao forte antagonismo entre o K e o Mg no processo de absorção pela planta, com a elevação da dose de K ocorre redução da absorção do Mg. Tal efeito foi observado por Souza *et al.* (2002) em abacaxizeiro Pérola, onde verificaram reduções nas concentrações de Ca e Mg na folha D com doses crescentes de K na adubação.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2020), o K eleva o teor de vitamina C na polpa dos frutos, que por sua vez reduz as quinonas produzidas pela oxidação enzimática, convertendo-se em ácido de-hidroascórbico e atuando como inibidor da atividade da enzima polifenoloxidase, responsável pelo escurecimento interno. Assim, é possível que a deficiência de K possa desencadear o aparecimento dos sintomas do escurecimento interno na polpa do abacaxi. Segundo Ramos (2006), a deficiência de K provoca redução da percentagem de suco, sólidos solúveis totais e pH da polpa dos frutos; entretanto, aumenta a firmeza da polpa. Ainda de acordo com o autor, com uma concentração de 11,6 g kg⁻¹ de K na folha D, é possível observar o início do sintoma visual do estreitamento foliar.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes doses dos nutrientes nitrogênio e potássio no desenvolvimento da planta, produtividade e qualidade de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu cultivado no Amazonas nas condições de Manaus.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito de doses de nitrogênio e potássio aplicados em adubação de cobertura do solo no desenvolvimento da planta.

Avaliar o efeito de doses de nitrogênio e potássio aplicados em adubação de cobertura do solo nos teores de macro e micronutrientes na planta.

Avaliar o efeito de doses de nitrogênio e potássio aplicados em adubação de cobertura do solo na produtividade e qualidade de frutos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material vegetal

O experimento foi estabelecido com mudas do tipo filhote do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merril) variedade Turiaçu cultivada no Amazonas. As mudas foram obtidas em área de produtor da comunidade Vila do Engenho, no município de Itacoatiara, AM, a cerca de 270 km de distância de Manaus. Ainda na área do produtor foi realizada a cura das mudas, onde as mudas são colocadas ao sol, com a base virada para cima, durante aproximadamente 5 a 10 dias, visando reduzir infestação por cochonilhas, ajudar na cicatrização e eliminar umidade (controle de virose e podridão). As mudas selecionadas para o experimento apresentavam entre 25 a 35 cm, aspecto sadio, sem sintomas aparentes de deficiência de nutrientes ou de pragas ou doenças. (Figura 4).



Figura 4. Mudas filhotes da variedade Turiaçu, adquiridas de produtor da comunidade Vila do Engenho, no município de Itacoatiara, AM, a cerca de 270 km de distância de Manaus, arrumadas em pacotes de 50 mudas (A) para transporte (B). Fonte: Maria do Rosário, 2021.

4.2 Área experimental

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no km 29 da Rodovia AM-010, município de Manaus, Amazonas, Brasil, na latitude 2°53'29,74" S e longitude 59°58' 10,79" O e altitude de 100 m acima do nível do mar (Figura 5). O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo (Rodrigues *et al.* 1972). O clima é do tipo “Afi” na classificação de Köppen, a precipitação anual é de aproximadamente 2.450 mm, com período úmido de dezembro a maio, período de seca suave ou moderada entre julho a setembro, transição para o período seco em junho e para o período chuvoso em outubro (Antonio 2017).



Figura 5. Imagem de satélite da área experimental Embrapa. Fonte <https://www.google.com.br/maps/@-2.8915771,-59.9699285,161m>.

O plantio das mudas foi realizado em outubro de 2021 e a coleta dos frutos concluída em janeiro de 2023. A distribuição das médias mensais de precipitação, temperatura e insolação no período são apresentadas na Figura 6. Na Figura 7 são apresentadas as variáveis climáticas referentes a valores médios de 10 anos (2013 a 2023) e do período de realização do experimento (outubro de 2021 a janeiro de 2023), incluindo precipitação (mm mês^{-1}), insolação (h mês^{-1}) e temperaturas máximas e mínimas ($^{\circ}\text{C}$).

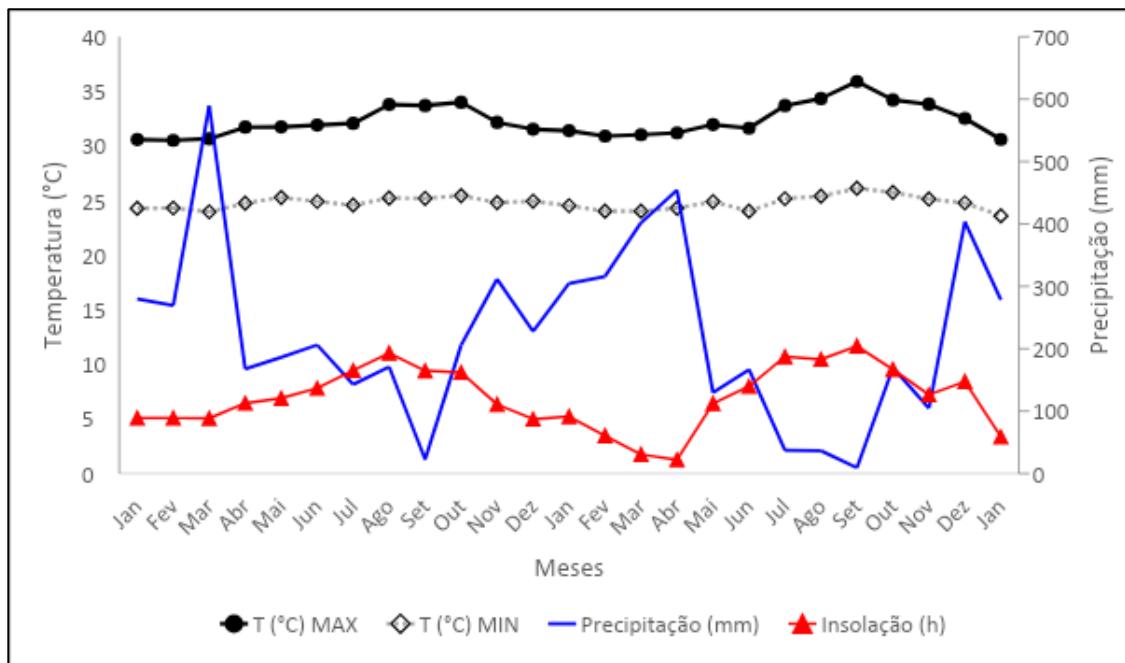


Figura 6. Precipitação pluvial mensal acumulada (mm mês^{-1}), temperaturas máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e insolação (h mês^{-1}) abrangendo o período de janeiro de 2021 a janeiro de 2023, Manaus, AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Manaus, AM (2023).

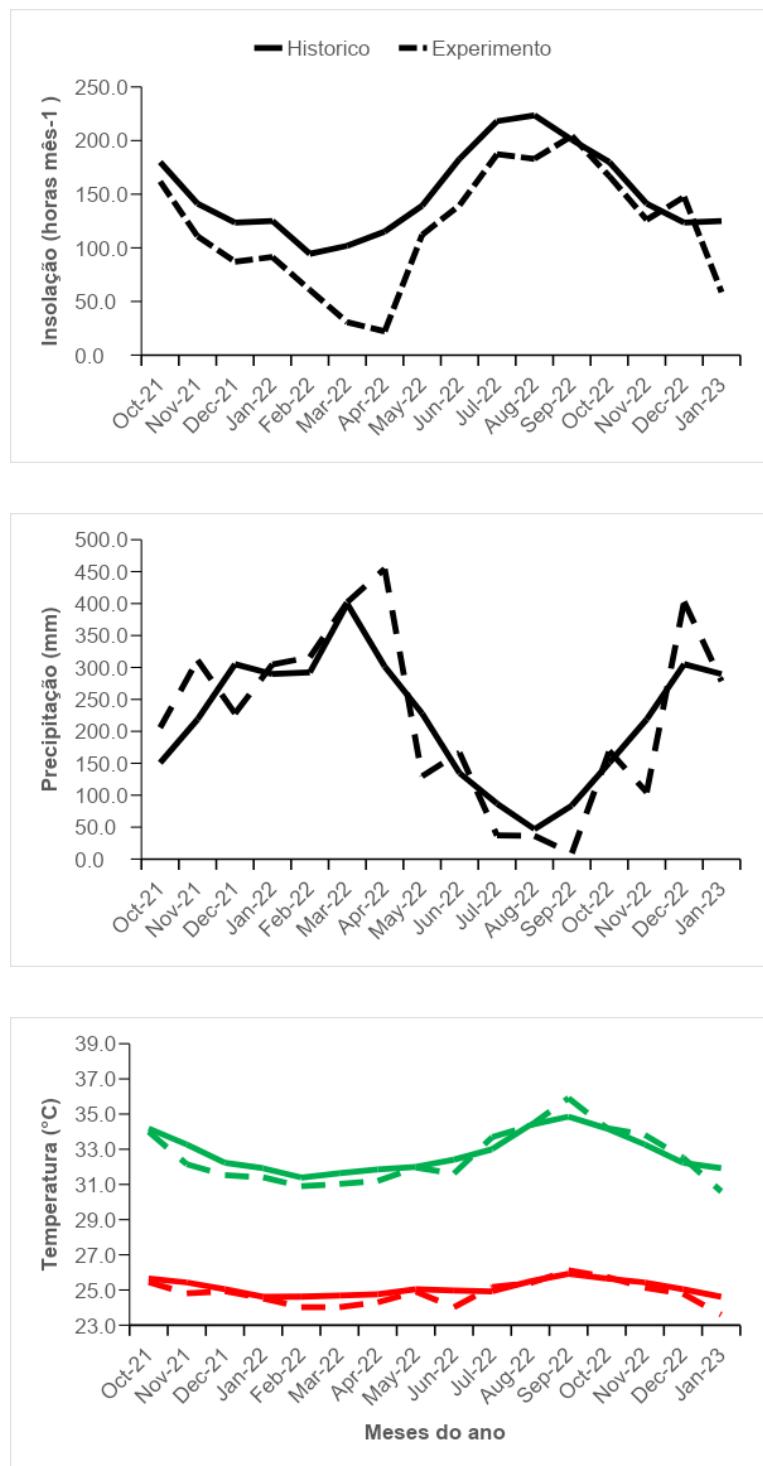


Figura 7. Insolação (A), precipitação (B) e temperaturas máximas (verde) e mínimas (vermelho) (C) durante o período de realização do experimento e valores médios no período de 2013 a 2023, Manaus, AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Manaus, AM (2023).

4.3 Análise de solo

Amostras de solo da camada de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm de profundidade foram coletadas e analisadas para atributos químicos e físicos para definir doses de calcário e fertilizantes utilizados no experimento. A amostra foi secada ao ar, destorronada e passada em peneira de 2mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As análises para determinação dos atributos químicos: pH (H₂O), Al, Ca, Mg e K trocáveis, P disponível e C orgânico, micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn) e físicos (areia, argila e silte), foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, segundo metodologias propostas pelo Manual de Análises de Solos da Embrapa (Texeira *et al.* 2017).

Foi constatada a necessidade de calagem, uma vez que a saturação por bases V (%) de 27% (Tabela 3) está abaixo da considerada adequada para a cultura do abacaxizeiro, que é de no mínimo 50% (Sousa 2000; Sousa e Oliveira 2021). A análise física demonstrou para a profundidade de 0 a 20 cm, que o solo da área experimental tem 139,7 g kg⁻¹ de areia total, 145,3 g kg⁻¹ de silte e 715,0 g kg⁻¹ de argila, classificando-o em relação à textura como um solo muito argiloso (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado da análise química e física para caracterização inicial do solo da área experimental antes da aplicação da calagem, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, Manaus – AM, 2021.

Prof. (cm)	Análise química																
	pH	C	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	V	m	Cu	Fe	Mn	Zn
	H ₂ O	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%		mg dm ⁻³			
0-20	4,9	22,7	39,0	15	32	4	0,89	0,25	0,29	3,30	1,24	27,3	19,0	0,76	173	1,7	2,7
20-40	4,8	17,4	29,9	13	21	4	0,92	0,23	0,36	4,09	1,22	23,0	22,8	0,99	167	2,8	3,2
Análise física (granulometria)																	
Areia grossa		Areia fina		Areia total		Silte		Argila		Classificação textural do solo							
	2,00-0,20 mm		0,20-0,05 mm		2,00-0,05 mm		0,05-0,002 mm		< 0,002 mm		(g kg ⁻¹)						
0-20	104,6		35,2		139,8		145,3		715,0		Muito argiloso						
20-40	74,1		26,9		101,0		143,3		755,8		Muito argiloso						

4.4 Preparo da área

O preparo do solo para o plantio foi mecanizado, com arado de disco (uma passagem) e grade aradora (duas passagens) (Figura 8). A correção da acidez do solo foi realizada dois meses antes do plantio com 250 kg de calcário dolomítico (70% de PRNT), aplicados a lanço, equivalente a $1,4 \text{ t ha}^{-1}$, definida de acordo com os resultados da análise de solo, pelo método de saturação por base, conforme recomendado para a cultura (Sousa 2000). O plantio das mudas foi realizado em outubro de 2021, com aplicação de 10 g de SFS e 5 g de FTE BR12 por cova de plantio.



Figura 8. Implementos agrícolas usados para o preparo da área de plantio: grade aradora (A), arado de discos (B) e o solo em preparo (C). Fonte: Lima, 2021.

4.5 Tratos culturais

Aos 18 dias antes do plantio foi realizada a aplicação do produto Boral® 500 SC (princípio ativo: Sulfentrazona), um herbicida pré-emergente de ação sistêmica, registrado para o controle de plantas daninhas no cultivo do abacaxizeiro (MAPA 2022). O produto foi aplicado por via terrestre, com pulverizador costal (0,8 L do p.c. ha^{-1}), conforme recomendações da bula do produto para a cultura do abacaxizeiro, sobre o solo adequadamente preparado pela gradagem, limpo e úmido (Figura 9). A aplicação do herbicida pré-emergente antes do plantio foi realizada para controlar as plantas daninhas no período crítico de competição com o abacaxizeiro, quando a

competição é mais forte e prejudicial ao desenvolvimento da planta, que corresponde aos primeiros meses após o plantio, período de enraizamento e crescimento lento do abacaxizeiro.



Figura 9. Solo preparado, limpo e úmido (A), pronto para a aplicação do herbicida pré-emergente (Boral® 500 SC), realizado nas primeiras horas da manhã (entre 7 a 8 horas) com a ajuda de um pulverizador costal (B). Fotos: Maria do Rosário, 2021.

No decorrer do cultivo, o controle das plantas daninhas foi realizado conforme necessário, com capinas manuais e mecanizadas com roçadeiras (Figura 10). A ocorrência de problemas fitossanitários (incidência inferior a 0,5% das plantas) não demandou controle envolvendo a aplicação de produtos fitossanitários. Os casos isolados de ocorrência de plantas doentes, optou-se pela erradicação da planta.



Figura 10. Capina com roçadeira na área experimental do abacaxizeiro variedade Turiaçu. Fonte: Lima, 2022.

4.6 Plantio das Mudas

As mudas foram plantadas no dia 06 e 07 do mês de outubro de 2021, em covas com 15 cm de profundidade, abertas com boca de lobo e espaçamento em linhas duplas. O espaçamento adotado foi de 0,90 m entre as linhas x 0,40 m entre linhas duplas x 0,35 m entre as plantas na linha, o que corresponde a população de 43.956 planta ha⁻¹ (Figura 11). O plantio das mudas nas linhas dentro da linha dupla foi recuado em uma delas, de modo que a posição das plantas da mesma fileira das linhas fosse desencontrada, formando um triângulo.

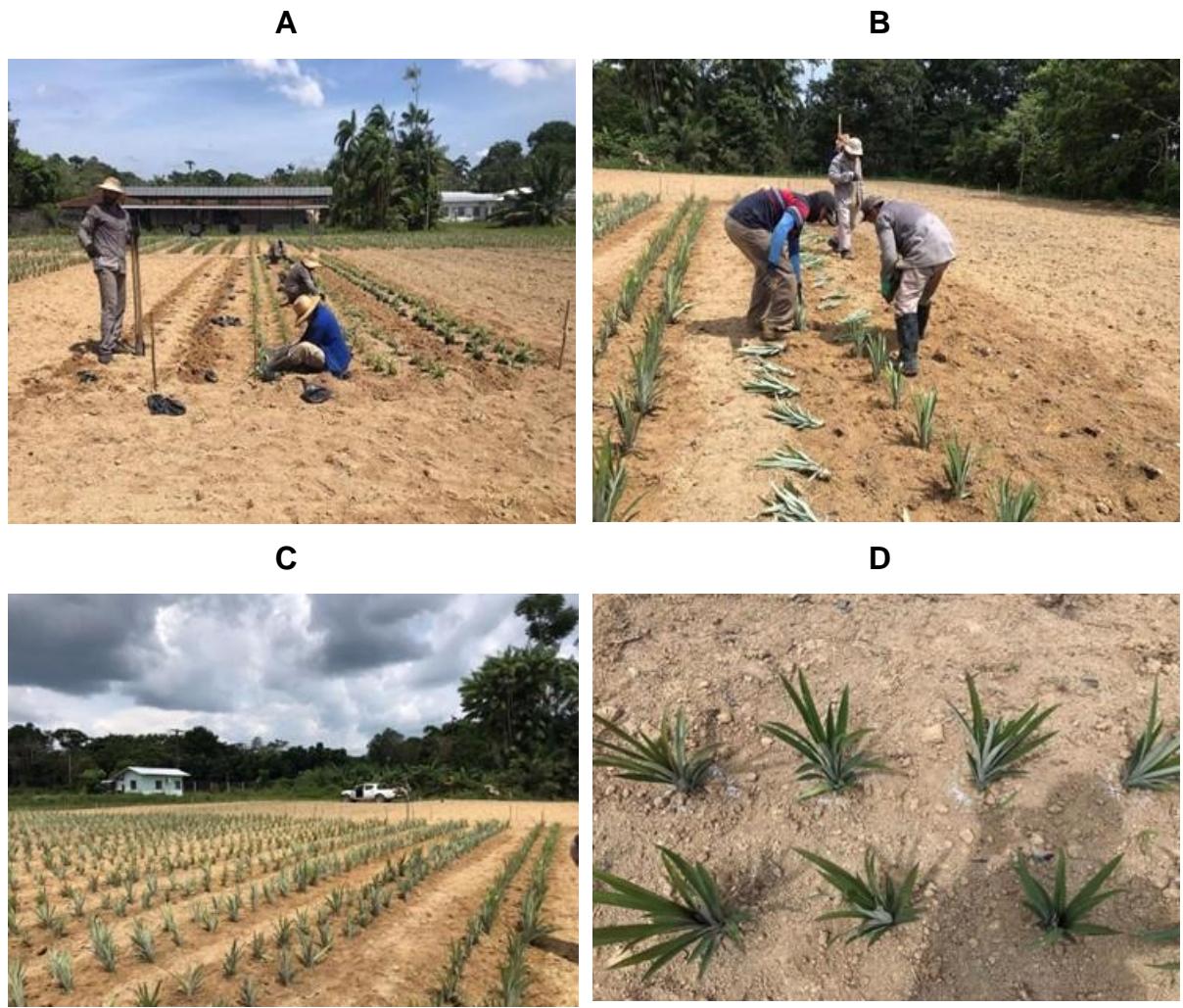


Figura 11. Plantio de mudas: (A) e (B) mudas sendo plantadas em linhas duplas; (C) visão geral do experimento após o plantio das mudas e (D) detalhe do espaçamento entre mudas nas fileiras duplas. Fotos: Lima, 2021.

4.7 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento blocos casualizados completos em esquema fatorial com 3 doses de nitrogênio e 5 doses de potássio, com três repetições. A parcela experimental foi composta por três fileiras duplas, cada fileira com 18 plantas e total de 54 plantas e, como parcela útil, utilizadas as 10 plantas centrais da fileira central da parcela (Figura 12). No total o experimento teve 2.430 plantas por bloco com 450 plantas nas parcelas úteis.

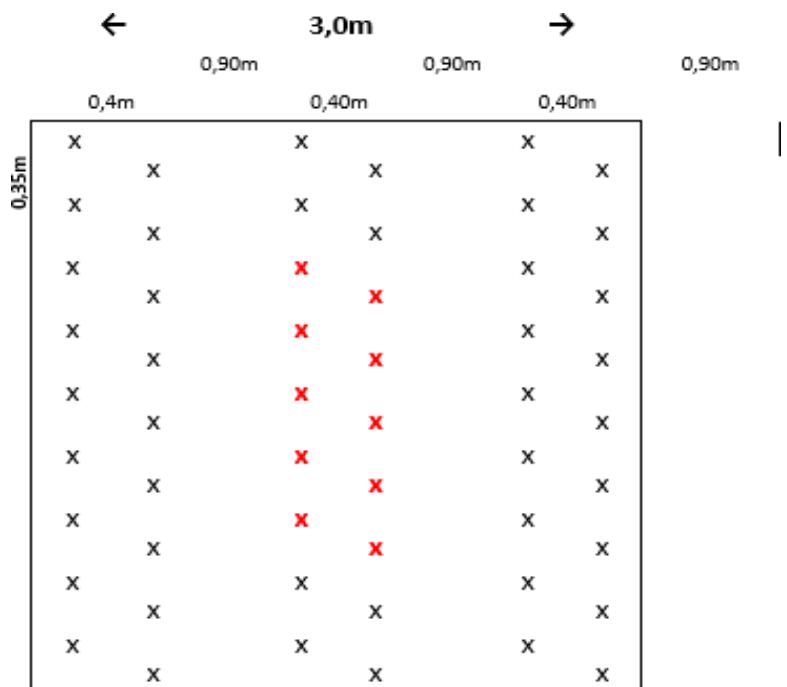


Figura 12. Representação da parcela experimental. Cada letra x representa uma planta, letras em vermelho representam as plantas da parcela útil. Fonte: Lima, 2021.

4.8 Adubação Mineral

Na adubação de base (adubação de plantio) foi aplicado na cova de plantio 10 g de superfosfato simples e 4 g de FTE BR12 em toda a área experimental. Os tratamentos foram aplicados nas adubações de cobertura (Figura 13) combinando três doses de nitrogênio: 7,5 g planta⁻¹ (329,7 kg ha⁻¹), 15 g planta⁻¹ (659,3 kg ha⁻¹) e 22,5 g planta⁻¹ (989,1 kg ha⁻¹) com cinco doses de potássio: 7,5 g planta⁻¹ (329,7 kg ha⁻¹), 15 g planta⁻¹ (659,3 kg ha⁻¹), 22,5 g planta⁻¹ (989,1 kg ha⁻¹), 30 g planta⁻¹ (1318,7 kg ha⁻¹) e 45 g planta⁻¹ (1978,0 kg ha⁻¹). As doses dos fertilizantes definidas nos tratamentos foram divididas em quatro aplicações, aos 30, 60, 150 e 240 dias após o plantio, nas seguintes proporções da dosagem total do tratamento: primeira 20% de N e 13,3% K, segunda 24% de N e 21,3% de K, terceira 27% de N e 29,3 de K, quarta 29% de N e 36% de K. Como fonte de Nitrogênio foi utilizada uréia (45 % de N) e de Potássio o Cloreto de Potássio (58 % de K).

Além das doses de N e K, conforme tratamentos, na terceira adubação foi aplicada, em todas as parcelas do experimento, 2 g planta⁻¹ de sulfato de cobre (24% de Cu), 8 g planta⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅), 1 g planta⁻¹ de sulfato de

Zinco (20% de Zn) e 18 g planta⁻¹ de Sulfato de Magnésio (9% de Mg).



Figura 13. Aplicação de fertilizantes em adubação de cobertura no experimento aos 60 (A), 120 (B) e 240 (C) dias após o plantio. Fonte: Lima, 2022.

4.9 Indução floral

A indução do florescimento foi realizada com carbureto de cálcio, em sua forma sólida, diluído em água, aplicado na roseta foliar com pulverizador costal, em volume aproximado de 30 a 40 mL da solução por planta (3 jatos do pulverizador). A solução de indução foi preparada com 60 a 70 g de carbureto diluídas em 20 L de água limpa e fria, fechando-se bem o pulverizador para evitar o escapamento do gás. A aplicação do indutor foi realizada quando identificadas as primeiras manifestações de emissão de inflorescências, representadas pela mudança na coloração na roseta de folhas. Realizou-se a indução floral no final da tarde (Figura 14), hora mais fresca do dia (17 horas do dia 11/08/2022), sobre todas as plantas do experimento, exceto sobre as que já apresentavam desenvolvimento visível de inflorescência. As plantas (menos de 10%) com desenvolvimento visível de inflorescências foram marcadas com tinta branca apropriada antes da aplicação para facilitar a identificação pelo aplicador e não receberam o indutor floral.



Figura 14. Aplicação do indutor flora no final da tarde (17h), aos 10 meses após plantio do abacaxizeiro Turiaçu. A foto central mostra detalhes da inflorescência. Fotos: Maria do Rosário, 2022.

4.10 Avaliações das plantas na fase vegetativa

Durante a condução do experimento foi realizado o acompanhamento semanal do desenvolvimento das plantas para identificação e registro de possíveis sintomas de deficiência nutricional ou anomalias.

As avaliações biométricas foram realizadas a cada dois meses, a partir do segundo mês após o plantio, com medição das variáveis: altura da planta, medida com régua graduada em milímetros a partir do colo da planta até a extremidade da maior folha (normalmente a folha D); comprimento e largura da folha D e contagem do número de folhas (Figura 15).



Figura 15. Contagem do número de folhas durante avaliação biométrica das plantas aos 120 dias após o plantio. Fonte: Lima, 2022.

4.11 Avaliações do teor de nutrientes na folha D

No início do florescimento, mês que antecedeu a aplicação do indutor floral, foi realizada a coleta da folha D de 6 plantas por parcela de cada tratamento na parte central da linha interna da fileira dupla, visando realizar o diagnóstico dos teores de nutrientes foliares do abacaxizeiro. Para identificação e coleta da folha D, juntaram-se todas as folhas no alto da planta e retirou-se a maior folha, considerada a folha 'D', posicionada a 45º em relação ao eixo da planta, que se constitui na folha mais jovem entre as adultas e a mais ativa fisiologicamente entre todas as demais, sendo considerada a que melhor representa o estado nutricional da planta de abacaxizeiro (Siebeneichler *et al.* 2002; Sousa 2009; Sousa e Oliveira 2021).

A folha D de cada parcela, foi lavada, destacando-se a base e a ponta, deixando em torno de 30 cm central, acondicionadas em saco de papel devidamente identificados e colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada, a 68 a 70°C, até atingir peso constante. Após secas as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneira de 20 mesh e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP), para determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia preconizada por Malavolta *et al.* (1997).

4.12 Avaliações do Fruto

A colheita dos frutos ocorreu durante um período de aproximadamente 2 meses (14/11/2022 a 19/01/2023). Os frutos foram colhidos no ponto de colheita comercial, no estágio de “virada”, ou seja, com a casca metade verde e metade amarela (Sousa 1999), geralmente apresentando 50% ou mais de malhas amarelas, sentido base-ápice (Figura 16).

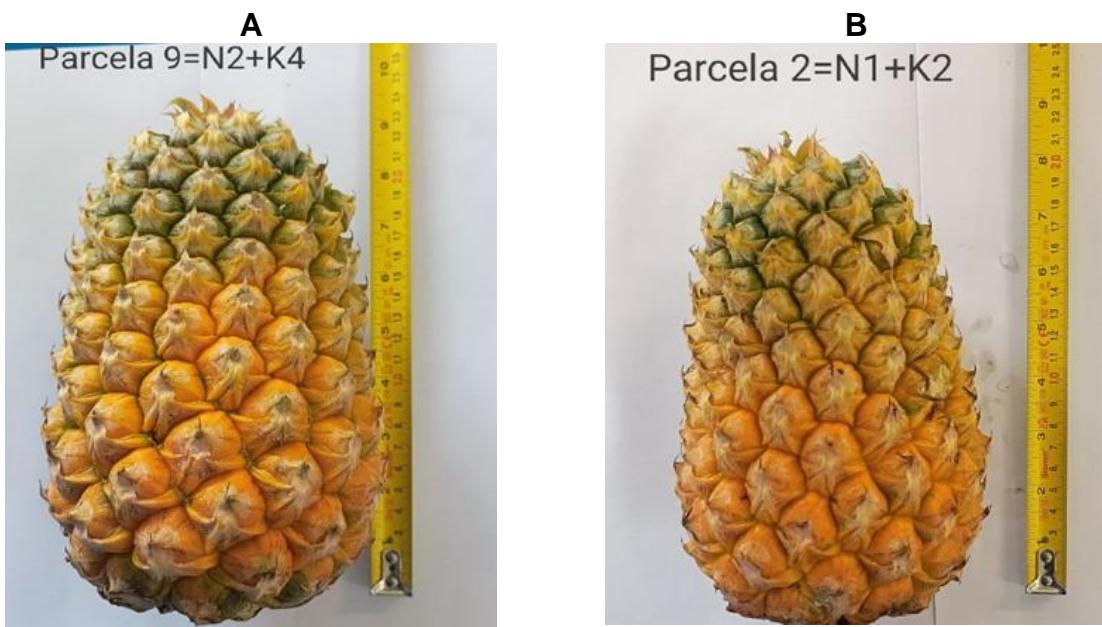


Figura 16. Aparência do fruto em ponto de colheita em diferentes parcelas (A e B)
Fonte: Lima, 2022.

Após a colheita os frutos foram acondicionados em sacolas plásticas devidamente identificadas por planta, parcela e bloco (Figura 17), e levados para o laboratório onde foram realizadas as medições.

A produção e a qualidade dos frutos colhidos na parcela útil dos tratamentos, foram avaliadas quanto às seguintes características biométricas e de qualidade dos frutos: massa do fruto com coroa e sem coroa, obtidos pela pesagem em balança digital com capacidade de 6 kg e precisão de 0,1 g, comprimento do fruto com coroa

e sem coroa e diâmetro do fruto (medido na parte mediana), medidos com fita métrica com precisão de 0,1 cm.

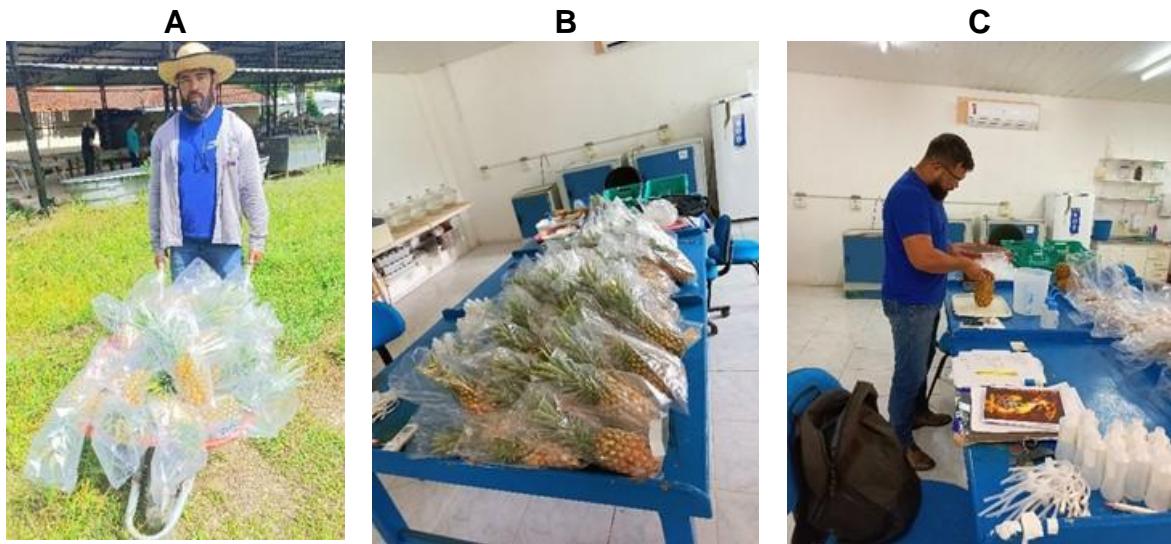


Figura 17. Transporte de frutos após a colheita (A), frutos colhidos e identificados dispostos na bancada do laboratório (B) e fruto sendo avaliado (C). Fonte: Lima, 2022.

A avaliação dos sólidos solúveis totais dos frutos foi realizada usando refratômetro manual e expresso em graus Brix. A medição foi realizada utilizando três amostras, retiradas da porção superior, mediana e inferior do fruto (Figura 18).

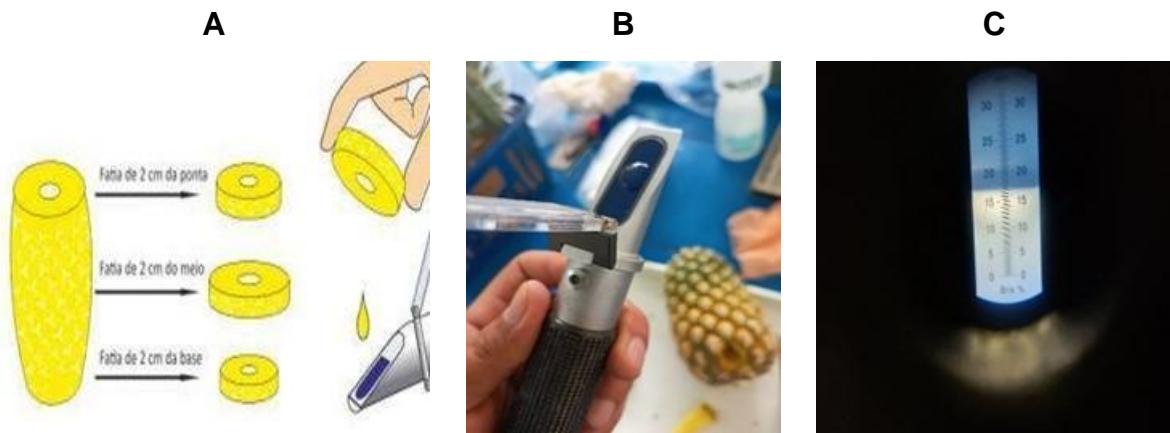


Figura 18. Representação da amostragem para avaliação dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) no suco de frutos de abacaxizeiro usando refratômetro manual (A) (Fonte: Filho 2016), amostra de suco colocada na lâmina do refratômetro manual para leitura dos SST (B) e leitura no refratômetro manual registrando 17 $^{\circ}$ Brix (C). Fonte: Lima, 2022.

4.13 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância (Teste de Bartlett) e de normalidade dos resíduos (Teste de Lilliefors) para verificar se atendiam os pressupostos da análise de variância. Em caso de não atenderem, foi procedida a adequada transformação de dados para submetê-los a análise de variância (ANOVA).

Os efeitos das doses de N e K e da interação N x K nas características foram avaliados pelo teste F da ANOVA. Quando identificado efeito significativo da interação N x K, procedeu-se com o desdobramento da ANOVA. No caso do efeito significativo de N, como foram testados apenas três níveis, este foi analisado como variável independente qualitativa e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso de efeito significativo de K, para o qual foram avaliados cinco níveis, este foi analisado como variável independente quantitativa e realizada análise de regressão. Para verificar a adequação dos modelos de regressão foi considerada a significância dos coeficientes de regressão e dos desvios do modelo e o coeficiente de determinação da equação (R^2). As análises estatísticas foram realizadas no programa RBIO (Bhering 2017).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeitos de doses da adubação com N e K nas características químicas do solo

De acordo com a classificação geral proposta por Pimentel-Gomes (2009), o valor do coeficiente de variação experimental se comportou da seguinte forma: baixo para pH; médio para T e Fe; alto para C, MO, H+Al e alto também às 11 demais variáveis (Tabela 4). Embora a classificação geral do coeficiente de variação seja apenas uma referência, os valores observados indicaram grande variação no que se refere a precisão das avaliações para as diferentes características do solo, por exemplo, algumas se mostraram com valores que podem indicar que não houve boa precisão experimental, o que pode dificultar a identificação de efeitos significativos dos tratamentos nos testes estatísticos.

Em relação aos nutrientes N e K para observação das características do solo, o N teve efeito significativo na avaliação de pH, C, MO, Al, H.Al, V e m, já o K teve efeito significativo apenas nas concentrações de K e Na. Nenhuma das características avaliadas foi influenciada por ambos os nutrientes simultaneamente, bem como, não foi constatado efeito significativo da interação N x K nas características (Tabela 4).

De acordo com o teste de médias para as características de solo (Tabela 5), as médias para pH e V obtidas com a maior dose de N aplicada na adubação (22,5 g planta⁻¹) foram estatisticamente inferiores às obtidas com as doses menores (7,5 e 15,0 g planta⁻¹), as quais não diferiram entre si. Portanto, com o aumento da dose de N aplicada na adubação de cobertura houve redução de pH e V no solo.

Estes resultados estão de acordo com vários estudos (Alfaia 1997; Theodoro *et al.* 2003; Souza *et al.* 2006; Cantarella 2007; Marschner 2012) que descrevem variações de pH com a adição de fertilizantes nitrogenados em diferentes solos e/ou cultivos. As plantas normalmente absorvem N na forma mineral (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) e, preferencialmente, na forma de N-NO₃, mas sua disponibilidade no solo (Vieira 2017) depende de parâmetros físico-químicos que regulam os processos de amonificação e nitrificação. Silva e Vale (2000) estudando a disponibilidade de nitrato em solos brasileiros, observaram após 15 dias de incubação, para as amostras de Latossolos

do sudoeste da Bahia, que houve um decréscimo do pH com o aumento da dose de nitrogênio até 200 mg kg⁻¹, sendo que a adição de N-uréia acidificou menos os solos do que o N-sulfato de amônio. Nas condições deste trabalho, em Latossolo Amarelo textura muito argilosa (Tabela 3), a aplicação da maior dose de N-ureia (22,5 g planta⁻¹) resultou em significativa acidificação do solo, superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Na maior dose de N houve uma redução de 0,37 unidades de pH em relação a menor dose (7,5 g planta⁻¹) de N aplicada (Tabela 4 e 5) e o valor do pH (4,2) ficou abaixo da faixa considerada adequada para o desenvolvimento da cultura, que segundo vários autores (Py *et al.* 1987; Reinhardt *et al.* 2000; Hepton 2003) varia de 4,5 a 5,5.

A aplicação da maior dose de N-ureia também reduziu significativamente a saturação por base (V%) e, embora não significativo, promoveu um decréscimo nos teores médios dos cátions (Ca, K, Na, Mg) (Tabela 5). Efeitos semelhantes de alterações significativas para pH, Al, Ca, Mg e V% em função da adubação nitrogenada, foram constadas por Teixeira *et al.* (2001) para a bananeira e por Rodrigues (2009), Silva (2009), Dória *et al.* (2013), Pereira (2013), Oliveira *et al.* (2015) para o abacaxizeiro.

Para C, MO e H+ AL, a única diferença significativa foi entre a maior dose de N aplicada na adubação de cobertura (22,5 g planta⁻¹) e a dose intermediária (15,0 g planta⁻¹). As médias obtidas com a menor dose de N (7,5 g planta⁻¹) não diferiram das médias obtidas com a dose superior, e nem com as médias da dose intermediária (Tabela 4). Portanto, quanto ao aumento e/ou redução nos valores dessas características de solo, as diferenças verificadas pelo teste de médias não permitiram indicar tendência do efeito da dose de N aplicada na adubação de cobertura.

Tabela 4. Probabilidade do teste F da análise de variância para pH, teores de macro e micronutrientes e matéria orgânica (MO), saturação por alumínio (m), capacidade catiônica a pH 7 (T) e saturação por base (V) no solo em função da adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Variáveis	Fontes de variação (Graus de liberdade)					CV (%)
	Bloco (2)	N (2)	K (4)	N*K (8)	Resíduo (28)	
pH	-	0,00 *	0,73 ns	0,94 ns	-	6,88
C	-	0,03 *	0,77 ns	0,39 ns	-	24,12
MO	-	0,03 *	0,77 ns	0,39 ns	-	24,13
P	-	0,98 ns	0,78 ns	0,20 ns	-	68,44
K	-	0,32 ns	0,00 **	0,76 ns	-	61,12
Na	-	0,25 ns	0,00 **	0,86 ns	-	37,76
Ca	-	0,07 ns	0,65 ns	0,84 ns	-	52,02
Mg	-	0,11 ns	0,48 ns	0,96 ns	-	57,41
Al	-	0,02 *	0,59 ns	0,62 ns	-	53,75
H+Al	-	0,02 *	0,33 ns	0,52 ns	-	20,23
T	-	0,45 ns	0,11 ns	0,35 ns	-	14,82
V	-	0,01 *	0,47 ns	0,84 ns	-	41,88
m	-	0,02 *	0,64 ns	0,70 ns	-	61,81
Fe	-	0,98 ns	0,52 ns	0,97 ns	-	17,25
Zn	-	0,10 ns	0,11 ns	0,38 ns	-	50,34
Mn	-	0,51 ns	0,20 ns	0,45 ns	-	40,48
Cu	-	0,58 ns	0,34 ns	0,41 ns	-	86,22

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 5. Valores médios de pH, teores de macro e micronutrientes e matéria orgânica (MO), saturação por alumínio (m), capacidade catiônica a pH 7 (T) e saturação por base (V) no solo em função da adubação com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.

Variáveis	Nitrogênio (g planta ⁻¹)		
	7,5	15	22,5
pH _{H2O}	4,6 a	4,55 a	4,23 b
C (g kg ⁻¹)	14,81 ab	14,42 b	18,04 a
MO (g kg ⁻¹)	25,47 ab	24,8 b	31,03 a
P (mg dm ⁻³)	11,04	11,09	11,52
K (cmol _c dm ⁻³)	0,1	0,09	0,07
Na (mg dm ⁻³)	4,73	4,2	3,73
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,21	1,16	0,77
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,41	0,35	0,26
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,47 b	0,49 b	0,77 a
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	3,71 ab	3,54 b	4,38 a
T (cmol _c dm ⁻³)	5,46	5,16	5,51
V (%)	32,08 a	31,03 a	19,93 b
m (%)	27,54 b	28,85 ab	47,96 a
Fe (mg dm ⁻³)	183,87	183,27	181,4
Zn (mg dm ⁻³)	5,48	6,15	4,06
Mn (mg dm ⁻³)	3,43	3,56	3,01
Cu (mg dm ⁻³)	2,07	1,83	1,48

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Para teor de Al, o valor médio dos tratamentos com a maior dose de N aplicada (22,5 g planta⁻¹) na adubação de cobertura foi de 0,77 cmol_c dm⁻³, estatisticamente superior aos obtidos com a dose inferior (0,47 cmol_c dm⁻³) e com a intermediária (0,49 cmol_c dm⁻³), as quais não diferiram entre si (Tabela 5). Correlacionado com o processo de acidificação do solo promovido pela aplicação de doses crescente da N, houve um incremento percentual no teor médio de Al no solo, sendo esse incremento em relação ao teor de Al inicial do solo (0,29 cmol_c dm⁻³), na camada de 0 – 20 cm, de 62% para

a menor dose de N aplicado ($7,5 \text{ g planta}^{-1}$), de 69% para a dose intermediária (15 g planta^{-1}) e de 165% para a dose mais elevada ($22,5 \text{ g planta}^{-1}$) de N aplicado ao solo (Tabelas 3 e 5). Já a saturação por alumínio (m), na maior dose de N aplicada, diferiu estatisticamente apenas da menor dose de N ($7,5 \text{ g planta}^{-1}$), mas os valores obtidos de m com a maior dose aplicada de N ($22,5 \text{ g planta}^{-1}$) foram maiores 40% à menor dose ($7,5 \text{ g planta}^{-1}$), 42% a dose intermediária (15 g planta^{-1}), e 60% maior que a saturação por Al observada na caracterização inicial do solo (Tabelas 3 e 5).

Os resultados acima apresentados evidenciam a importância de acompanhar a evolução dos efeitos da aplicação dos fertilizantes nos ciclos de cultivo do abacaxizeiro para conhecer possíveis mudanças nas características químicas e biológicas do solo que conduzam a uma adubação mais racional, evitando desequilíbrios e empobrecimento do solo. O abacaxizeiro é considerado uma planta bem adaptada aos solos ácidos, sendo a faixa de pH de 4,5 a 5,5 a mais recomendada para o seu cultivo (Reinhardt *et al.* 2000; Hepton 2003), no entanto, alerta-se que a partir desse ótimo, o rendimento diminui muito mais rapidamente com a acidificação dos solos que com sua alcalinização.

O efeito de doses crescentes de cloreto de potássio aplicadas na adubação de cobertura foi significativo apenas para teores de K e Na no solo (Tabela 4). A maior dose de K aplicada (45 g planta^{-1}) resultou em teor de $0,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K no solo, enquanto com as menores doses de K aplicadas ($7,5 \text{ e } 15 \text{ g planta}^{-1}$) foi obtido um teor médio de $0,048 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, praticamente metade do teor observado na caracterização inicial do solo ($0,082 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ou 32 mg dm^{-3}) (Tabela 3), indicando que o cultivo do abacaxi (do plantio até a colheita) causa o esgotamento do K no solo. Corroboram estes resultados, estudos realizados por Teixeira *et al.* (2011) sobre o efeito da adubação potássica na nutrição do abacaxizeiro e em algumas propriedades químicas do solo. Os autores observaram que o cultivo do abacaxizeiro (do plantio a floração) sem adição de K, causou o esgotamento de K no solo em cerca de $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na profundidade de 0 – 20 cm.

O sistema radicular do abacaxizeiro se concentra na camada de 0 – 20 cm do solo, diminuindo drasticamente nas camadas mais profundas. Segundo Cunha e Cabral (1999), nesta profundidade não há atividade significativa das raízes do abacaxi, enfatizando a necessidade de dividir as doses de K a fim de aumentar a

eficiência dos fertilizantes potássicos, especialmente em solos tropicais com baixa capacidade troca catiônica, como Latossolo Amarelo distrófico usado neste experimento ($T = 4,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 3),

O modelo de regressão linear positiva foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo, desvios da regressão não significativo e $R^2 = 87,9\%$) para explicar a variação do teor de potássio no solo em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura (Figura 19). De acordo com o modelo de regressão, o teor de K no solo aumentou linearmente com o aumento da dose de K aplicada na adubação de cobertura. Oliveira *et al.* (2015) estudando o efeito no solo da adubação N-K no cultivo do abacaxizeiro, observaram que as doses de K_2O aplicadas influenciaram significativamente somente os teores de K do solo e, com o incremento das doses, houve aumento linear das concentrações de K no solo. Por outro lado, também observaram que as concentrações de K no solo apresentaram comportamento linear e decrescente com as diferentes doses de N aplicadas. As observações de Oliveira *et al.* (2015) estão de acordo os resultados obtidos neste trabalho.

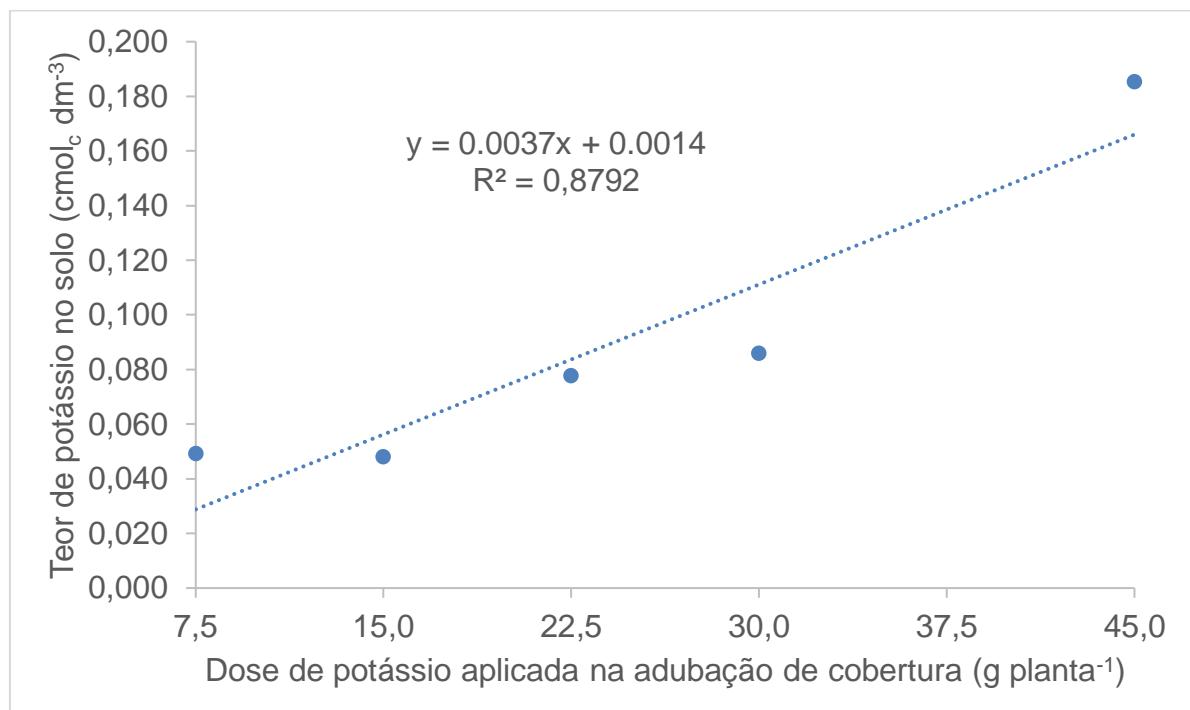


Figura 19. Variação no teor de potássio no solo em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

O modelo de regressão linear positiva também foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo, desvios da regressão não significativo e $R^2 = 85,2\%$) para explicar a variação no teor de Na no solo em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura (Figura 20). De acordo com o modelo de regressão, o teor de Na no solo aumentou linearmente com o aumento da dose de K aplicada na adubação de cobertura.

O Na pode substituir parcialmente o K atuando em vários processos nas plantas (ativação enzimática da ATPase, na osmorregulação, na absorção de macronutrientes, na permeabilidade das células, na síntese de carboidratos, entre outros processos) (Korndorfer 2007), mas o efeito significativo do Na só ocorre desde que se tenha um mínimo necessário de K pela planta (Marschner 1995). Nas condições deste estudo, a aplicação de doses crescentes de K também elevaram o teor desse elemento no solo até o valor de $0,19 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para a maior dose aplicada de K (45 g planta^{-1}).

O Na quando presente em alta concentração no solo pode causar efeito depressivo sobre a produtividade das culturas por dificultar a absorção de água e nutrientes pela planta ou pelo seu efeito dispersante sobre as argilas, causando a desestruturação do solo e reduzindo a infiltração de água, trocas gasosas e dificultando a penetração de raízes (Prezotti *et al.* 2013). No entanto, os autores alertam que somente a informação do teor de Na disponível do solo não é suficiente para avaliar os efeitos adversos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. É importante conhecer também a proporção em relação aos demais cátions do solo, como K^+ , Ca_2^+ e Mg_2^+ . Nas condições deste estudo, o índice de saturação de sódio (ISNa) em relação aos demais cátions trocáveis na CTC do solo, calculado com base no resultado da análise de solo realizada antes (Tabela 3) e depois (Tabela 5) do experimento, foi de 0,38% e 0,34%, respectivamente, está muito abaixo do ISNa máximo de 10% (Prezotti e Guarconi 2013), não representando qualquer risco para a deterioração das propriedades físicas do solo e crescimentos das plantas (Malavolta 2006). Nas condições de solos muito intemperados que ocorrem na Amazônia, o ISNa na CTC desses solos é baixo quando comparado à saturação dos demais cátions (K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+), influenciando muito pouco nos cálculos da SB e da T dos solos, sendo o Na geralmente desconsiderado nesses cálculos.

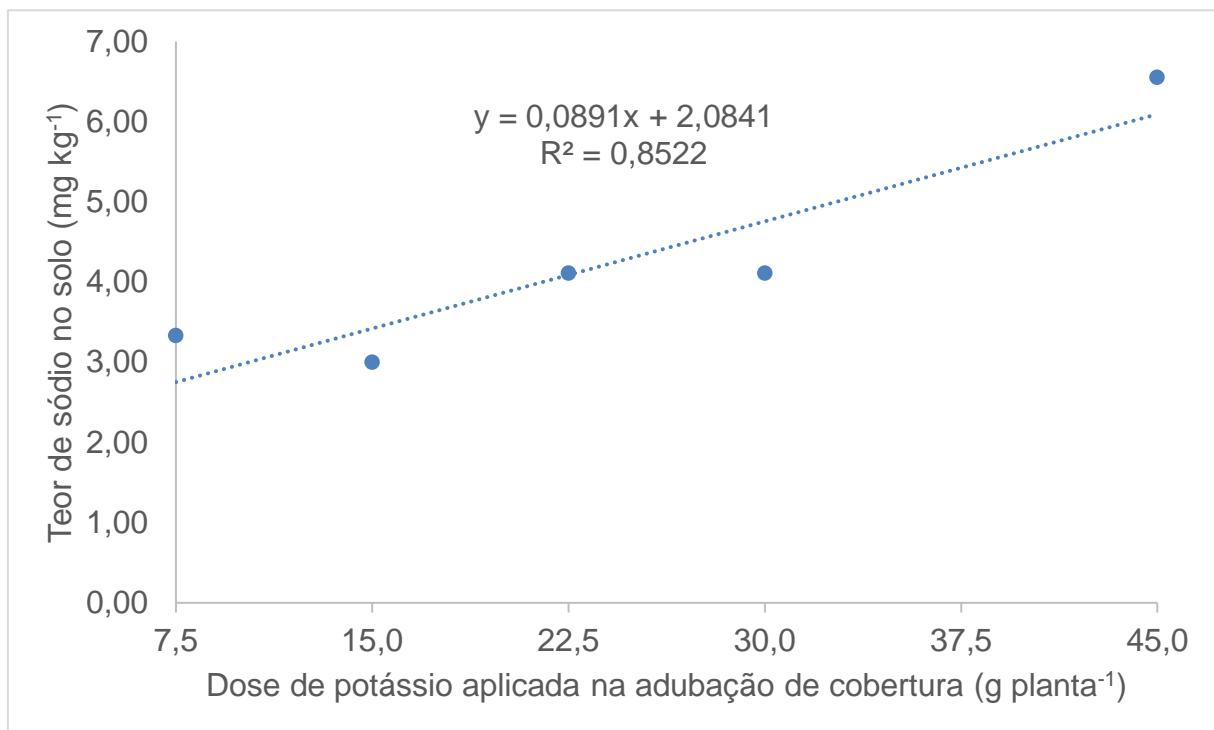


Figura 20. Variação no teor de sódio no solo em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

5.2 Efeitos de doses da adubação com N e K no teor de macro e micronutrientes na folha D das plantas de abacaxizeiro

De acordo com a classificação geral proposta por Pimentel-Gomes (2009), baixos valores de coeficiente de variação experimental foram observados para teores de Cu e Fe, médios para N, P, K, Ca, Mn, B e Mg e alto apenas para S e Zn, assim, para a maior parte das variáveis pode-se considerar que houve boa precisão experimental (Tabela 6). O efeito do N aplicado na adubação de cobertura do solo foi significativo para teores de Cu e Mn na folha D, enquanto o efeito do K foi significativo para teores de K, Ca e Mg. Para Fe, embora os efeitos isolados de N e K não tenham sido significativos, a interação N x K foi significativa, assim procedeu-se com os devidos desdobramentos para este micronutriente.

Tabela 6. Probabilidade do teste F da análise de variância para teores de macro e micronutrientes na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Nutrientes	Fontes de variação (Graus de liberdade)					CV (%)
	Bloco (2)	N (2)	K (4)	N x K (8)	Resíduos (28)	
N	-	0,056 ns	0,997 ns	0,76 ns	-	15,0
P	-	0,55 ns	0,738 ns	0,352 ns	-	18,0
K	-	0,708 ns	0 *	0,601 ns	-	14,6
Ca	-	0,182 ns	0,018 *	0,705 ns	-	15,8
Mg	-	0,419 ns	0 *	0,847 ns	-	20,1
S	-	0,066 ns	0,922 ns	0,861 ns	-	23,7
B	-	0,309 ns	0,872 ns	0,695 ns	-	16,3
Cu	-	0 *	0,368 ns	0,135 ns	-	8,6
Fe	-	0,578 ns	0,308 ns	0,029 **	-	8,8
Mn	-	0,026 *	0,232 ns	0,701 ns	-	17,6
Zn	-	0,792 ns	0,537 ns	0,408 ns	-	25,0

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Como o efeito na interação N x K não foi significativo para teores de Cu e Mn na folha D, procedeu-se com a comparação dos teores obtidos com diferentes doses de N aplicado na adubação de cobertura sem desdobramento para doses de K (Tabela 7). Para teor de Cu na folha D, as médias obtidas com as doses superior e intermediária de N aplicado na adubação de cobertura não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores à obtida com a menor dose. Para os teores de Mn na folha D, o teor médio obtido ($49,6 \text{ mg kg}^{-1}$) com a maior dose de N aplicada na adubação foi superior à obtida com a menor dose ($41,1 \text{ mg kg}^{-1}$), enquanto o teor médio obtido ($46,3 \text{ mg kg}^{-1}$) com a dose intermediária não diferiu das demais. Oliveira *et al.* (2015) também observaram que as aplicações de doses crescentes de N afetaram positivamente o Mn na folha D do abacaxizeiro BRS Imperial. Os teores médios dos micronutrientes obtidos nos estudos de adubação N-K conduzidos por Oliveira (2014), Oliveira *et al.* (2015), expressos em mg kg^{-1} , situaram-se em: B= 14; Cu=5,9; Fe=51, Mn=57,7 e Zn=15, portanto, próximos aos obtidos nas condições do presente estudo

(Tabelas 7 e 9).

Tabela 7. Médias para teores de macro e micronutrientes na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação de cobertura com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.

Nutrientes	Dose de N aplicada na adubação (g planta ⁻¹)		
	7,5	15	22,5
Macronutrientes (g kg ⁻¹)			
N	8,71	9,6	10,08
P	1,02	1,09	1,06
K	18,16	17,58	17,4
Ca	2,13	2,37	2,26
Mg	1,52	1,67	1,64
S	0,52	0,61	0,65
Micronutrientes (mg kg ⁻¹)			
B	14,23	15,01	15,61
Cu	4,71 b	5,26 a	5,57 a
Mn	41,14 b	46,31 ab	49,56 a
Zn	24,8	26,02	24,55

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Como não houve interação significativa N x K para efeito da dose de K aplicada na adubação do solo para teores de K, Ca e Mg na folha D, procedeu-se com as análises de regressão para os efeitos de K sem desdobramento para doses de N.

O modelo de regressão quadrática positiva foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo e desvios da regressão não significativo e $R^2 = 97,08\%$) para explicar a variação no teor de K na folha D em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura (Figura 21). De acordo com a estimativa do modelo de regressão, a maior concentração de K na folha D seria de 20,2 g kg⁻¹, obtida com a aplicação de 36,9 g de K planta⁻¹. Portanto, a dose máxima de K utilizada na adubação do solo no experimento foi superior a dose na qual seria obtida a maior concentração

de K na folha D. Efeito significativo da adubação potássica sobre o teor foliar de K em abacaxizeiro tem sido relatado em vários trabalhos (Spironello *et al.* 2004; Rodrigues 2009; Ramos *et al.*, 2009; Guarçoni e Ventura 2011; Teixeira *et al.* 2011; Rodrigues *et al.* 2013; Cardoso 2017; Venâncio 2017), envolvendo diferentes cultivares e com doses de K₂O variando de 200 a 800 kg ha⁻¹. Para Teixeira *et al.* (2011) a relação entre o teor de K disponível no solo e a concentração deste nutriente na folha de abacaxizeiro, de aproximadamente 1,4 mmol_c dm⁻³, seria suficiente para se obter teor de K foliar acima de 22 g kg⁻¹, o qual indica que as plantas estão suficientemente nutridas com este elemento.

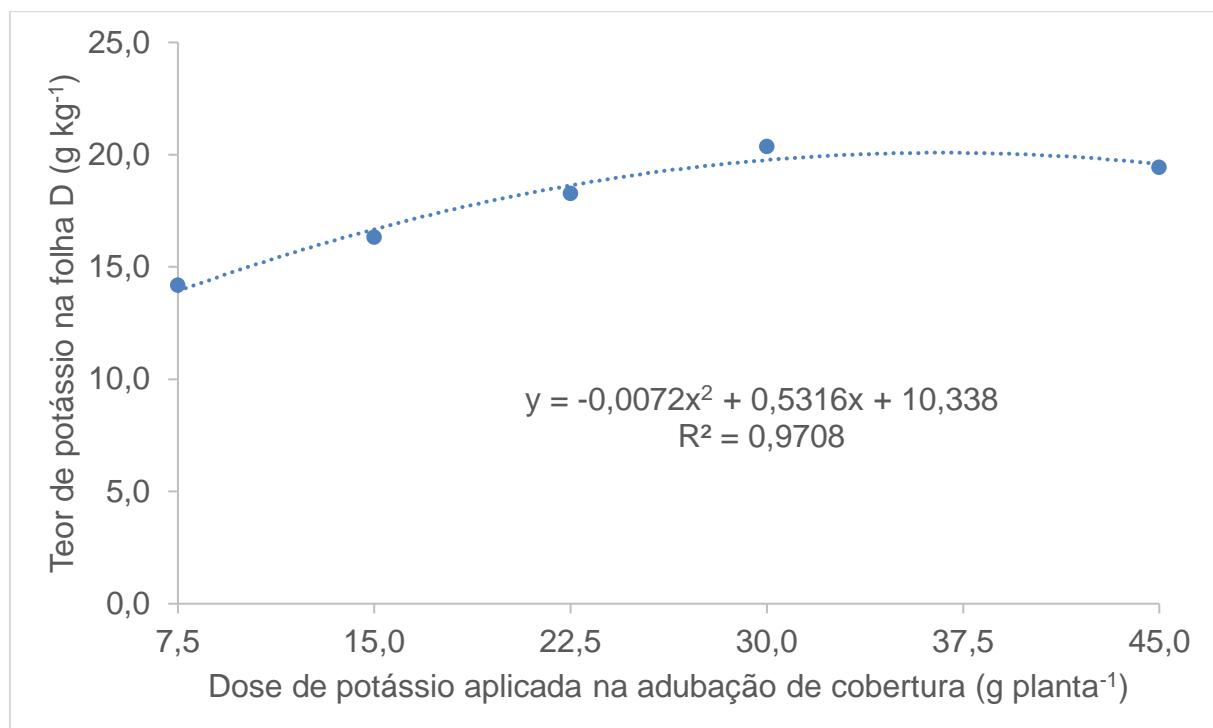


Figura 21. Variação no teor de potássio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

O teor considerado ideal para o K na folha D de abacaxizeiro amostrada pouco antes da indução floral é indicado por Quaggio *et al.* (1997) de 22-30 g kg⁻¹ e por Teixeira *et al.* (2008) de $21,4 \pm 0,6$ g kg⁻¹. Nas condições do presente trabalho, o maior teor de K de 20,4 analisado na folha D antes da indução floral foi obtido com a dose

de 30 g planta⁻¹ e ficou abaixo do indicado como ideal pelos autores. No entanto, em estudos realizados especificamente com a variedade Turiaçu foram observados teores de K menores por Garcia *et al.* (2013), em cultivos no Amazonas (18,2 g kg⁻¹) e por Santos (2013) no Maranhão (4,8 a 5,1 g kg⁻¹).

O Abacaxizeiro apresenta elevada demanda por potássio, seguida do nitrogênio. Vários autores apontam o K como o elemento mais extraído pela cultura (Teixeira *et al.* 2011; Souza 2015; Pegoraro *et al.* 2014; Venâncio *et al.* 2017; Teixeira 2020), o que também foi verificado nas condições do presente estudo. No entanto, apesar da elevada demanda da cultura, os baixos teores de K observados no solo (Figura 19) e na folha D (Figura 21) nas condições deste experimento, podem ser explicados pelo baixo teor de K no solo (0,08 cmol_c dm⁻³) no momento de instalação do experimento (Tabela 3) associado a elevada precipitação e baixa insolação observada no período experimental (Figura 6). Muito provavelmente, as condições climáticas do período que abrangeu a realização do experimento, resultou em perdas por lixiviação do K, como também do N, aplicados nas adubações em cobertura, sendo que o teor médio experimental de K no solo no final do ciclo do cultivo de 0,089 cmol_c dm⁻³, mesmo com a aplicação em cobertura de doses crescentes de K (7,5 a 45 g kg⁻¹).

O modelo de regressão linear negativa foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo e desvios da regressão não significativo e $R^2 = 70,49\%$) para explicar a variação no teor de Ca na folha D em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura (Figura 22). De acordo com o modelo de regressão, o teor de cálcio na folha D reduziu linearmente com o aumento da dose de K aplicada na adubação do solo.

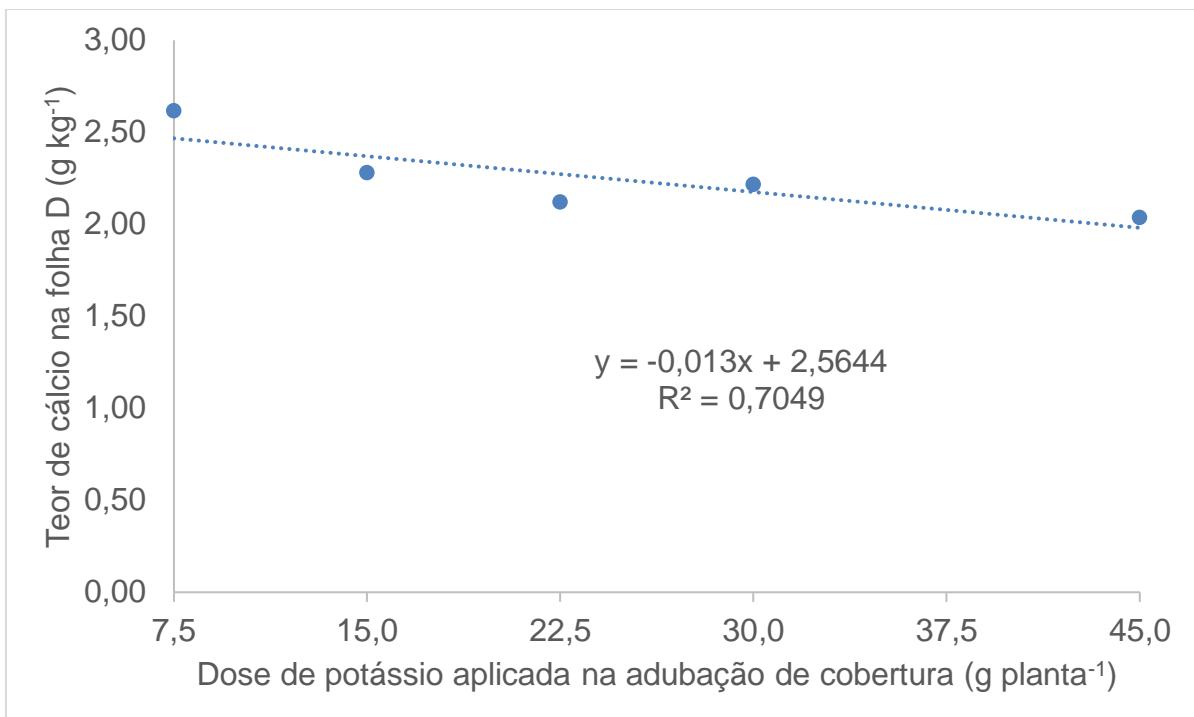


Figura 22. Variação no teor de cálcio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

O modelo de regressão quadrática negativa foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo e desvios da regressão não significativo e $R^2 = 91,57\%$) para explicar a variação no teor de magnésio na folha D da planta de abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura (Figura 23). A regressão mostra que com o aumento da dose de K aplicada na adubação do solo, ocorreu redução do teor de Mg na folha D, com aparente estabilização a partir das doses superiores.

O comportamento na folha D dos teores de Ca e Mg em função de doses crescentes de K aplicadas na adubação de cobertura, pode ser explicado pelo antagonismo existente entre esses nutrientes (Malavolta et al 1997; Marschner 2012), onde a aplicação em cobertura de doses crescentes de K, reduziram a absorção do Ca e Mg (Figuras 22 e 23), evidenciando o efeito interiônico entre K, Ca e Mg. Resultados semelhantes foram relatados por outros estudos realizados com a cultura do abacaxizeiro (Spironello et al. 2004; TEIXEIRA et al. 2009; RAMOS et al. 2011; RODRIGUES et al. 2013). Os teores foliares de Ca e Mg obtidos nas condições do presente estudo ficaram abaixo dos valores mínimos de 3,92 g kg⁻¹ para Ca e de 4 g

kg^{-1} para Mg, recomendados por Siebeneichler *et al.* (2002). Em estudo recente sobre o efeito do uso de sete fontes alternativas de potássio no cultivo do abacaxizeiro BRS Imperial (Lisboa 2022), foram obtidos para a folha D amostrada na indução floral, teores médios de 2,89 g Kg^{-1} para Ca e de 4,53 g Kg^{-1} para Mg, superiores aos observados no presente estudo.

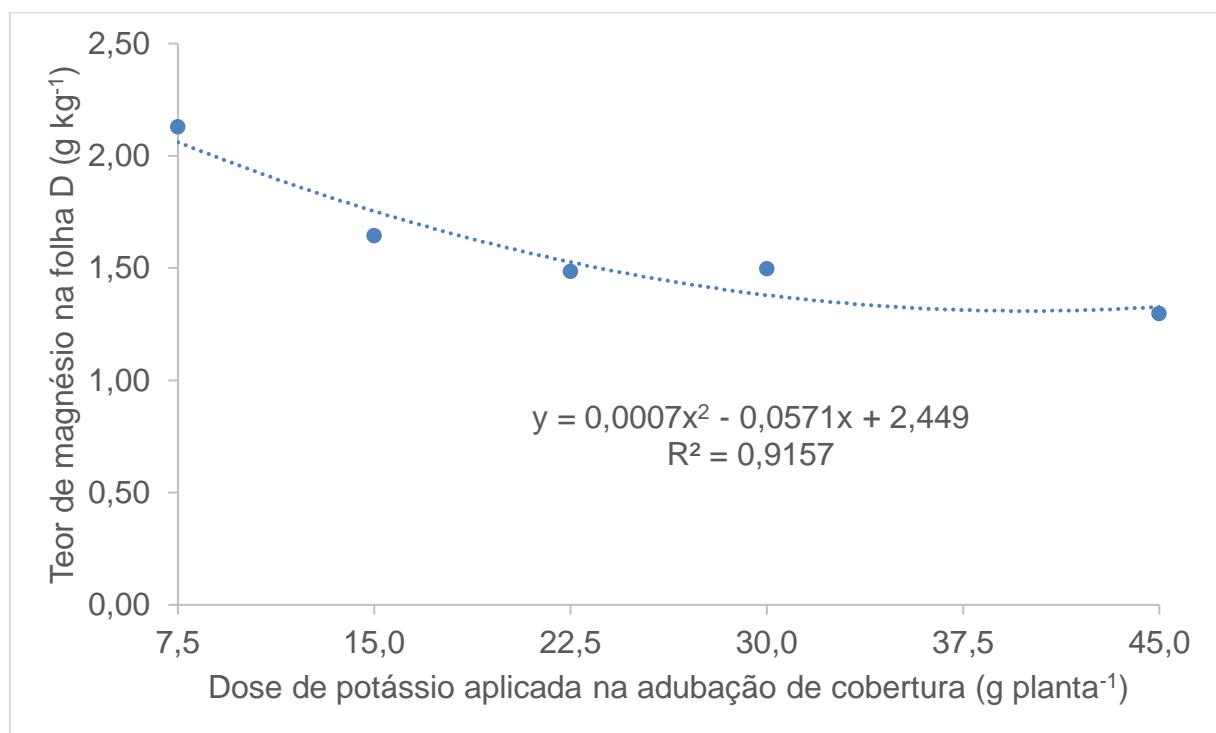


Figura 23. Variação do teor de magnésio na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

Para o teor de Fe na folha D, como a interação N x K foi significativa, foi realizado o desdobramento da análise de variância para avaliação dos efeitos de N dentro de níveis de K e vice-versa. O efeito de doses de N foi significativo apenas dentro da maior dose de K aplicada na adubação de cobertura (Tabela 8).

O teor de Fe na folha D obtido com a menor dose de N usada na adubação do solo foi superior ao obtido com a maior dose de N, enquanto a dose intermediária não diferiu de ambas (Tabela 9). Portanto, com o aumento da dose de N houve redução significativa no teor de Fe na folha D.

No desdobramento da análise de variância para análise do efeito de doses K

aplicadas na adubação de cobertura dentro de doses de N, o efeito de K foi significativo apenas dentro da menor dose de N (Tabela 10).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para teores de ferro (mg kg⁻¹) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu com desdobramento para doses de nitrogênio (N) dentro de doses de potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Fonte de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Bloco	2	5,50	13,19	0,00
K	4	0,53	1,26	0,31 ns
N dentro de K = 7,5	2	0,10	0,24	0,79 ns
N dentro de K = 15,0	2	1,05	2,53	0,10 ns
N dentro de K = 22,5	2	1,33	3,19	0,06 ns
N dentro de K = 30,0	2	0,31	0,74	0,48 ns
N dentro de K = 45,0	2	1,79	4,29	0,02 *
Resíduo	28	0,41		

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 9. Médias para teores de ferro (Fe) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a adubação com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K).

N g planta ⁻¹ / kg ha ⁻¹	Fe (g kg ⁻¹)				
	7,5	15,0	22,5	30,0	45,0
7,5 / 329,7	53,6	48,0	47,1	55,3	75,8 a
15,0 / 659,3	49,1	65,4	64,5	47,7	57,1 ab
22,5 / 989,1	49,1	60,7	48,2	56,2	49,7 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para teores de ferro (g kg⁻¹) na folha D em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu com desdobramento para doses de potássio (K) dentro de doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.

Fonte de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Bloco	2	5,55	13,07	0,00 *
N	2	0,21	0,49	0,62 ns
K dentro de N = 7,5	4	1,40	3,28	0,03 *
K dentro de N = 15,0	4	0,93	2,18	0,10 ns
K dentro de N = 22,5	4	0,42	0,98	0,43 ns
Resíduo	28	0,42		

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

O modelo de regressão linear positiva foi o que melhor se ajustou (efeito regressor significativo, desvios da regressão não significativos e $R^2 = 64,0\%$) para explicar a variação no teor de Fe na folha D da planta de abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura do solo (Figura 24). O teor de Fe na folha D aumentou de forma linear com o aumento da dose de K aplicado no solo.

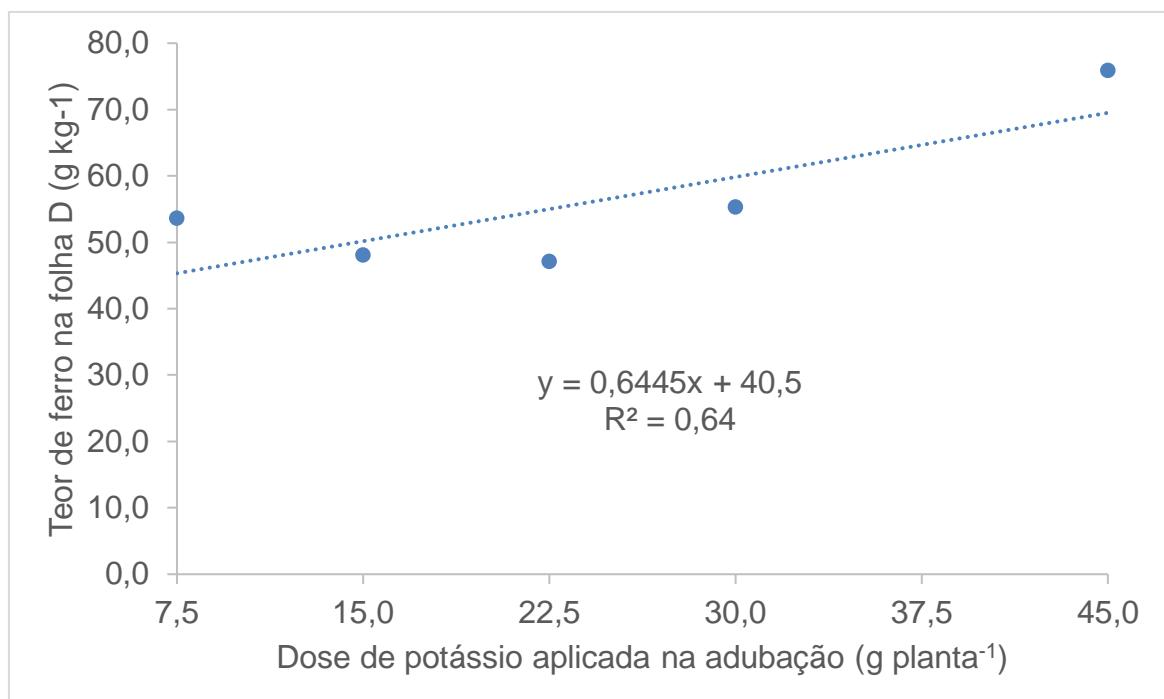


Figura 24. Variação do teor de ferro na folha D de plantas do abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a diferentes doses de potássio e 7,5 g planta⁻¹ de nitrogênio em adubação de cobertura. Fonte: Lima, 2023.

Apesar de não terem sido identificados sintomas visuais de deficiências nutricionais durante a realização do experimento, os teores de nutrientes observados na folha D foram abaixo da faixa ideal citada por Malavolta *et al.* (1997) para plantas de abacaxizeiro aos 5 meses após o plantio, com exceção do Zn, para o qual o teor foi acima da faixa ideal. Ressalta-se que as amostragens no presente estudo foram realizadas, aproximadamente, aos oito meses após o plantio, no início do florescimento, e em torno de um mês antes da indução floral. De acordo com Cunha *et al.* (1999), o estado nutricional do abacaxizeiro tem sido tradicionalmente avaliado

por meio da determinação dos teores foliares da folha “D” na época da indução floral, pois é a época que antecede o período de maior demanda nutricional. Mas também para o teor de nutrientes na folha D indicados como adequado no momento da indução floral nas plantas por Souza e Reinhardt (2009), as médias para N e K foram abaixo dos valores adequados, contudo, estavam adequados os teores dos macronutrientes P, Ca e Mg.

Os teores da maior parte dos nutrientes, tanto macro como micro, também foram abaixo dos observados por Garcia *et al.* (2013) em sete amostras de plantios comerciais da variedade Turiaçu do município de Itacoatiara-AM, com exceção de P e Zn, que foram superiores, e K com valores similares. Destaca-se que, mesmo o teor de N na folha D observado nos tratamentos com a maior dose de N aplicada em cobertura (22,5 g planta⁻¹ ou 989 kg ha⁻¹) ficou abaixo do considerado ideal (Malavolta *et al.*, 1997; Souza e Reinhardt 2009) e também inferior ao verificado por Garcia *et al.* (2013) em plantas de cultivos comerciais da variedade Turiaçu de Itacoatiara, nos quais doses inferiores de N são geralmente utilizadas na adubação de cobertura. Em experimento com controle de plantas daninhas em plantio da variedade Turiaçu em Itacoatiara-AM, Oliveira (2019) relatou teores de N (7,8 a 8,8 g kg⁻¹) similares ao observado no presente estudo, inferiores para P (0,80 a 0,82 g kg⁻¹) e superiores para K (22,9 a 24,9 g kg⁻¹), Ca (4,82 a 6,11 g kg⁻¹) e Mg (2,2 a 2,9 g kg⁻¹) e, para micronutrientes, valores superiores para teor de Cu (6,5 a 7,1 mg kg⁻¹) e inferiores para Mn (10,7 a 22,8 mg kg⁻¹) e Zn (2,96 a 3,51 mg kg⁻¹).

Teores foliares de macro e micronutrientes na folha D no momento da indução do florescimento (13 meses após o plantio) foram estudados na variedade Turiaçu por Santos (2013) no município de Turiaçu no Maranhão. Na adubação de cobertura os autores utilizaram 429 kg ha⁻¹ de ureia e 330 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, divididos em três aplicações, aos 2, 4 e 6 meses após o plantio. Para os macronutrientes, os teores de N encontrados pelos autores (9,4 a 11,0 g kg⁻¹) foram similares aos verificados no presente estudo, já os de P (0,89 a 0,95 g kg⁻¹), K (4,8 a 5,1 g kg⁻¹) e Ca (0,81 a 0,86 g kg⁻¹) foram inferiores e Mg (3,1 a 3,9 g kg⁻¹) superiores. Os valores para teores de micronutrientes foram similares para B (10,1 a 20,4 mg kg⁻¹), os de Mn (352 a 453 mg kg⁻¹) foram superiores e os de Zn (12,4 a 14,4 mg kg⁻¹) inferiores.

Araújo (2018) aplicou em adubação de cobertura dois níveis de N (585,9 e 498,0 kg de N ha⁻¹) e quatro relações K:N (1,3:1; 2:1; 2,5:1 e 3:1) e não identificaram

efeitos significativos dos tratamentos nos teores de N na folha D do abacaxizeiro cv Imperial, assim como verificado para variedade Turiaçu no presente estudo. Segundo Bartholomew (2003), teores de N são considerados adequados quando estão na faixa de 15 a 17 g kg⁻¹. É importante mencionar que, geralmente, as concentrações consideradas adequadas pelos diferentes autores indicam que, se os teores encontrados estiverem dentro de um nível conveniente, a planta não estará deficiente, porém, se estiverem abaixo desse nível, não quer dizer, necessariamente, que as plantas estejam deficientes. Para que as plantas sejam consideradas deficientes, elas devem apresentar teores menores que a faixa crítica, faixa esta que dificilmente é conhecida ou não está disponível (Ramos *et al.* 2011), especialmente para a variedade Turiaçu, cujo cultivo encontra-se praticamente restrito ao Maranhão e ao Amazonas.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2022) com cinco cultivares de abacaxizeiro (BRS Ajubá, BRS Imperial, BRS Vitória, IAC Fantástico e Pérola), três soluções de adubos foliar (NK, NPK e NPK+Micros) e cinco épocas de aplicação, foi observada interação significativa entre os três fatores nos teores de foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Zn e, para teor de Fe, interação significativa entre cultivares e adubos.

Os resultados obtidos no presente estudo, bem como, os verificados por outros autores para teores de nutrientes na folha D da variedade Turiaçu, indicam que é necessário definir, com base na pesquisa, considerando as condições de cultivo e edafoclimáticas da região, os valores de referência para teores de nutrientes na folha D para esta variedade, pois estes podem diferir dos adequados para outros genótipos de abacaxizeiro. Os relatos encontrados na literatura indicando interação significativa entre efeitos de cultivares e adubos nos teores foliares em plantas de abacaxizeiro corroboram com o questionamento sobre teores adequados de referência para a variedade Turiaçu.

De acordo com os resultados obtidos, independente dos tratamentos com N e K, a ordem decrescente para teor na folha D dos macronutrientes foi K>N>Ca>Mg>P>S e para micronutrientes Fe>Mn>Zn>B>Cu. Souza (2015) relatou a seguinte ordem para teores de nutrientes na porção clorofilada da folha D da variedade Turiaçu: macronutrientes = K>N>Ca>Mg>P e micronutrientes = B>Mn>Cu, portanto, corroborando com o resultado para macronutrientes observado no presente estudo. No estudo realizado por Oliveira (2019) com o controle de plantas daninhas

em cultivo da variedade Turiaçu em Itacoatiara-AM, a ordem de nutrientes na folha D, independente do tratamento, foi K>N>Ca>Mg>P para macronutrientes e Fe>Mn>Cu>Zn para micronutrientes, portanto, o mesmo resultado obtido no presente estudo para macronutrientes e para micronutrientes apenas com a alteração entre teores de Cu e Zn. Assim, pode-se considerar que a ordem decrescente dos teores de macro e micronutrientes verificadas no presente estudo corroboram com outros estudos realizados com a mesma variedade.

Embora o teor de nutrientes na folha D seja utilizado para o diagnóstico do estado nutricional da planta, no abacaxizeiro cv Imperial, Vilela *et al.* (2015) encontraram baixa correlação entre a massa do fruto e o teor de macro e micronutrientes na folha D, sugerindo serem estes atributos pouco eficientes na estimativa de produtividade em peso de frutos.

5.3 Efeitos de doses da adubação com N e K no desenvolvimento da planta

De acordo com a classificação proposta por Pimentel Gomes (2009), baixos valores de coeficiente de variação experimental foram observados para as características número de folhas (NF), comprimento da folha D (CFD), largura da folha D (LFD) e altura de planta (AP), indicando boa precisão experimental na avaliação das características. De acordo com os resultados de significância do teste F da análise de variância (Tabela 11), o efeito de N foi significativo e o do K não significativo para as quatro características. O efeito da interação N x K foi significativo apenas para a característica LFD.

Tabela 11. Probabilidade do teste F da análise de variância para as características número de folhas (NF), comprimento da folha D (CFD), largura da folha D (LFD) e altura de planta (AP), avaliadas em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Fonte de Variação	GL	Probabilidade do teste F			
		NF	CFD	LFD	AP
Bloco	1	0,073 ns	0,411 ns	0,001 *	0,871 ns
N	2	0,003 *	0,011 *	0,007 *	0,004 *
K	4	0,201 ns	0,780 ns	0,089 ns	0,338 ns
N x K	8	0,151 ns	0,225 ns	0,012 *	0,061 ns
Resíduos	14	-			
CV (%)		7,49	5,19	5,75	4,82

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Para as características NF, CFD e AP, como não foi verificado efeito significativo das doses de K aplicadas na adubação, nem da interação N x K, as médias das características foram comparadas para doses de N sem desdobramentos para doses de K. Já para LFD, como o efeito das doses de N aplicadas na adubação foi também significativo, o efeito da interação N x K e os das doses de K foram analisados dentro de cada dose de N (Tabela 12). O efeito de doses de K sobre LFD foi significativo apenas quando usada a dose máxima de N (22,5 g planta⁻¹).

Tabela 12. Resumo da análise de variância para a característica largura da folha D (LFD) avaliadas em plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu para desdobramento de doses de potássio (K) dentro de doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.

Fonte de variação	GL	QM	Fc	Probabilidade
Bloco	1	129,0	16,3	0,001 *
N	2	58,1	7,3	0,007 *
K dentro de N = 7,5 g	4	5,5	0,7	0,605 ns
K dentro de N = 15 g	4	4,1	0,5	0,722 ns
K dentro de N = 22,5 g	4	72,7	9,2	0,001 *
Resíduos	14	7,9		

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

As médias do NF das plantas quando aplicadas na adubação de cobertura com doses de 7,5 g de N planta⁻¹ (48,6) e 22,5 g de N planta⁻¹ (50,7), não diferiram significativamente entre si e foram superiores à dose obtida com 15,0 g de N planta⁻¹ (44,0) (Tabela 13). Os resultados não permitiram verificar tendência de aumento ou redução do número de folhas com o aumento da dose de N na adubação de cobertura.

Tabela 13. Médias para as características número de folhas (NF), comprimento da folha D (CFD) e altura de planta (AP) avaliadas em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu adubadas com diferentes doses de nitrogênio (N). Manaus, AM, 2023.

Dose de N g planta ⁻¹ / kg ha ⁻¹	NF	CFD (cm)	AP (cm)
7,5 / 329,7	48,6 a	90,8 b	103,2 b
15,0 / 659,3	44,0 b	94,8 ab	108,3 ab
22,5 / 989,1	50,7 a	98,6 a	112,7 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O NF observado nos tratamentos com médias superiores variou de 48,6 a 50,7, os quais foram superiores ao apresentado para a variedade Turiaçu cultivada no Amazonas, 34,8 folhas (Garcia *et al.* 2013) e inferiores ao observado no Maranhão por Araújo *et al.* (2012), 61,0 folhas, e por Aguiar Junior (2014), 53 a 80 folhas. Para a cultivar de abacaxizeiro MD-2, Neto (2009) avaliou diferentes doses de N (145 a 441 kg⁻¹) e de K (232 a 804 kg ha⁻¹) e não observou efeito de N no NF, enquanto na menor dose de K o NF foi superior. Já Razzaque e Hanafi (2001) avaliaram o efeito de seis níveis de K (0, 266, 532, 798, 1.064 e 1.330 kg ha⁻¹ de K₂O) no crescimento da planta e na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro cv Rangun, cultivada em solo turfoso, e não observaram efeito significativo dos tratamentos no NF, que variou de 51 a 58 folhas. Ramos (2006) também não observou efeito da adubação potássica no NF do abacaxizeiro cv BRS Imperial, porém, a deficiência de N, reduziu significativamente o NF, que, no tratamento com adubação completa, foi de 55,2. No presente estudo as médias obtidas para número de folhas foram inferiores a maioria dos relatos encontrados para abacaxizeiro na literatura, o que pode ser devido tanto a diferenças de natureza genética, por se tratarem de cultivares distintas, quanto pelos efeitos

ambientais, uma vez que os locais de avaliação foram diferentes.

Para CFD e AP as médias obtidas com a maior dose de N aplicada na adubação de cobertura foram superiores às obtidas com a menor dose, enquanto a dose intermediária não diferiu de ambas. Os resultados indicaram que houve aumento significativo do CFD e da AP com o aumento da dose de N aplicada na adubação de cobertura.

O CFD nos tratamentos com médias superiores variou de 94,8 cm a 98,6 cm, valores superiores aos observados para a variedade Turiaçu no Maranhão por Araújo *et al.* (2012), 83,8 cm, e por Santos (2021), 65 cm a 79 cm, semelhantes ao observado na variedade Turiaçu no Amazonas por Garcia *et al.* (2013), 101,9 cm, e superior ao relatado por Oliveira (2019), 83,8 cm. Aguar Júnior (2014) identificou efeito significativo da época de plantio no CFD da variedade Turiaçu no Maranhão, com variação de 87 cm a 97 cm nos plantios realizados de maio a julho, e de 74 cm a 82 cm nos plantios realizados de fevereiro a abril. Esses resultados demonstram que o CFD pode ser influenciado por genótipo, idade, manejo do plantio, condições pedoclimáticas locais e época de plantio.

As médias para AP de planta nos tratamentos superiores foram de 108 cm e 113 cm, valores semelhantes ao relatado para variedade Turiaçu cultivada no Amazonas por Garcia *et al.* (2013), 112 cm e superiores aos obtidos por Oliveira (2019), 58 cm a 59 cm, assim como, superiores aos relatados para a variedade no Maranhão por Araújo *et al.* (2012), 63 cm. Conforme Luchi (1978), a altura das plantas na indução floral correlaciona-se positivamente com a massa do fruto. Porém, essas características são variáveis entre as cultivares e dependem das práticas culturais empregadas. Souza *et al.* (2009), trabalhando com a cultivar Pérola em condições irrigadas, obtiveram plantas com 115 cm de altura, já em condições de sequeiro, com a mesma cultivar, Matos *et al.* (2006) obteve plantas com 98 cm. A maior facilidade de manejo e de colheita em abacaxizeiro está associada a portes de plantas menores (Júnior 2014), o que pode ser uma vantagem competitiva, desde que as práticas culturais viabilizem o tamanho de frutos comercializáveis. Por outro lado, de modo geral, plantas mais desenvolvidas e com maior número de folhas produzem frutos maiores e mais pesados, assim como, quanto maior o fruto, maior o número e a massa das mudas e mudas de melhor qualidade proporcionam plantios mais vigorosos e

precoces.

As doses de N aplicadas na adubação de cobertura não tiveram efeito significativo para LFD quando analisadas dentro da menor dose (7,5 g de planta⁻¹) e da dose intermediária de K (15,0 g de planta⁻¹) (Tabela 14). Já dentro das maiores doses de K (30 e 45 g de planta⁻¹), as médias obtidas com a maior dose de N foram superiores às demais. Dentro da dose de 15,0 g de K planta⁻¹, a média obtida com a maior dose de N foi superior a menor dose, enquanto a média obtida com 15,0 g de N planta⁻¹ não apresentou diferença significativamente estatisticamente nem da dose superior nem da inferior de N. Os resultados demonstraram que o efeito do aumento da dose de N é maior quando associados a maiores doses de K.

Tabela 14. Médias para a característica largura da folha D (LFD) (mm) avaliada em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu de acordo com os níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) recebidos. Manaus, AM, 2023.

N g planta ⁻¹ / kg ha ⁻¹	K (g planta ⁻¹ / kg ha ⁻¹)				
	7,5 / 329,7	15,0 / 689,3	22,5 / 989,1	30,0 / 1318,7	45,0 / 1978,0
7,5 / 329,7	47,00 a	44,2 b	48,8 a	46,6 b	46,0 b
15,0 / 659,3	49,35 a	49,2 ab	49,0 a	46,4 b	50,3 b
22,5 / 989,1	46,10 a	52,3 a	44,7 a	54,0 a	59,5 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para característica LFD, na análise dos efeitos das doses de K aplicadas na adubação de cobertura, associadas com 22,5 g de N planta⁻¹, o modelo de regressão linear positiva (Figura 25) apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 62,5% e, apesar do efeito altamente significativo do coeficiente de regressão ($F = 22,9$ e probabilidade = 0,00029), os desvios também apresentaram efeito significativo ($F = 4,6$ e probabilidade 0,019). O modelo de regressão quadrática também não se ajustou para explicar a variação na LFD em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura do solo. Na análise visual do gráfico da regressão linear positiva, verifica-se padrão não aleatório da distribuição dos pontos, portanto, dos resíduos, os quais foram identificados como significativos na ANOVA do modelo de regressão. Devido

aos modelos de regressão não se ajustarem adequadamente para explicar a variação nos dados observados, a comparação dos níveis de K foi realizada pelo teste de médias (Tabela 15).

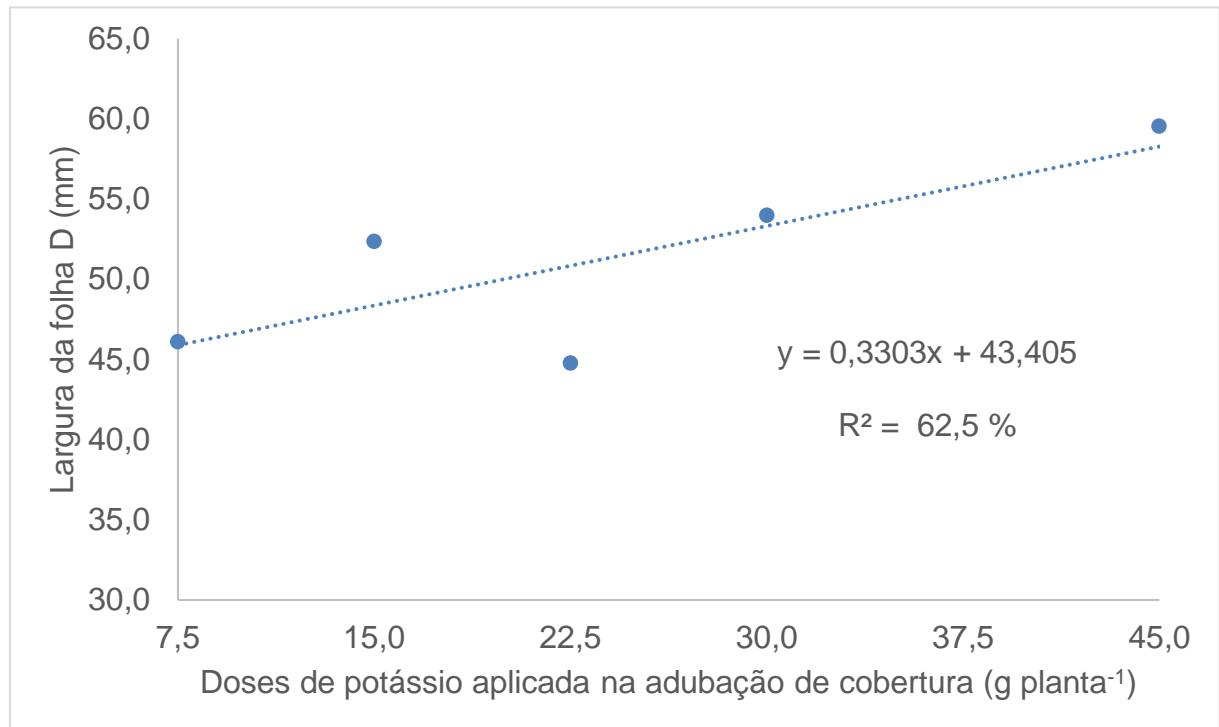


Figura 25. Variação na largura da folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu em função da dose de potássio aplicada na adubação de cobertura quando usados 22,5 g planta⁻¹ de N. Fonte: Lima, 2023.

A média para LFD obtida com a maior dose de K foi estatisticamente superior à obtida com a menor dose (7,5 g de K planta⁻¹) e com a dose intermediária (22,5 g de planta⁻¹), no entanto, não diferiu das médias obtidas com 15 g de K planta⁻¹ e 30 g de K planta⁻¹ (Tabela 15). Embora não tenha ocorrido de forma regular, pode-se observar que houve aumento de LFD com o aumento da dose de K aplicada na adubação de cobertura do solo.

A LFD variou de 4,42 cm a 5,95 cm, valores próximos aos observados para a variedade Turiaçu cultivada no Amazonas por Garcia *et al.* (2013), 5,9 cm, e superiores ao relatado por Oliveira (2019), 3,61 cm a 4,15 cm, e também próximos ao observado para a cultivar no Maranhão, 4,3 cm (Araújo *et al.* 2012). Segundo

Bartholomew *et al.* (2003), dependendo da cultivar e das condições ecológicas, a folha D pode chegar a 7 cm de largura, assim, como houve tendência de aumento da LFD com o aumento da dose de K usada na adubação de cobertura, é possível presumir que poderá haver aumento ainda maior da LFD com doses superiores de K.

Tabela 15. Média da característica largura da folha D (LFD) avaliada em plantas do abacaxizeiro da variedade Turiaçu adubadas com diferentes doses de potássio (K) quando aplicados 22,5 g planta⁻¹ de N. Manaus, AM, 2023.

Dose de K	LFD (cm)
7,5	4,61 bc
15,0	5,23 abc
22,5	4,48 c
30,0	5,40 ab
45,0	5,95 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Oliveira (2014) avaliou o efeito de adubações nitrogenada e potássica e observou que não houve interação significativa N x K para as variáveis massa, comprimento e largura da folha 'D', corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Ramos *et al.* (2013) não observaram no abacaxizeiro 'BRS Imperial', na ausência de N e K, diferenças significativas na largura da folha D, enquanto apenas a ausência de N influenciou no comprimento da Folha 'D'.

Segundo Ramos *et al.* (2013) o nitrogênio está envolvido no processo de fotossíntese, sendo necessário na síntese de clorofila, na limitação de N, a planta diminui a eficiência na utilização da luz solar, com isso, afeta a absorção de nutrientes e a produção de carboidratos para o seu desenvolvimento, o que pode justificar o efeito significativo de N na LFD quando associadas às maiores doses de K (Tabela 11). A área foliar reflete na capacidade da planta interceptar a radiação e de efetuar as trocas gasosas, sendo um indicativo da produtividade da planta (Francisco *et al.* 2014). Ramos (2006) trabalhando com o abacaxi Imperial verificaram aos 12 meses após o plantio, médias de 4,02 cm e 4,68 cm para LFD em plantas cultivadas sem e

com aplicação de solução N-K, respectivamente. Os resultados desses autores indicaram efeito significativo de N-K no aumento da LFD, com valores próximos aos encontrados no presente estudo, 4,4 cm a 5,9 cm.

Oliveira (2014) observou que as diferentes doses de N e K influenciaram significativamente a massa da folha D. As determinações de largura da folha mostraram diferenças significativas apenas para as doses de K, enquanto para comprimento da folha não houve efeito significativo.

Os aumentos de comprimento e largura da folha com a aplicação de doses crescentes de N-K se justificam pelas funções desses nutrientes, envolvidos em processos celulares, como o K que atua como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese, respiração, abertura de estômatos e manutenção da turgidez celular (Oliveira *et al.* 2015).

5.4 Efeitos de doses da adubação com N e K nas características de fruto

Os valores do coeficiente de variação experimental podem ser classificados como baixos para todas as características de fruto avaliadas (Tabela 16), conforme classificação geral proposta por Pimentel Gomes (2009). Para as características comprimento do fruto com a coroa (CFCC), comprimento do fruto sem a coroa (CFSC), diâmetro do fruto (DF), relação comprimento/diâmetro do fruto (RCDF), peso do fruto com coroa (PFCC) e peso do fruto sem coroa (PFSC) não foram observados efeitos significativos dos níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) usados na adubação de cobertura do solo nem da interação N x K (Tabela 16). Para teor de sólidos solúveis totais (SST) foram verificados efeitos significativos dos níveis de N e K usados na adubação de cobertura e da interação N x K.

Tabela 16. Probabilidade do teste F da análise de variância para as características de fruto: comprimento do fruto com a coroa (CFCC), comprimento do fruto sem a coroa (CFSC), circunferência do fruto (CCF), relação comprimento/circunferência do fruto (RCCF), massa massa do fruto sem coroa (MFSC) e sólidos solúveis totais (SST), produzidos por plantas de abacaxizeiro variedade Turiaçu submetidas a tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Fontes de variação	GL	Probabilidade do teste F							
		CFCC (cm)	CFSC (cm)	DF ¹ (cm)	RCDF	MFCC (g)	MFSC (g)	SST (°BRIX)	
Bloco	2								
N	2	0,37 ns	0,71 ns	0,93 ns	0,44 ns	0,25 ns	0,32 ns	0,00 *	
K	4	0,22 ns	0,62 ns	0,05 ns	0,82 ns	0,11 ns	0,18 ns	0,01 *	
N x K	8	0,90 ns	0,18 ns	0,11 ns	0,19 ns	0,05 ns	0,05 ns	0,00 *	
Resíduos	28	-	-	-	-	-	-	-	
Média		37,9	17,6	11,5	1,5	1237,9	1132,0	15,3	
CV (%)		7,9	6,38	1,61	4,61	9,15	10,05	1,8	

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

¹ análise de variância realizada com dados transformados para Raiz (x).

A média para massa do fruto com a coroa (MFCC) foi 1,24 kg e o comprimento do fruto com coroa (CFCC) de 37 cm. De acordo com a classificação dos produtores do Novo Remanso e Vila do Engenho, onde a variedade Turiaçu é cultivada, pelos valores médios os frutos produzidos foram do tipo ferrão. A massa do fruto está abaixo da média obtida pelos produtores da variedade Turiaçu no Amazonas, que supera 1,5 kg (GARCIA *et al.*, 2013) e, em relação a variedade Turiaçu cultivada no Maranhão, foi superior as médias registradas por Oliveira (2021), 0,82 kg (mínimo 0,46 kg e máximo 1,34 kg) e Lisboa *et al.* (2017): 1,18 kg, contudo, inferior a maioria dos relatos, entre eles, Araújo *et al.* (2012), acima de 1,6 kg, Aguiar Júnior (2014): 1,56 kg (mínimo 1,34 kg e máximo 1,87 kg) e Santos (2015): 1,38 kg (mínimo 1,3 kg e máximo 1,49 kg). Praticamente durante todo o experimento a insolação foi inferior à média histórica considerando os últimos 10 anos (Figura 7), bem como, em vários períodos houve excesso de chuvas, inclusive com alagamentos temporários de parte da área, o que pode ter prejudicado o desenvolvimento das plantas e dos frutos.

A insolação total durante a condução do experimento (16 meses) foi de 1.890 horas, valor dentro da faixa do aceitável para a cultura (1.200 a 1.500 horas ano⁻¹),

mas bem inferior ao considerado ótimo (2.500 a 3.000 horas ano⁻¹) (Ramos 2020). De acordo com Ramos (2020), a baixa luminosidade retarda o crescimento da planta, que pode produzir frutos pequenos, ressaltando que baixa radiação solar no mês que antecede a colheita resulta em frutos menores, com teor baixo de açúcares e acidez elevada.

Para a cv Imperial, Rios (2017) relatou não ter sido verificada interação significativa entre as doses de N e K₂O ($p<0,05$) usadas na adubação do solo para variáveis do comprimento e massa do fruto, o que também foi reportado na mesma cultivar por Oliveira (2014) em um estudo sobre adubação mineral em condições de sequeiro. No estudo de Rios (2017), o autor relatou aumento linear da produtividade de frutos em função do aumento da dose de potássio.

Em estudo realizado por Tavares *et al.* (2015) com a cultivar Pérola, e doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio, efetuadas em três aplicações, os autores verificaram acréscimo no desenvolvimento vegetativo da planta, desenvolvimento do fruto e produtividade com as doses crescentes de N e K, mas sem efeitos de doses de P do desenvolvimento ou produção das plantas. Em estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2013) com a cultivar Pérola, foi verificado aumento da massa do fruto com aumento das doses de N. Segundo Caetano *et al.* (2013) o nitrogênio é o nutriente que tem maior influência na produtividade do abacaxizeiro, assim como influencia o comprimento e a circunferência do fruto.

Os resultados encontrados na literatura indicam que tanto o N como o K têm efeito significativo na massa e tamanho do fruto, ambos contribuindo para aumento da produtividade e qualidade de frutos, o que não foi verificado no presente estudo, visto que a única característica de fruto influenciada por N e K foi o teor de SST da polpa dos frutos. A hipótese para explicar porque não foram identificados efeitos significativos dos tratamentos está relacionada ao excesso de chuvas e a declividade do terreno da área experimental, o que resultou em períodos de alagamento da área. A redução da insolação com as chuvas e dias nublados no período também pode ter contribuído para os resultados obtidos, abaixo do esperado.

Para teor de SST, além dos efeitos principais das doses de N e K, foi também significativo o efeito da interação N x K, assim, foi realizada a análise de variância com

o desdobramento dos efeitos de doses de N dentro de doses de K e vice-versa. Na ANOVA para desdobramento do efeito de N dentro de cada nível de K (Tabela 17) foram verificados efeitos significativos de N dentro das doses de K 7,5 g planta⁻¹, 22,5 g planta⁻¹ e 45,0 g planta⁻¹.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Fontes de Variação	GL	QM	F	Probabilidade
Bloco	2	2,251	29,8	0,000 *
K	4	0,305	4,0	0,011 *
N / K = 7,5 g planta ⁻¹	2	1,101	14,6	0,000 *
N / K = 15,0 g planta ⁻¹	2	0,121	1,6	0,220 ns
N / K = 22,5 g planta ⁻¹	2	0,373	4,9	0,015 *
N / K = 30,0 g planta ⁻¹	2	0,188	2,5	0,102 ns
N / K = 45,0 g planta ⁻¹	2	0,528	7,0	0,004 *
Resíduo	28	0,076		
CV (%)	1,8			

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Nas doses de potássio (15,0 e 30,0 g de K planta⁻¹) em que as médias obtidas com os diferentes níveis de N não diferiram estatisticamente entre si, todas as médias foram de 15 °Brix, com diferença apenas nas casas decimais (Tabela 18). Nos níveis de K dentro dos quais foram verificadas diferenças significativas para teor de SST obtidos com diferentes doses de N, não houve tendência de aumento ou redução com o aumento da dose de K. Dentro da dose 7,5 g de K planta⁻¹ a menor dose de N apresentou média para SST (15,63%) superior às obtidas com as maiores doses de N, apesar da pequena diferença entre as médias. Já dentro da dose 22,5 g de K planta⁻¹, a média para SST obtida com a maior dose de N não diferiu das demais, apenas a média obtida com a dose intermediária foi estatisticamente superior à obtida com a menor dose de N. Dentro da maior dose de K (45,0 g de K planta⁻¹) a média para SST obtida com a menor dose de N foi estatisticamente superior à dose intermediária e não diferiu da média obtida com a maior dose de N, que por sua vez não diferiu da média obtida com a dose intermediária.

Tabela 18. Médias da característica teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus Brix, no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.

N (g planta ⁻¹)	K (g planta ⁻¹)				
	7,5	15,0	22,5	30,0	45,0
7,5	15,63 a	15,53 a	15,03 b	15,43 a	15,80 a
15,0	14,47 b	15,13 a	15,70 a	15,67 a	14,97 b
22,5	14,77 b	15,37 a	15,17 ab	15,17 a	15,30 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito das doses de K usadas na adubação de cobertura na característica SST na polpa dos frutos foi significativo dentro dos níveis 7,5 e 15,0 g de N planta⁻¹ e não significativo dentro da dose 22,5 g de N planta⁻¹ (Tabela 19).

Tabela 19. Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu para níveis de nitrogênio (N) dentro de diferentes níveis de potássio (K). Manaus, AM, 2023.

Fontes de variação	GL	QM	F	Probabilidade
Bloco	2	2,250	29,75	0,000 *
N	2	0,505	6,68	0,004 *
K / N = 7,5 g planta ⁻¹	4	0,248	3,27	0,025 *
K / N = 15,0 g planta ⁻¹	4	0,798	10,54	0,000 *
K / N = 22,5 g planta ⁻¹	4	0,163	2,15	0,101 ns
Resíduo	28	0,076		
CV (%)	1,8			

* e ns, significativo e não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Na análise de regressão para variação no teor de SST em função das doses de K dentro das doses de 7,5 e 15,0 g de N planta⁻¹, em ambas as doses, o modelo de regressão quadrática (Figuras 26 e Figura 27) foi o que apresentou melhor ajuste para explicar a variação observada nos resultados (coeficientes de regressão significativo e desvios não significativos pelo teste F da ANOVA).

Para efeito de K dentro de N = 7,5 7,5 g planta⁻¹ a regressão quadrática foi

negativa, ou seja, a regressão indica redução no teor de SST com as doses intermediárias de K com posterior aumento nas doses superiores (Figura 26). Deve-se observar que a variação entre as médias é baixa e os valores estão na faixa de 15,0 a 15,8 graus Brix, valores elevados para abacaxizeiro. Nessa faixa de SST os frutos não receberiam classificação diferenciada, portanto, apesar do efeito significativo, não haveria nenhuma vantagem econômica para o produtor em usar uma dose maior de fertilizante para obter algum aumento de SST dentro dessa faixa de variação.

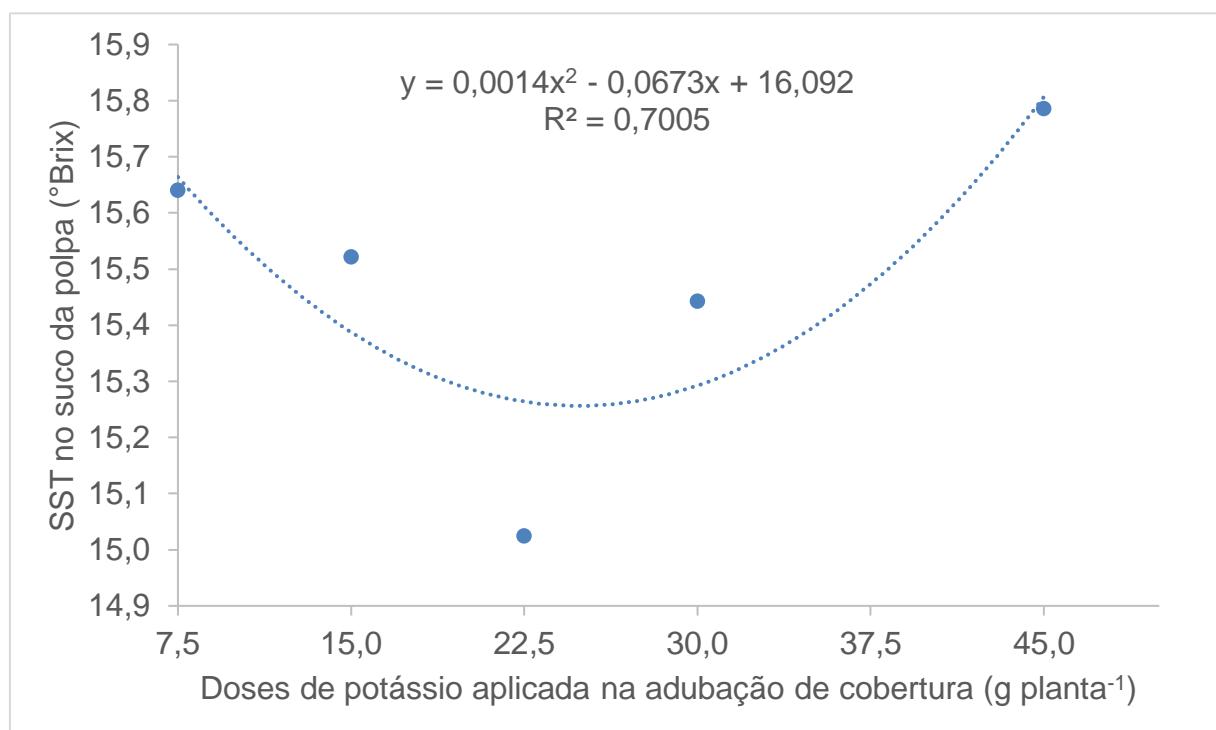


Figura 26. Equação de regressão para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu produzidos em função da dose de potássio (K) associado com 7,5 g de N planta⁻¹. Manaus, AM, 2023. Fonte: Lima 2023.

De acordo com a equação de regressão para valor de SST no suco do abacaxi em função da dose de K aplicada na adubação de cobertura dentro de N = 15,0 g planta⁻¹, o valor estimado para maior limite superior de SST foi de 15,7 °Brix, obtido com 28,8 g planta⁻¹ de K (Figura 27). O coeficiente de determinação da equação de regressão (R^2) foi elevado (98%), indicando ajuste muito alto da equação para explicar

a variação observada em SST em função da dose de K. No entanto, assim como nos resultados obtidos dentro da dose 7,5 g de N planta⁻¹, os valores observados para SST são elevados e estão numa faixa que não permitiria obter classificação diferenciada dos frutos.

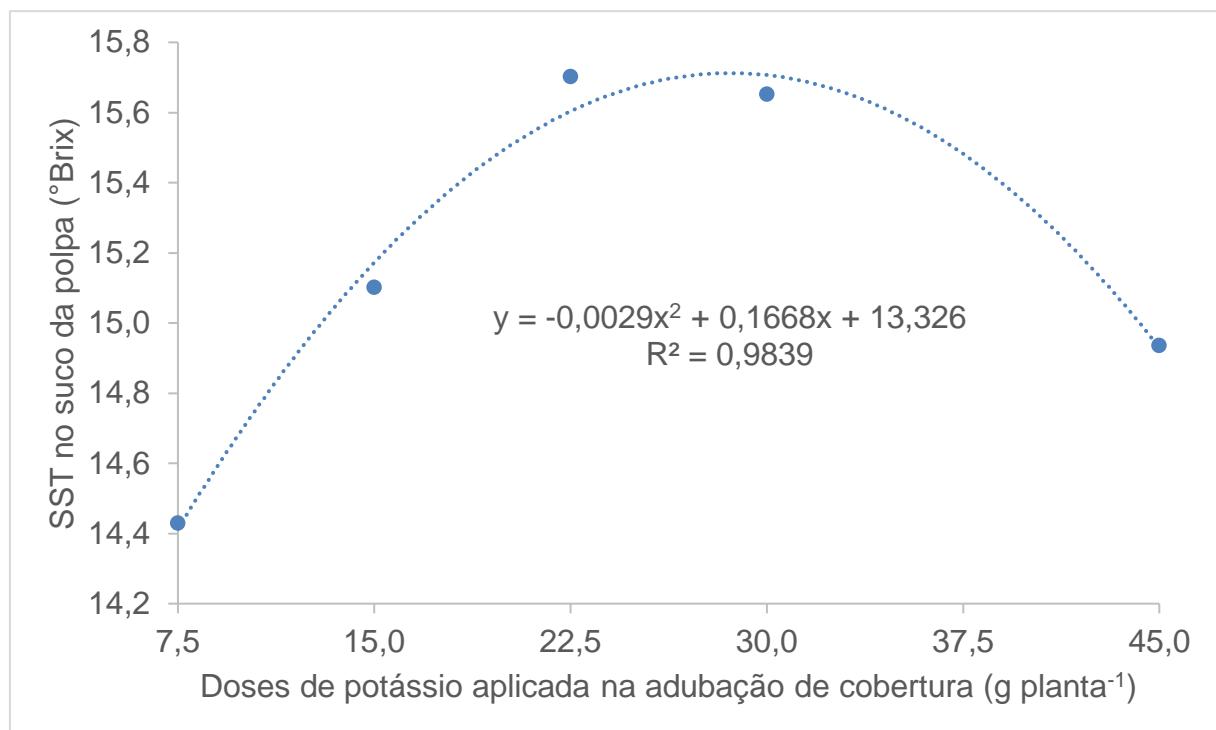


Figura 27. Equação de regressão para teor de sólidos solúveis totais (SST) no suco da polpa de frutos do abacaxizeiro variedade Turiaçu produzidos em função da dose de potássio (K) associado com 15,0 g de N planta-1. Manaus, AM, 2023. Fonte: Lima, 2023.

Para variedade Turiaçu cultivada no Amazonas, os valores relatados na literatura para teor de SST são: 16,5 °Brix por Garcia *et al.* (2013), 12,5 °Brix por Melo *et al.* (2013) e, para os estudos realizados com a variedade no Maranhão: 16,1 °Brix por Araújo *et al.* (2012), 15,96 °Brix (mínimo 14,2 e máximo 17,5) por Santos (2021), 15,5 a 16,4 °Brix por Santos (2015) e 16,7 °Brix (mínimo 15,2 e máximo 17,6) por Aguiar Júnior (2014). Portanto, os valores observados no presente estudo estão na faixa do que é relatado para a variedade na literatura.

Arshad e Armando (2012) verificaram o aumento da dose de N reduziu a acidez

do fruto, entretanto, com a redução da acidez o sabor da fruta se torna insípido e com pouco aroma, reduzida doçura e sabor desagradável. Caetano *et al.* (2013) verificaram aumento nos valores de acidez titulável (AT) (0,38%) e sólidos solúveis (SS) (17,62%) de forma linear em função do aumento da dose de K₂O, entretanto houve efeito oposto para as doses de N. Rios (2017) avaliou o efeito de cinco níveis de N na forma de ureia e cinco doses de K e verificou que a relação SS/AT foi influenciada pelas doses crescentes de N com incremento da SS/AT de 21,53% da menor para a maior dose utilizada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento produziu informações sobre a resposta do abacaxizeiro a adubação de cobertura com os nutrientes nitrogênio e potássio, os mais exigidos pela cultura. Alguns problemas foram verificados na área experimental durante a condução do experimento, como períodos de encharcamento do solo, ao que o abacaxizeiro é extremamente sensível (Souza e Reinhardt, 2009), e também períodos com condições climáticas atípicas, como menor insolação e maior precipitação em relação aos valores típicos da região, conforme dados históricos. Assim como plantios comerciais, experimentos conduzidos no campo estão sujeitos às condições climáticas de anos atípicos, nesses casos, são geradas e registradas informações dos impactos dessas condições na produção e na qualidade dos frutos, que são também importantes. Para obter resultados que permitam recomendações de adubação adequadas para a variedade Turiaçu cultivada no Amazonas, com melhor custo benefício ao produtor, são necessários experimentos conduzidos em condições adequadas de cultivo e sob condições climáticas que representem o clima típico da região.

Os efeitos de N foram significativos para todas as características da planta avaliadas (número de folhas, comprimento e largura da folha D e altura de planta), mas para características do fruto, o efeito só foi significativo para SST. Os valores obtidos para SST foram altos e, apesar de diferenças estatisticamente, na faixa de valores obtidos (mínimo 14,5 e máximo 15,5 °Brix), não existe diferencial de classificação na comercialização dos frutos, portanto, sem benefícios econômicos. O K não teve efeito em nenhuma das características das plantas avaliadas e, assim como N, o efeito foi significativo somente para teor de SST no suco do fruto. O peso médio de fruto obtido no experimento foi inferior ao geralmente relatado na literatura para a variedade Turiaçu, ou seja, as condições experimentais não foram adequadas para as plantas expressarem seu potencial genético para tamanho e peso do fruto, mesmo com tratamentos onde níveis de adubação com N e K, os dois nutrientes mais exigidos na cultura e com influência na qualidade de fruto, foram superiores aos geralmente utilizados pelos produtores ou recomendados para o abacaxizeiro.

Quanto a produtividade, considerando a densidade de plantio de 43.856 plantas ha^{-1} e que 100% das plantas frutificaram, a produtividade estimada foi de 43.856 fruto ha^{-1} , ou ainda, se considerado o peso médio do fruto com coroa de 1,24 kg, 54,4 t frutos $^{-1} ha^{-1}$. A produtividade estimada com a produção do experimento foi

aproximadamente três vezes superior à produtividade do Estado ($17,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e do município de Itacoatiara ($18,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e 2,45 vezes superior à média nacional ($22,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Embora a produtividade do experimento tenha sido elevada, o peso médio do fruto obtido neste estudo foi inferior ao relatado para a variedade Turiaçu por Araújo *et al.* (2012): 1,62 kg; Melo *et al.* (2013): 1,41 a 1,53 kg; Aguiar Júnior (2014): 1,56 kg e próximo do obtido por Lisboa *et al.* (2017): 1,18 kg (verdoso) a 1,37 kg (colorido). Pela classificação para abacaxi de polpa amarela estabelecida pela MAPA/SARC (2002), de acordo com o peso médio, os frutos produzidos foram da classe 2 (1,2 a 1,5 kg), numa escala de 1 (0,9 a 1,2 kg) a 6 ($> 2,4 \text{ kg}$), enquanto na classificação regional indicada pelo IDAM os frutos foram do tipo melhorado (1,0 a 1,4 kg), abaixo dos tipos fruto médio (1,5 a 2,0 kg) e fruto ferrão ($> 2,1 \text{ kg}$). Como a classificação por tamanho e peso do fruto está relacionada ao valor de mercado, os frutos produzidos não alcançaram padrão para obter as melhores remunerações, o que reduziu o impacto da alta produtividade obtida pelo número de frutos. Visto que os níveis de adubação foram elevados, não houveram problemas fitossanitários relevantes, o manejo foi realizado conforme preconizado para a cultura e a variedade tem potencial genético para produção de frutos com peso superior a pelo menos 1,5 kg, atribui-se às condições do solo (encharcamento) e climáticas (reduzida insolação e elevada precipitação) o baixo peso médio de fruto obtido.

Além das variáveis usadas para avaliar o efeito dos tratamentos com N e K na adubação de cobertura, outras observações importantes sobre aspectos da variedade Turiaçu foram registradas. No experimento não foram identificados sintomas em plantas, frutos ou mudas de fusariose (*Fusarium subglutinans*), que é a principal doença da cultura no Brasil e para qual são suscetíveis às principais cultivares usadas em plantios comerciais no país, Pérola e Smooth Cayenne. Até o momento não existem relatos da ocorrência de sintomas de fusariose em plantios da variedade Turiaçu no Amazonas (Garcia *et al.* 2013) e no Maranhão (AGED 2012; Araújo *et al.* 2012), o que permite estabelecer a hipótese de resistência genética da variedade a doença. Estudos específicos, com métodos adequados de inoculação do patógeno e avaliação de sintomas, são necessários para confirmação da hipótese de resistência genética da variedade Turiaçu à fusariose. Silva *et al.* (2015), em condições de casa de vegetação, constataram a resistência genética da variedade Turiaçu a quatro

espécies de nematóide formador de galhas (*Meloidogyne* spp). A resistência genética é a forma mais eficiente no controle de doenças, pois não tem impactos ambientais e não requer dispêndio de recursos com agrotóxicos. Assim, a resistência a doenças apresentada pela variedade Turiaçu proporciona vantagens do seu cultivo em comparação com as cultivares de maior adoção na abacicultura brasileira, Pérola e Smooth Cayenne.

No experimento não foi adotada nenhuma prática de proteção dos frutos contra queimadura solar, mesmo assim, não foi verificada a ocorrência desse defeito, considerado grave na classificação do abacaxi (MAPA/SARC, 2002). Nem mesmo em plantas que tombaram, portanto, com aumento da exposição do fruto aos raios solares, ocorreu a queimadura. Essas observações sugerem que o fruto da variedade 'Turiaçu' seja resistente à queima solar. Em cultivos da variedade Turiaçu no Maranhão foi relatada a queima solar em frutos, contudo, em proporção e gravidade inferior às verificadas em outras cultivares (Cunha *et al.* 2009; Araújo *et al.* 2019). A ausência ou menor ocorrência e gravidade da queima solar nos frutos da variedade Turiaçu é uma característica vantajosa para o produtor, pois a queima solar é classificada como defeito grave no abacaxi, reduzindo seu valor comercial. Também não foram observados outros defeitos graves de fruto, como rachaduras ou fasciação.

Por fim, permanece a necessidade de realizar pesquisas com a nutrição mineral do abacaxizeiro variedade Turiaçu no Amazonas para que os produtores possam maximizar a produtividade e a qualidade de frutos com o melhor custo benefício da produção. Os estudos devem ser realizados em ambiente de cultivo que represente as condições das áreas comerciais de plantio no Estado, tanto em características químicas como físicas, bem como, em condições climáticas típicas da região.

7 CONCLUSÕES

Na adubação de cobertura com ureia e cloreto de potássio não é verificado efeito da interação entre esses fertilizantes nas características químicas e teores de nutrientes do solo. Os efeitos da interação entre os fertilizantes ureia e do potássio usados na adubação de cobertura é significativo para variação no teor de Fe na folha D, largura da folha D e teor de SST no suco da polpa do fruto.

Com o aumento da dose de ureia aplicada na adubação de cobertura ocorre a redução do pH e da saturação por base e o aumento do teor de Al e da saturação por alumínio no solo, indicando a acidificação do solo.

Os teores de potássio e de sódio no solo aumentam de forma linear com o aumento da dose de cloreto de potássio aplicada na adubação de cobertura.

Os teores de Cu e Mn na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu aumentam com a aplicação de maiores doses de ureia na adubação de cobertura.

O cloreto de potássio aplicado na adubação de cobertura tem efeito significativo nos teores de K, Ca e Mg na folha D do abacaxizeiro variedade Turiaçu. A maior concentração de K na folha D, de acordo com a estimativa usando a regressão quadrática, é obtida com a aplicação de 20,2 g de K planta⁻¹. O teor de Ca na folha D reduz linearmente com o aumento da dose de cloreto de potássio aplicado na adubação de cobertura. Com aumento da dose de potássio na adubação de cobertura ocorre redução do teor de Mg na folha D com tendência de estabilização da concentração quando usadas as maiores doses.

O teor de Fe na folha D aumenta de forma linear com o aumento da dose de K aplicado no solo, contudo, esse efeito só é verificado quando usada a menor dose de ureia (7,5 g de N planta⁻¹).

A adubação de cobertura com ureia tem efeito no número de folhas, comprimento e largura da folha D e altura da planta do abacaxizeiro variedade Turiaçu, já o cloreto de potássio em cobertura não influencia nenhuma dessas características.

O aumento da dose de ureia na adubação de cobertura promove aumento do comprimento da folha D e da altura da planta, independente da dose de cloreto de potássio. Já o aumento na largura da folha D em função do aumento da dose de nitrogênio é verificada apenas quando usadas as maiores doses de cloreto de potássio (30,0 e 45,0 g de K planta⁻¹).

Nas condições de condução do experimento, as doses de ureia e cloreto de potássio em adubação de cobertura não influenciam as características de fruto, tamanho, massa ou forma do fruto. As doses de ureia podem reduzir ou aumentar significativamente o teor de SST, dependendo da dose de cloreto de potássio utilizada, contudo, os valores observados são elevados (14,5 a 15,8 °Brix) e situam-se em faixa dentro da qual não existe diferencial de valor de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ABÍLIO, GMF *et al.* 2009. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal -SP, v. 31, n. 4, p. 1117–1121.
- ABREU, GB *et al.* 2017. Estimation of Genetic Parameters of Turiaçu Pineapple Clones and Genetic Correlation between Traits. *Agricultural Sciences*, v. 8, p.1253-1262.
- AGUIAR JÚNIOR, RA 2014. Desenvolvimento vegetativo, expansão da colheita e qualidade de frutos de abacaxi “Turiaçu” em função da época de plantio e mulching: Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.122p.
- ALFAIA, SS. 1997. Destino de adubos nitrogenados marcados com ^{15}N em amostras de dois solos da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, p. 379-385.
- ANTONIO, IC 2017. Índices climáticos e caracterização climática do entorno de Manaus. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 4, p. 1120.
- ARAÚJO, JRG *et al.* 2012. Abacaxi “Turiaçu”: Cultivar Tradicional Nativa Do Maranhão. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal -SP, p. 1270–1276.
- ARAÚJO, VL 2018. Produção, fisiologia e qualidade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) cv. BRS Imperial sob relações K/N no litoral da Paraíba. Tese de Doutorado, Universidade Federal Da Paraíba Centro De Ciências Agrárias, Areia-PB. 137f.
- ARSHAD, AM; ARMANTO ME 2012. Effect of nitrogen on growth and yield of pineapple grown on BRIS Soil. *Journal of Environmental Science and Engineering*. B, v. 1, n. 11B, p. 1285.
- BARTHOLOMEW, DP; PAUL, RE; ROHRBACH, KG 2003. The pineapple botany, production and uses. University of Hawaii at Manoa Honolulu, p. 1270–1276.
- BHUGALOO, RA; LALOUETTE, JA; BACHRAZ, DY; SUKERDEEP, N 1999. Effect of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety Queen Victoria. In: ANNUAL MEETING OF AGRICULTURAL SCIENTISTS, 3. Reduit. Proceedings, p. 75-80.
- BRICKELL, CD *et al.* 2009. International code of nomenclature for cultivated plants. International Society for Horticultural Science, v. 151.
- BUENO, JAR 2016. Densidades de plantio e doses de potássio em abacaxizeiro

- “Pérola” sob irrigação. Tese de doutorado - FCAV - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 42p.
- CAETANO, LCS *et al.* 2013. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi “Vitória”. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, p. 883–890.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, RF; ALVAREZ V, VH; BARROS, NF; FONTES, RLF; CANTARUTTI, RB & NEVES, JCL (Eds.). 2007. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, p. 375-470.
- CARDOSO, EDA 2017. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro ‘Imperial’ em função da adubação com N e K. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba. p. 5–24.
- CARVALHO, SLC *et al.* 2005. Épocas de indução floral e soma térmica do período do florescimento a colheita de abacaxi “smooth cayenne”. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal -SP, v. 27, p. 430–433.
- CENTRO DE QUALIDADE DE HORTICULTURA (CQH)/COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (Ceagesp) 2003. Programa brasileiro para a modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi. São Paulo: Ceagesp. (Documentos, 24).
- CHOO, LNLK *et al.* 2022. Improving Nitrogen Availability and *Ananas comosus* L. Merr var. Moris Productivity in a Tropical Peat Soil Using Clinoptilolite Zeolite. Agronomy, v. 12, n. 11.
- CUNHA, JM *et al.* 2021. Adubação Potássica Na Qualidade De Frutos De Abacaxi. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 43, n. 5, e-018.
- MATOS, AP *et al.* 2015. Doses de fertilizantes para o abacaxizeiro 'Pérola' na Mesorregião do Sul Baiano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO ABACAXI, 6, 2015, Conceição do Araguaia. [Anais]. Belém, PA: SEDAP, 2015.
- DÓRIA, JO; OLIVEIRA, AMG; NATALE, W 2013. Alterações nos parâmetros químicos do solo em função de doses de N-K, após o cultivo de abacaxizeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, Florianópolis, 2013. Anais. Florianópolis: CBCS p.1-4.
- EECKENBRUGGE, GC; DUVAL, MF; MIEGROET, FV. 1993. Fertility and self-incompatibility in the genus *Ananas*. First International Pineapple Symposium.
- FAO, STAT. Leading countries in pineapple production worldwide in 2021. Disponível

- em: <www.fao.org/faastat/>.>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- FRANCISCO, JP *et al.* 2014. Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 2, p. 285–293.
- GARCIA, MVB *et al.* 2013. Situação e perspectivas da abaxicultura no Amazonas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO ABACAXI. 2013. Produção e qualidade com tecnologia e sustentabilidade: anais. Palmas: Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins. 1 CD-ROM. Palmas.
- GOMES, FP. 1991. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação.
- GOMES, JA *et al.* 2003. Recomendações Técnicas Para A Cultura Do Abacaxizeiro. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Anais Vitória-ES.
- GONÇALVES, RGM *et al.* 2020. Efeitos De Diferentes Épocas de Indução Floral no Desenvolvimento de Frutos de Abacaxizeiro “Perola” no Norte de Tocantins. *Nature and Conservation*, v. 13, n. 4, p. 84–92.
- GONDIM, TMS; AZEVEDO, FF. 2002. Diferenciação Floral Do Abacaxizeiro Cv. Sng-3 Em Função Da Idade Da Planta E da Aplicação Do Carbureto De Cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, n. 2, p. 420–425.
- HEPTON, A. CULTURAL SYSTEM. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.). 2003. *The Pineapple: botany, production and uses*. CABI Publishing, New York, p. 109-142.
- IBGE. Área Plantada ou destinada á colheita (Hectares), 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- IBGE. Principais resultados - 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- IDAM. Amazonas é o segundo maior produtor de abacaxi da região Norte. Disponível em: <<http://www.idam.am.gov.br/amazonas-e-o-segundo-maior-produtor-de-abacaxi-da-regiao-norte/#:~:text=Em 2018%2C o Amazonas produziu, IBGE-PAM%2F2016>>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPIEDADE INDUSTRIAL -INPI. Indicações

- Geográficas. Revista da Propriedade Industrial, 2020.
- IUCHI, VL 1978. Efeito de Sulfato de Amônio, Superfosfato Simples e Sulfato De Potássio Sobre Algumas Característica da Planta e Qualidade Do Fruto Do Abacaxizeiro, *Ananas Comosus*. Tese de mestrado, Universidade Federal de Viçosa. 61p.
- KORNDORFER, GH. 2006. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.355-374.
- LIMA, VPDE; REINHARDT, DH; COSTA, JA 2001. Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cv. pérola produção e qualidade do fruto. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal-SP, v. 23, n. 3, p. 634–638.
- LISBOA, CS *et al.* 2017. Qualidade biométrica de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ associada a estádio de maturação. I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura, Sessão Fruticultura Temperada e Tropical. Actas Portuguesas de Horticultura, v. 29, p.156-162.
- MAEDA, AS *et al.* 2011. Adubação foliar na qualidade e produtividade de abacaxi. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 2, p. 248–253.
- MALAVOLTA, E; VITTI, GC; OLIVEIRA, AS. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p.
- MAPA. Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento (2022) Agrofit-Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 mar 2022.
- MARSCHNER, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. London:Academic Press Inc. 674p.
- MATOS, AP. *et al.* 2006. A cultura do abacaxi. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2. ed.
- MATOS, AP; SANCHES, NF 2011. Cultura do Abacaxi: Sistema de Produção para a Região de Itaberaba, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura- Documento 138. Anais. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/>> Acesso em: 5 abr. 2023.
- MELO, OFPDE *et al.* 2020. Efeito de doses de N-P-K sobre as características agronômicas do abacaxizeiro. Revista de Biotecnologia & Ciência, v. 9.

- MORAES, AM *et al.* 2010. Micropropagação de abacaxizeiro cv. Emepa 1. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 9, p. 932–936.
- NEGRÃO, AG; PINTO, EM; SILVA, LB 2020. Material compósito de fibra da folha do abacaxizeiro (*Ananas comosus*) para uso no ambiente construído. Ambiente Construído, v. 20, n. 3, p. 627–645.
- NETO, LGP 2009. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro fertirrigado com diferentes fontes e doses de nitrogênio e potássio. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 125p.
- OLIVEIRA, AMG *et al.* 2015. Adubação NPK para o abacaxizeiro 'BRS Imperial' para o Extremo Sul da Bahia. Cruz Das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- OLIVEIRA, AMG 2014. Níveis de adubação N-K do abacaxizeiro 'BRS Imperial' no extremo Sul da Bahia. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 131p.
- OLIVEIRA, AMG *et al.* 2015. Adubação N-K no abacaxizeiro 'BRS Imperial' efeito no desenvolvimento e na floração da planta. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, n. 3, p. 755–763.
- OLIVEIRA, AMG; NATALE, W 2016. Classificação do abacaxi BRS Imperial por faixa de massa de fruto em função da adubação N-K. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, São Luís. Fruteiras nativas e sustentabilidade: anais. São Luis: SBF.
- OLIVEIRA, MAG *et al.* 2021. Desenvolvimento da folha "D" do abacaxizeiro imperial em função da adubação com nitrogênio e potássio IN XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Bento Gonçalves- RN.
- OLIVEIRA, SP 2019. Interferência das plantas daninhas e níveis de infestação do percevejo *Thlastocoris laetus* (Mayr, 1866) (Hemiptera: Coreidae) na cultura do abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merril), Tese Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 188p.
- PEGORARO, RF *et al.* 2014. Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'Vitória' pineapple plant. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38(3):896-904.
- PREZOTTI, LC; GUARCONI, MA 2013. Guia de interpretação de análise de solo e foliar. Vitoria, ES: Incaper. 104 p.
- PY, C; LACOEUILHE, JJ; CLAUDE, T 1987. The pineapple, cultivation and uses. 1 ed. Paris: G.P Maisonneuve et Larose. 568 p.

- QUAGGIO, JA; RAIJ, BV 1997. Produtividade esperada. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, JA; FURLANI, AMC. (Eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed.rev.atual. Campinas: IAC. p.13-18. (Boletim Técnico, 100).
- QUEIROZ, JP; GARCIA, MVB; CHAVES, FCM 2013. Produção de mudas de abacaxizeiro cv. Turiaçu [*Ananas comosus* (L.) Merril], em Manaus - AM, pela técnica de seccionamento do caule e desenvolvimento de plântulas em tubete e canteiro. V Simpósio Brasileiro Da Cultura Do Abacaxi, p. 18–25. Manaus.
- RAIJ, BV 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420 p.
- RAMOS, A 2002. Análise do desenvolvimento vegetativo e produtividade da palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) sob níveis de irrigação e adubação nitrogenada. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 126p.
- RAMOS, JMM; MONNERAT, PH; PINHO, LGR 2013. Leitura SPAD em abacaxizeiro imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal-SP, n. 1, p. 277–281.
- RAMOS, MJM 2006. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar imperial. Tese de doutorado, Campos dos Goytacazes. p. 87.
- RAMOS, MJM *et al.* 2009. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘imperial’. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal-SP, v. 31, n. 1, p. 252–256.
- RAZZAQUE, AHM; HANAFI, MM 2001. Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. Fruits, v. 56, n. 1, p. 45–49.
- REINHARDT, DHRC; CUNHA, GAP 2006. A cultura do abacaxi. Embrapa Informação Tecnológica, p. 45–49.
- REINHARDT, DHR; SOUZA, LFS; CUNHA, GAP 2000. Exigências edafoclimáticas. In: REINHARDT, DH; SOUZA, FS; CABRAL, JRS (Ed.). Abacaxi produção. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência Tecnológica. p. 9. (Frutas do Brasil, 7).
- REIS, LL 2015. Avaliação de cultivares de abacaxi submetidos a doses de NPK. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 153p.
- RIBEIRO, DG; VASCONCELOS, MAD; ARAUJO, AP 2011. Contribuição do sistema radicular de mudas micropropagadas na absorção de nitrogênio de abacaxizeiro

cultivar vitória. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 33, n. 4, p. 1240–1250.

RIOS, ES 2017. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro “imperial” em função da adubação com N e K, Tese de Doutorado, Universidade Federal Da Paraíba, Areia - PB, 123p.

RODRIGUES, AA *et al.* 2013. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro “perola”, em função das relações K/N na adubação. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal-SP, n. 2, p. 625–633.

RODRIGUES, TCS; SOUZA, UDV; FEITOSA, AC 2009. Caracterização socioambiental da comunidade Jamary dos Pretos, Turiaçu-MA. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2009, Viçosa. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza. Viçosa. UFV. v. 1.

RODRIGUES, TE *et al.* 1972. Boletim técnico levantamento detalhado dos solos do IPEAAOc. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuárias da Amazônia Ocidental - IPEAAOc. Anais.

SANCHES, NF; MATOS, AP 2013. Coleção 500 perguntas 500 respostas o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. Brasília: Embrapa.

SANTOS, AWO 2013. Controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. Turiaçu fertilizado com Boro, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Do Maranhão, p. 97.

SANTOS, CA 2023. Micropropagação in vitro do abacaxizeiro ‘Turiaçu’ cultivado no município de Itacoatiara-AM, Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 100p.

SILVA, ALP 2009. Produção e nutrição mineral de abacaxizeiro cv. Vitória, em função da adubação nitrogenada. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 38 p.

SILVA, CA; VALE, FR 2000. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2461-2471.

SIEBENEICHLER, SC; MONNERAT, PH; CARVALHO, AJC; SILVA, JA 2022. Composição mineral da folha em abacaxizeiro: efeito da parte da folha analisada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal. SP, v. 24, n. 1, p. 194-198.

- SOUZA, FVD *et al.* 2017. Abacaxizeiros (*Ananas* spp.) cultivados e silvestres. LEGGIADRO, R. (Ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 32p.
- SOUZA, LFS 2009. Calagem e adubação para o abacaxizeiro. BORGES, AL.; SOUZA, LFS. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 26-45.
- SOUZA, LFS; OLIVEIRA, AMG 2021. Calagem e adubação para o abacaxizeiro. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá/Ana Lucia Borges, editora técnica. – 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 95-122.
- SOUZA, LFS *et al.* 2002. Influência da adubação potássica nos te-ores foliares de nutrientes do abacaxizeiro ‘Pérola’. In: Congresso brasileiro de fruticultura. Resumos abacaxi 17. Belém, CD—ROM.
- SOUZA, OPDE *et al.* 2009. Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 5, p. 471–477.
- TAIZ, L *et al.* 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. 888p.
- TAVARES, G. *et al.* 2015. Produção de abacaxi “perola” em diferentes doses de adubação em floresta da Araguaia, Pará. Em: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- TEIXEIRA, LAJ; QUAGGIO, JA; ZAMBROSI, FCB 2008. Preliminary Dris norms for ‘Smooth Cayenne’ pineapple and derivation of critical levels of leaf nutrient concentrations. Acta Horticulturae, n.822, p.131-138.
- TEIXEIRA, LAJ *et al.* 2011. Adubação potássica em abacaxizeiro: efeitos no crescimento das plantas e na produção de frutos. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal-SP, n. 2, p. 618–626.
- TEIXEIRA, CAD 2020. Sistema de produção para a cultura do abacaxi no Estado de Rondônia / César A. D. Teixeira, editor técnico. – Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia.
- TEXEIRA, PC *et al.* 2017. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: Embrapa.
- THEODORO, VCA *et al.* 2003. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.6, p.1039-

1047.

VENÂNCIO, JB *et al.* 2017. Teores e extração de macronutrientes pelas folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ sob adubação potássica e lâminas de irrigação. *Irriga*, v. 22, n. 2, p. 400–419.

VILELA, GB; PEGORARO, RF; MAIA, VM 2015. Predição de produção do abacaxizeiro “Vitória” por meio de características fitotécnicas e nutricionais. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 4, p. 724–732.