

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM
DIFERENTES BIOINSUMOS**

NAYARA SEVERO CORRÊA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO - 2025**

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM
DIFERENTES BIOINSUMOS

NAYARA SEVERO CORRÊA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de Mestra em
Produção Vegetal”

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO - 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

C824

Corrêa, Nayara Severo.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM DIFERENTES COMPOSTOS / Nayara Severo Corrêa. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2025.

56 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2025.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

1. Ananas comosus L. . 2. Bioinsumos . 3. Adubação . I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM
DIFERENTES BIOINSUMOS

NAYARA SEVERO CORRÊA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de Mestra em
Produção Vegetal”

Aprovada em 25 de agosto de 2025

Comissão Examinadora:

Profa. Marta Simone Mendonça Freitas - (D.Sc., Nutrição Mineral de Plantas) -
UENF

Dr. Rômulo André Beltrame - (D.Sc., Produção Vegetal) – Prefeitura de Campos

Dr. Paulo Cesar dos Santos - (D.Sc., Produção Vegetal) – UFES

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho – (D.Sc., Fruticultura) – UENF
Orientador

Ao meu futuro eu, que colherá os frutos desta jornada de aprendizado e
crescimento,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus e à Nossa Senhora de Fátima por toda proteção, por me concederem forças nos momentos mais difíceis e nos que me senti incapaz, por iluminar e abençoar meu caminho com sabedoria e por me permitir chegar até aqui. Sem fé e perseverança nada disso seria possível;

Aos meus pais, Regina e José, por todo amor, apoio, compreensão e exemplo de dedicação. Antes de tudo, cada conquista minha é fruto do sacrifício, ensinamentos, paciência e oração de vocês;

Ao meu irmão José Renato, à minha cunhada Elizângela e ao meu sobrinho Yuri, por toda torcida, companheirismo, amor e apoio;

Ao meu orientador, Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho, minha gratidão pela orientação precisa, pela confiança no meu trabalho e pela generosidade em compartilhar conhecimento. Seu comprometimento com a pesquisa e desenvolvimento foi fundamental em toda essa jornada;

Aos meus amigos, que estiveram presentes nos momentos de alegria e nos de cansaço, por me apoiarem e por me lembrarem que não estou sozinha. Vocês tornaram o caminho mais leve e os dias mais felizes;

Ao meu namorado, Mateus Henrique, por todo apoio e paciência, por estar presente, por me ouvir, por todo amor e carinho. Você tornou o caminho mais leve e os dias mais felizes;

Aos colegas do Laboratório de Fitotecnia e ao grupo de pesquisa em Fruticultura Tropical, agradeço o apoio, trocas de experiência e convivência. Agradeço ao Vinicius Freitas, à Adriely Canedo e ao técnico Detony Petri por toda ajuda durante o desenvolvimento do projeto;

Aos colegas do Laboratório do Setor de Nutrição Mineral de Plantas, coordenado pela Profa. Dra. Marta Simone Mendonça, por todo apoio e colaboração durante as avaliações do trabalho;

Aos funcionários e técnicos da universidade, em especial ao técnico Detony Petri, obrigada pela gentileza, paciência e prontidão em ajudar, sempre contribuindo para o bom andamento da vida acadêmica;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF pela estrutura e por todo acolhimento durante todos esses anos;

Ao apoio fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e por todo incentivo financeiro;

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, mesmo que de maneira silenciosa ou indireta. Cada gesto teve seu valor e será sempre lembrado com carinho.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | ix |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 3 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 3.1. Origem e caracterização do abacaxizeiro | 4 |
| 3.1.1. Cultivar 'Pérola'..... | 5 |
| 3.2. Importância econômica | 6 |
| 3.3. Nutrição e Fisiologia..... | 7 |
| 3.4. Bioinsumos..... | 9 |
| 3.4.1. Torta de Filtro | 10 |
| 3.4.2. Composto AgriNatura - GR Agrária | 11 |
| 3.4.3. RIBUMIN C..... | 12 |
| 3.4.4. Organosolo | 12 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4.1. Caracterização da área | 14 |
| 4.2. Delineamento experimental..... | 14 |
| 4.3. Implantação das mudas | 15 |
| 4.4. Variáveis analisadas | 16 |
| 4.4.1. Análises biométricas..... | 16 |
| 4.4.2. Análises na folha D..... | 16 |
| 4.4.3. Análise fisiológica | 17 |
| 4.4.4. Análises de massa seca | 17 |
| 4.4.5. Análises nutricionais..... | 17 |
| 4.5. Análise estatística | 18 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 19 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 32 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |
| APÊNDICE | 39 |

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Dosagem dos tratamentos aplicados por vaso.

Tabela 2. Quantidade de adubo químico aplicado para correção de nutrientes no solo utilizado no experimento.

Tabela 3 – Atributos de análise química do solo utilizado no experimento.

Tabela 4 - Número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca foliar total e massa seca foliar total de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 5 - Médias de número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca foliar total e massa seca foliar total de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 6 - Comprimento, largura, área foliar, massa fresca e massa seca da folha "D" de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 7 - Médias de comprimento, largura, área foliar, massa fresca e massa seca da folha "D" de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 8 - Comprimento, volume e massa fresca da raiz de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 9 - Médias de comprimento, volume e massa fresca da raiz de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 10 - SPAD e teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 11 - Médias do SPAD e teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

Tabela 12 - Resumo da ANOVA para as variáveis de crescimento de parte aérea do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. AP= Altura da Planta; NF= Número de folhas; AFT= Área Foliar Total; MFFT= Massa Fresca Foliar Total; MSFT= Massa Seca Foliar Total; AFD= Área Foliar "D"; CFD= Comprimento Foliar "D"; LFD= Largura Foliar "D"; MFD= Massa Fresca "D"; MSD= Massa Seca "D".

Tabela 13 - Resumo da Anova para as variáveis de crescimento de parte aérea do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. DC= diâmetro do coleto; C= comprimento radicular; V= volume radicular; MFR= Massa Fresca Radicular.

Tabela 14 - Resumo da Anova para variáveis de nutrição e fisiologia do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. SPAD= Índice do teor de clorofila; N= Nitrogênio; P= Fósforo.

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E NOMENCLATURAS

CTC: Capacidade de Trocas Catiônicas.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ONU: Organização das Nações Unidas.

RESUMO

CORRÊA, Nayara Severo; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto de 2025; PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM DIFERENTES BIOINSUMOS; Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

Dentre as culturas em destaque na Fruticultura Brasileira, o abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus*) ocupa posição relevante, sendo a mais cultivada no norte do estado do Rio de Janeiro. Apesar de aparentar uma planta rústica, o abacaxizeiro possui exigências específicas quanto ao manejo nutricional, especialmente nas fases de crescimento vegetativo e floração. Neste contexto, nos últimos anos, observa-se o aumento no uso de bioinsumos como alternativa sustentável aos fertilizantes industriais. Na frutífera em questão, a aplicação de adubos orgânicos favorece o desenvolvimento radicular e a resistência da planta a estresses hídricos e pragas. No solo, favorece o aumento da biomassa microbiana, ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, criando um ambiente propício ao crescimento saudável do abacaxizeiro. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial da utilização de bioinsumos como fonte alternativa de adubação química, quantificando a absorção de nutrientes e crescimento de mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. Foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco tratamentos com composto orgânico (Organosolo, Torta de Filtro, Composto Agrinatura, Ribumin e Controle) e com e sem adubação convencional. A unidade experimental foi composta de uma muda por vaso. A coleta das plantas foi realizada após 96 dias de plantio, sendo avaliados parâmetros de crescimento de parte aérea e radicular: comprimento, altura, área foliar, número de folhas, diâmetro do coleto (mm), volume radicular, massa fresca e massa seca. Na folha "D" foram avaliados comprimento, largura, índice SPAD, área foliar, massa fresca e massa seca, e determinação dos teores de nitrogênio e fósforo. Com base nos resultados, a aplicação de bioinsumo e adubação mineral proporcionou respostas significativas das mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. Para o índice SPAD, a presença de significância ocorreu com a aplicação de adubação mineral. Quanto aos teores de nitrogênio e fósforo na folha "D", verificaram-se valores superiores nos tratamentos associados à adubação mineral, evidenciando o sinergismo estabelecido entre as fontes de

nutrientes. Dessa forma, conclui-se que o uso de bioinsumos durante a fase de produção de mudas proporciona melhoria qualitativa do substrato e maior eficiência na absorção de nutrientes, resultando em plantas mais vigorosas, estáveis e responsivas às adubações subsequentes.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L; bioinsumos; adubação.

ABSTRACT

CORRÊA, Nayara Severo; M.Sc.; State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro; august 2025; PRODUCTION OF 'PEARL' PINEAPPLE SEEDLINGS FILLED WITH DIFFERENT BIOINPUT; Advisor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

Pineapple (*Ananas comosus*) is one of the most important fruit crops in Brazil, being the most widely grown in the north of the state of Rio de Janeiro. A tropical plant, the pineapple has specific requirements in terms of water and nutritional management, especially in the vegetative growth and flowering phases, when deficits can negatively affect fruit production. In recent years, there has been an increase in the use of bioinputs as a sustainable alternative to industrial fertilizers, especially in tropical crops. In the fruit tree in question, the application of organic fertilizers favors root development and plant resistance to water stress and pests. In the soil, it favors an increase in microbial biomass, nutrient cycling and soil structure, creating an environment conducive to healthy pineapple growth. The aim of this study was to evaluate the potential of using different sources of fertilizer with bioinput as an alternative source, quantifying nutrient absorption, growth and development of 'Pérola' pineapple seedlings. A randomized block design (RBL) was adopted, with a 5 x 2 factorial scheme, with five treatments with bioinput (Organosol, Filter Pie, Agrinatura Compost, Ribumin and Control) and with and without conventional fertilization, and one seedling per pot. The plants were harvested 96 days after planting and their aerial and root growth parameters were assessed: length (cm), height (cm), leaf area (cm²), number of leaves, diameter of the collar (mm), root volume (ml), fresh mass (g) and dry mass (g). In leaf "D", length, width, SPAD index, leaf area, fresh mass, and dry mass were evaluated, and nitrogen and phosphorus content was determined. Based on the results, the application of bio-inputs and mineral fertilization provided significant responses from the 'Pérola' pineapple seedlings. For the SPAD index, significance was observed with the application of mineral fertilization. Regarding the nitrogen and phosphorus contents in leaf "D", higher values were observed in treatments combined with mineral fertilization, reinforcing the synergistic interaction between nutrient sources. Therefore, it is concluded that the application of bioinputs during the seedling stage qualitatively improves the substrate and increases nutrient absorption efficiency,

resulting in more vigorous and stable plants, better prepared to respond to subsequent fertilization.

Keywords: *Ananas comosus* L; bioinputs; fertilization.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os segmentos que movimentam o PIB brasileiro, a Fruticultura é o que mais tem se destacado, colocando o Brasil como terceiro maior produtor de frutas do mundo, ficando atrás da China e Chile. A produção brasileira ultrapassa cerca de 41 milhões de toneladas de frutas, em média de 2,6 milhões de hectares, anualmente (IBGE, 2025).

Atualmente, o Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de países produtores de abacaxi com 2,39 milhões de toneladas anuais, evidenciando o potencial da cultura para atender tanto o mercado interno quanto externo (FAO, 2023). O abacaxi é cultivado em todas as Unidades da Federação nas regiões brasileiras com exceção do Piauí, atingindo a marca de quinta fruta mais produzida, sendo o Pará o maior produtor em 2023 (IBGE, 2025).

O estado do Rio de Janeiro se destaca como um dos maiores produtores da frutífera com produção relevante concentrada nos municípios do Norte e Noroeste Fluminense, além de ser considerado o maior consumidor da fruta. O município de Campos dos Goytacazes consolida-se como um dos principais polos de produção, apresentando crescimento relevante nos últimos anos, movimentando aproximadamente R\$ 500 milhões de reais em 2022 realçando sua importância econômica (Revista Agronegócios, 2025). Nesse cenário, a busca por práticas que aliem sustentabilidade, produtividade e a redução da dependência de insumos sintéticos torna-se cada vez mais necessária.

Nos últimos, há uma crescente substituição da utilização dos fertilizantes industriais pelos bioinsumos com geração de inúmeros benefícios. Essa substituição tem gerado, além de benefícios econômicos, o fornecimento de nutrientes essenciais para as plantas, melhoria da qualidade do solo, aumentando a biodiversidade microbiana e maior resiliência das culturas quando submetidas a estresses bióticos e abióticos. Tal abordagem está alinhada às novas demandas do setor agrícola, que exige técnicas sustentáveis, capazes de reduzir custos de produção, promover equilíbrio ambiental e agregar valor à cadeia produtiva.

De maneira geral, a exigência nutricional pelo abacaxizeiro é elevada, principalmente dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (P) responsáveis pela qualidade e produção de frutos, sendo influenciada por fatores como solo, cultivar,

clima, entre outros (Silva et al., 2009). A utilização de bioinsumos surge como alternativa promissora para o fortalecimento do sistema radicular, incremento do crescimento vegetativo e melhoria da eficiência de absorção de nutrientes.

Diante do exposto, o estudo do uso de diferentes compostos orgânicos e condicionadores do solo representa não apenas uma estratégia para aumentar a produtividade, mas também um passo fundamental para consolidar práticas agrícolas mais sustentáveis e competitivas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito da adubação com bioinsumos como fontes alternativas de nutrientes no crescimento e desenvolvimento vegetativo de mudas de abacaxizeiro cv. Pérola.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar o efeito da aplicação de bioinsumos no crescimento de parte aérea e radicular das mudas de abacaxizeiro 'Pérola';
- Determinar o efeito da aplicação no teor de clorofila das mudas de abacaxizeiro 'Pérola';
- Determinar os teores dos macronutrientes Nitrogênio e Fósforo das mudas de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação dos bioinsumos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem e caracterização do abacaxizeiro

O abacaxizeiro, *Ananas comusus* (L.) Merrill, é uma monocotiledônea semiperene cultivada em diversas regiões subtropicais e tropicais do mundo como Brasil, Indonésia, Vietnã, desenvolvendo-se bem a temperaturas entre 22°C e 32°C e exigência de luz solar entre 6,8 e 8,2 horas por dia (Van Tran et al., 2023). Originário do continente americano, especificamente da América do Sul, o abacaxizeiro é cultivado em quase todos os estados brasileiros sendo a cultivar 'Pérola' uma das mais produzidas no país (Pacheco et al., 2022).

Pertencente à família Bromeliaceae, é considerado uma planta herbácea que pode atingir cerca de 1 a 1,5 m de altura, apresentando folhas longas e estreitas revestidas por uma camada de tricomas e cutícula, com presença de bordas serrilhadas e espinhos (dependendo da cultivar), dispostas em roseta (Almeida, 2019). Sua inflorescência é sustentada por um pedúnculo desenvolvido a partir do meristema apical, onde dará forma ao fruto.

A parte aérea é composta por folhas canaliformes que diferem entre si de acordo com o desenvolvimento, sendo classificadas como folhas jovens e folhas completamente desenvolvidas. As completamente desenvolvidas correspondem às folhas mais longas e fibrosas localizadas na parte externa da roseta e subdivididas em: A, B, C, D, E e F. A folha D têm grande importância visto que é a mais jovem e mais ativa metabolicamente, sendo mais utilizada nas análises nutricionais e biométricas para ajustes dos parâmetros agronômicos. Já as folhas A e B são consideradas as mais velhas (Reinhardt et al., 2000; Reinhardt et al., 2002).

O fruto, uma infrutescência denominada sorose, é formado por 100 a 200 pequenas bagas ou frutículos de tamanho e formato variável, originados por um processo de partenocarpia, resultando em um conjunto de aspecto cilíndrico ou cônico, com peso médio que pode variar de 1 a 4 kg, apresentando polpa de coloração branca, amarela ou alaranjada-avermelhada (Silva e Tassara, 2001; Lopes Neto et al., 2015). No ápice, encontra-se uma "coroa" de folhas que se desenvolve ao longo da formação do fruto, entrando em repouso quando este atinge a maturidade, retomando o crescimento ao ser plantado (Gurgel, 2017; Almeida, 2019).

O sistema radicular do abacaxizeiro é superficial fasciculado encontrado, geralmente, em profundidade de 0 a 30 cm, dependendo do tipo, estrutura, aeração e umidade do solo (Bartholomew et al., 2002). Grande parte das raízes estão presentes nos primeiros 15 a 20 cm de profundidade e são consideradas sensíveis às condições físico-químicas e biológicas do solo (Souza e Reinhardt, 2009).

O abacaxizeiro apresenta demanda permanente por água, com período crítico concentrado durante o crescimento vegetativo e floração, quando o déficit hídrico pode afetar o peso, a qualidade e conseqüentemente a produção dos frutos (Souza et al., 2009). Sendo assim, a cultura apresenta metabolismo fotossintético do tipo CAM ou MAC (Mecanismo Ácido das Crassuláceas), o qual confere melhor adaptação aos estresses ambientais adversos, uma vez que a planta é capaz de armazenar energia luminosa durante o dia e realizar a fixação de carbono predominantemente à noite, reduzindo perdas de água sob condições limitantes. Tal eficiência está relacionada à presença de características anatômicas como vacúolos de grande volume e cutícula espessa, que contribuem para menor transpiração e melhor uso da água (Almeida, 2019).

Todavia, quando submetido a condições ambientais favoráveis ao crescimento, o abacaxizeiro apresenta a capacidade de modular seu metabolismo para o tipo C3, evidenciando plasticidade fotossintética (Buchanan, 2010). Devido a essa habilidade de alternância metabólica, essa espécie é classificada como uma CAM facultativa (Almeida, 2019).

De acordo com Reinhardt et al. (2000), o ciclo do abacaxizeiro tem duração aproximada de 12 a 30 meses, dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e propagativa. A fase vegetativa, com 8 a 12 meses de duração, corresponde ao período de maior absorção de nutrientes, crescimento foliar e desenvolvimento da planta. A fase reprodutiva, com duração média de 5 a 6 meses, consiste no crescimento e formação dos frutos. Por fim, a fase propagativa estende-se por 4 a 10 meses, caracterizando-se pela produção de mudas, que podem ser obtidas a partir de estruturas como coroa, filhote, filhote-rebentão e rebentão (Gurgel, 2017).

3.1.1. Cultivar ‘Pérola’

A cultivar Pérola, dentre as demais, é extensivamente cultivada no Brasil sendo mais plantada na região Nordeste. Conhecida também como “Pernambuco”, suas

principais características morfológicas consistem em crescimento ereto, porte médio (altura de 50 a 70 cm) e folhas longas (podendo chegar a 65 cm) com borda espinhosa (dependendo da cultivar). O fruto cujas características são: formato cônico, polpa branca sucosa (14 a 16°brix), alto teor de açúcares, pouca acidez e casca amarelada quando maduro, é sustentado por um pedúnculo de tamanho aproximado a 30 cm (Ramalho et al., 2009; Brito et al., 2019; Lopes, 2023).

Quanto ao ataque de pragas e doenças, esta cultivar apresenta suscetibilidade à doença fúngica conhecida como fusariose, causada por *Fusarium subglutinans*; ao ataque de nematoides, como *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*; e a murcha associada à cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Reinhardt et al., 2000; Ponciano et al., 2006; Matos et al., 2006; Lopes, 2023).

3.2. Importância econômica

Fonte geradora de renda para produtores rurais, a produção de abacaxi no Brasil fomenta os mercados interno e externo, movimentando significativamente a economia. O país ocupa a quarta posição mundial na produção do fruto, alcançando 2,39 milhões de toneladas, com produtividade média de 24.891 frutos ha⁻¹ (FAO, 2023; IBGE, 2025).

Segundo o IBGE (2025), o estado do Pará lidera a produção nacional, com aproximadamente 21,5% do volume total, seguido pela Paraíba (19,1%) e Minas Gerais (10,03%). A produção resultou em receita de R\$ 3.898.778,00, proveniente de 63.943 ha cultivados em todo o país.

Embora o fruto seja cultivado em todas as regiões brasileiras, a maior concentração produtiva ocorre no Norte e Nordeste. A Região Sudeste responde por cerca de 22,7% da produção nacional, com destaque para Minas Gerais, principal produtor, seguido pelo Rio de Janeiro. Além de ocupar o segundo lugar em produção regional, o Rio de Janeiro destaca-se também como o maior consumidor do fruto. Nessa unidade federativa, o cultivo está concentrado no Norte e Noroeste Fluminense, principalmente nos municípios de São Francisco do Itabapoana, São João da Barra, Campos dos Goytacazes e Quissamã. Segundo a Emater-Rio, o estado possui 960 produtores, com produção aproximada de 255 mil toneladas, das quais 95% correspondem à variedade 'Pérola' (SEAP-RJ; EMATER-RIO, 2024). Essa expressiva

produção é sustentada por assistência técnica e crédito agrícola por meio dos programas Frutificar e Agrofundo (SEAP-RJ, 2024).

De acordo com Emater-Rio, o estado conta com 960 produtores de abacaxizeiro produzindo, aproximadamente, 255 mil toneladas de abacaxi sendo 95% a variedade 'Pérola' (SEAP-RJ; EMATER-RIO, 2024). Esse volume expressivo de produção possui apoio técnico-agrícola da Emater-Rio e fomentado pela linha de crédito "Frutificar" e "Agrofundo" para investimentos rurais (SEAP-RJ, 2024).

No município de Campos dos Goytacazes, observa-se crescimento acentuado da atividade, conforme informado pela Secretaria de Agricultura, com área aproximada de 5.800 ha cultivados por 190 pequenos e médios produtores. A produção estimada evoluiu de 45 milhões de frutos em 2017/2018 para mais de 140 milhões em 2020/2021 (PMCG, 2020).

3.3. Nutrição e Fisiologia

A compreensão da nutrição mineral e das exigências nutricionais do abacaxizeiro é essencial para o adequado crescimento, produtividade e qualidade do fruto. Trata-se de uma cultura de elevada demanda por macro e micronutrientes, os quais, muitas vezes, encontram-se em níveis reduzidos no solo. De modo geral, a absorção de nutrientes ocorre de maneira decrescente, sendo potássio (K), nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e fósforo (P) para macronutrientes, e cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B), para micronutrientes (Malavolta, 2006; Pegoraro et al., 2014; Santos; Borém, 2019).

O Potássio (K) é o nutriente de maior importância para o abacaxizeiro, influenciando a composição química, a acidez e a incidência de escurecimento interno. Estudos apontam que sua falta afeta negativamente o rendimento da planta e dos frutos, em contraposto a aplicação elevada do macronutriente pode deprimir a produção (Razzaquea; Hanafi, 2001; Quaggio et al., 2009).

Lisboa (2022) investigou os efeitos de fontes alternativas de Potássio no cultivo de mudas de abacaxizeiro 'BRS Imperial' visto que é o macronutriente de maior exigência pela cultura. A aplicação das diferentes fontes apresentou o mesmo efeito para o crescimento confirmando que o macronutriente não está intimamente ligado ao desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro. A fonte KCL resultou em maiores

concentrações de K na parte aérea, não apresentando sintomas de deficiência para nenhuma das fontes.

A demanda por Nitrogênio (N) é comum em diversas culturas por sua essencialidade na síntese de clorofila, atuação no processo fotossintético e componente dos aminoácidos (Vieira et al., 2010). No abacaxizeiro, atua no aumento da massa dos frutos e aceleração do crescimento vegetativo (Cunha, et al., 2019). Como nutrição mineral, a aplicação de fontes como ureia e sulfato de amônio são comumente utilizadas para o cultivo do abacaxizeiro. Nos últimos anos, há uma crescente utilização de bioinsumos em solos com deficiência e textura arenosa, por resultados benéficos na estrutura, retenção hídrica e microbiota do solo (Galvão et al., 2008; Cardoso et al., 2013).

A cultura em questão é pouco exigente em fósforo, mas quando cultivada em solos com baixa reserva desse nutriente faz-se necessária a aplicação de adubação fosfatada já que a planta necessita de determinada quantidade no estágio de diferenciação floral e desenvolvimento de frutos (Almeida et al., 2014). A disponibilidade do macronutriente possui papel decisivo no estabelecimento inicial das mudas, atua no processo fotossintético e desenvolvimento inicial do sistema radicular.

De modo geral, para o plantio desta e outras culturas, o manejo nutricional deve ser planejado fazendo-se necessário a realização da análise de solo e posterior recomendação de adubação para que a disponibilidade dos nutrientes seja adequada afetando positivamente o estado nutricional, crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, a produção. Todo esse processo deve ocorrer visando à correção de acidez e o fornecimento (Carvalho et al., 2019)

Diversos estudos são realizados para avaliação da resposta das cultivares de abacaxizeiro a adubação e resposta aos nutrientes, onde a aplicação da quantidade adequada comprova a importância para a eficiência. Experimentos conduzidos por Andrade et al. (2022) revelaram que a aplicação de doses elevadas de fósforo (P) resultou em redução na absorção de enxofre (S) indicando interação entre esses nutrientes e reforçando a necessidade de atenção na definição das doses, a fim de manter a eficiência e a adequada recuperação nutricional pela planta.

Em pesquisa realizada por Barbosa (2023), avaliou-se a aplicação de doses do micronutriente Boro em mudas de abacaxizeiro 'Pérola' cultivadas em solução nutritiva. Os resultados indicaram que a concentração de 150 $\mu\text{mol/L}$ elevou o teor de Boro em 136% em contrapartida ao tratamento sem o micronutriente, além de que

nenhum tratamento influenciou significativamente os teores dos macronutrientes. As avaliações também indicaram que o aumento das doses de boro reduziu o crescimento das mudas, embora não tenham sido observados sintomas visuais de toxidez ou deficiência.

3.4. Bioinsumos

Nos últimos anos, as práticas agrícolas tradicionais vêm passando por transformações significativas, impulsionadas pela necessidade de reduzir os impactos negativos associados ao uso intensivo de pesticidas e insumos sintéticos, como a contaminação de água e solo, a perda da biodiversidade e outros efeitos ambientais adversos (Rempelos et al., 2023). Nesse contexto, os bioinsumos emergem como alternativa sustentável e estratégia promissora para a agricultura, contribuindo para sistemas produtivos mais equilibrados e ambientalmente responsáveis, com destaque crescente no Brasil e no cenário mundial (Oliveira et al., 2023).

Os bioinsumos são definidos como produtos ou processos agroindustriais derivados da atividade físico-química e biológica de matérias-primas de origem vegetal, animal e mineral. Esses insumos atuam no controle biológico de pragas e doenças, promovem a disponibilidade de nutrientes no solo assegurando crescimento das plantas, além da regeneração do solo (Soares, 2023). São exemplos de bioinsumos os biofertilizantes, os inoculantes biológicos, os compostos orgânicos, as sementes, os agentes biológicos de controle, os conservantes naturais, produtos veterinários de origem animal ou microbiana, conservantes naturais, entre outros (Andreatta et al., 2024; Miranda et al., 2024)

No Brasil, o emprego dos bioinsumos na agricultura foi estabelecido por meio do Programa Nacional de Bioinsumos em 2020, instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em Decreto nº 10.375 e pelas Portarias 102 e 103, posteriormente fortalecido pela Lei nº 15.070/2024 que dispõe normas sobre a produção, uso e comercialização (BRASIL, 2024).

A incorporação de bioinsumos como os compostos orgânicos em solos arenosos e de baixa matéria orgânica auxilia na manutenção de nutrientes essenciais, aeração, retenção de água, redução da dependência de insumos externos, oferta de matéria orgânica e favorecimento da atividade microbiana do solo. Tais compostos podem ser resultado da decomposição de matérias no estado sólido e úmido, sendo

materiais vegetais e animais, como bagaços, farinha, esterco, sangue bovino, galhos, entre outros, que passam por fases de cura até estarem aptos para aplicação.

A utilização de resíduos como adubo orgânico são de grande relevância para a agricultura quando tratados e aplicados corretamente, caso contrário podem se tornar possíveis poluentes devido a fermentação e degradação não controlada (Filho, 2022). Sendo assim, esses resíduos devem passar por um processo denominado compostagem, em que ocorre a conversão para se tornar um material estabilizado e apropriado para o solo e para as plantas.

Em pesquisa realizada por Irineu (2024) com aplicação de adubação orgânica em abacaxizeiro 'Pérola', objetivou-se avaliar a influência da aplicação nas propriedades físico-químicas dos frutos em condições semiáridas. Nesse estudo, observou-se que a aplicação de cama de frango promoveu melhores resultados com relação ao crescimento das plantas e produtividade do abacaxizeiro. Além disso, a aplicação de adubação mineral e estercão caprino proporcionou maiores resultados para massa e firmeza do fruto.

De forma semelhante, Neris (2025) investigou os efeitos da aplicação de compostos orgânicos como alternativa no cultivo de mudas de abacaxizeiro 'Pérola' após 177 dias de plantio. Nesta pesquisa, a aplicação de compostos como Lodo de Esgoto e Organosolo ocorreu em condição com e sem calcário. A utilização de ambos os compostos proporcionou o aumento de matéria orgânica, e incrementaram os teores de diferentes macros e micronutrientes no solo. Os valores encontrados para Organosolo indicaram maior eficiência para o aumento de P (9,00 mg/dm³), S (14,10mg/dm³), Ca (2,75 cmolc/dm³), Mn (29,46mg/dm³) e Zn (3,80mg//dm³). Já o Lodo de Esgoto elevou os teores de Ca (2,83 cmolc/dm³), Mn (31,22 mg/dm³), Fe (364,20 mg/dm³) e Cu (0,88 mg/dm³), destacando o potencial dos compostos orgânicos como alternativa nutricional e recuperadora de solos agrícolas.

3.4.1. Torta de Filtro

Subproduto do processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar, a torta de filtro é aplicada como fonte de nutrientes para plantas e de carbono para o solo. Sua composição química é dependente de diferentes fatores como a origem do material, tipo de processamento, condição do pH e adição de agentes no processo de

floculação. Predominantemente, os principais nutrientes são nitrogênio orgânico, cálcio, fósforo e potássio em baixa quantidade.

A composição da torta de filtro proveniente de usinas e de destilarias, diferenciam-se no teor e concentração de nutrientes. Quando geradas em usinas, apresentam valores altos de fósforo com concentração média de 2% de P_2O_5 , diferente da gerada em destilaria apresentando 1% de concentração. Essa concentração influencia no uso como fertilizante, visto que o fósforo possui disponibilidade mais complexa para as plantas (Caione et al., 2015; Arruda et al., 2019).

Em contrapartida, a torta de filtro de destilaria apresenta valor médio de 25% mais nitrogênio, contendo cerca de 1,6% enquanto a de usina apresenta teor médio de 1,3% de nitrogênio (Fravet et al., 2010).

Além de fornecer nitrogênio e fósforo, a torta de filtro é fonte de potássio, magnésio, cálcio, enxofre e diversos micronutrientes benéficos ao desenvolvimento vegetal e à qualidade do solo. Sua aplicação contribui para melhorias na estrutura física do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, eleva o teor de matéria orgânica e favorece a ciclagem de nutrientes, tornando o sistema produtivo mais sustentável e eficiente (Santos et al., 2011; Almeida Júnior et al., 2011; Aquino et al., 2018).

3.4.2. Composto AgriNatura - GR Agrária

O composto AgriNatura, produzido pela empresa GR Agrária LTDA, situada em Campos dos Goytacazes – RJ, é um fertilizante orgânico obtido por meio do processo de compostagem de resíduos diversos, entre eles sangue bovino, restos de alimentos, material ruminal, podas e cascas de árvores, palha, bagaço de cana-de-açúcar e outros materiais orgânicos.

Sua composição fornece nutrientes essenciais, como Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), além de micronutrientes como Cálcio (Ca), Enxofre (S), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Boro (B), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Molibdênio (Mo). Cada elemento apresenta funções específicas no metabolismo vegetal: contribuem para a fotossíntese, favorecem a síntese proteica e o crescimento vegetativo, auxiliam na defesa contra estresses bióticos e abióticos, regulam o balanço hídrico e participam diretamente dos processos de floração e frutificação, entre outros mecanismos

fisiológicos. No solo, a aplicação do composto promove melhorias na fertilidade, retenção de água, melhora a estrutura física, intensifica a atividade microbiana, estimula o desenvolvimento radicular e contribui para o equilíbrio do pH, tornando-se uma alternativa eficiente e ecologicamente favorável para sistemas agrícolas.

Segundo Silva (2016), o processo de compostagem de resíduos de abate bovino realizado pela GR Agrária apresentou valores médios de temperatura e umidade semelhantes aos observados em outros estudos. Contudo, a relação C/N inicial foi considerada alta, devido ao uso de maravalha de obras como substrato associado ao sangue bovino, exigindo o aumento da proporção de conteúdo ruminal para reduzir essa relação e acelerar a decomposição. Em seu estudo, os resultados químicos do composto final indicaram adequada estabilização do material, com melhoria nos teores de nutrientes disponíveis e potencial para utilização agrícola eficiente.

3.4.3. RIBUMIN C

Descrito como condicionador de solo classe “F”, o Ribumin C é feito à base de turfas ricas em substâncias húmicas atuando sobre as propriedades físico-químicas do solo, tornando o fluxo de nutrientes mais eficientes. Conforme descrição da ficha técnica fornecida pela fabricante Technes, o produto apresenta retenção de água de 90% (m/m), CTC – 900 mmolc/kg e 20% de carbono orgânico total (Technes Agrícola, 2025).

Devido à sua fina granulometria, o composto não necessita de incorporação ao solo após a aplicação. Entre as principais vantagens destacam-se o estímulo à atividade microbiana benéfica, a melhoria da capacidade de retenção de água, o favorecimento do desenvolvimento radicular e o aumento na disponibilidade de fósforo e na capacidade de troca catiônica (CTC), entre outros benefícios (Technes Agrícola, 2025).

3.4.4. Organosolo

Caracterizado como adubo orgânico, o composto Organosolo é proveniente da compostagem termofílica acelerada de resíduos como: poda de árvore, resíduo de cervejaria, frutas, legumes e verduras, fibra de coco, resíduo de refeitórios, lodo

tratado, cama de equino, entre outros. Após peneirado em malha de 9 mm, apresenta aspecto de pó grosso, coloração castanho-escura e odor suave.

A aplicação desse composto promove melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, favorecendo o aumento da disponibilidade de nutrientes e reduzindo a perda de nitrogênio e fósforo. Além disso, contribui para maior porosidade, infiltração e retenção de água, por ser um material rico em microrganismos benéficos e isento de agentes fitopatogênicos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes, na região Norte do estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas: latitude 21°19'23" (S) e longitude 41°19'41" (W).

Segundo a classificação climática de Koppen, o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, isto é, clima tropical úmido – verão chuvoso e inverno seco (Silva et al., 2015) e temperatura do mês mais frio superior a 18°C (Alvares et al., 2013).

4.2. Delineamento experimental.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2, sendo aplicado 5 (cinco) tratamentos – Organosolo, Torta de Filtro, Composto AgriNatura, Ribumin e Controle, duas condições de solo (com e sem adubação mineral convencional), uma cultivar de abacaxi (Pérola), quatro blocos e uma muda por vaso, compondo a unidade experimental. A Torta de Filtro e o Composto AgriNatura foram incorporados em todo o substrato presente no vaso; o Organosolo foi incorporado na camada superficial (cerca de 5cm); o Ribumin foi aplicado após 30 dias de plantio em cobertura (Tabela 1).

Tabela 1. Dosagem dos tratamentos aplicados por vaso.

| Tratamentos | Dosagem (g/vaso) |
|---------------------|---------------------|
| Controle | 0 |
| Organosolo | 37,5 |
| Composto AgriNatura | 25 |
| Torta de Filtro | 75 |
| Ribumin C | 30 |

Com fundamento na análise de solo, foi realizada a correção antes do plantio com aplicação de calcário dolomítico (PRNT 89%) em parte das repetições que previa adubação para elevar o pH antes do plantio. A adubação química convencional foi baseada no Manual de Recomendação de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro, realizada para plantio e cobertura (Freire et al., 2013). Foram aplicados os adubos Superfosfato Simples, Ureia 45% e Cloreto de Potássio, para correção dos nutrientes Fósforo, Nitrogênio e Potássio, respectivamente, como indicado na tabela a seguir.

Tabela 2. Quantidade de adubo químico aplicado para correção de nutrientes no solo utilizado no experimento.

| | Adubação Química | |
|----------------------|----------------------|-----------|
| | Plantio | Cobertura |
| | ----- g/Planta ----- | |
| Ureia 45% | 0 | 3,6 |
| Superfosfato Simples | 15,78 | 0 |
| Cloreto de Potássio | 0,186 | 4 |

4.3. Implantação das mudas

As mudas utilizadas no projeto foram do tipo filhote da cultivar 'Pérola' coletadas no campo, implantadas em vasos com capacidade de 5 L preenchidos com solo proveniente de propriedade na localidade Sabonete no município de São João da Barra – RJ (latitude 21° 38' 24" S; longitude 41° 03' 03" Oeste), com atributos da análise segundo Tabela 3. A área escolhida para retirada do solo está inserida em região com grande produção de abacaxizeiro, porém não sofre exploração por cultivos agrícolas na última década, minimizando interferências. No decorrer do período experimental, as mudas foram irrigadas durante 15 minutos/dia através do sistema de gotejamento, com emissores autocompensantes modelo GA 2 com 5 mm de lâmina de irrigação.

Tabela 3. Atributos da análise química do solo utilizado no experimento.

| pH | S-SO ₄ | P | K | Ca | Mg | Al | H+Al | Mo | CTC | SB | V |
|--------------------------------|--------------------------|---|-------|----------------------------|------|------|-------|-------------------|-----------------------|------|----|
| H ₂ O | -- mg/dm ³ -- | | ----- | mmol/dm ³ ----- | | | | g/dm ³ | mmolc/dm ³ | | % |
| 5,0 | 4 | 3 | 0,30 | 2,40 | 0,60 | 8,50 | 32,80 | 25,69 | 36,50 | 3,70 | 10 |
| ----- mg/dm ³ ----- | | | | | | | | | | | |
| B | Cu | | Fe | | Mn | | Zn | | Na | | |
| 0,26 | 0,13 | | 20,92 | | 0,56 | | 0,17 | | 0,40 | | |

4.4. Variáveis analisadas

4.4.1. Análises biométricas

Todas as análises foram realizadas ao final do período estipulado do desenvolvimento e crescimento das mudas para comparação entre os tratamentos. A coleta e avaliação das mudas ocorreu após 96 dias de implantação e aplicação dos tratamentos. Para as análises biométricas de parte aérea, foram realizadas avaliações do comprimento (cm, medida com auxílio de fita métrica), número de folhas, diâmetro do caule (mm, mensurado por paquímetro digital), massa fresca (g, determinada em balança de precisão) e área foliar (cm², determinada através do medidor de bancada modelo LI3100 LICOR, Lincoln, NE, USA). Após a lavagem das plantas em água corrente, os parâmetros das raízes foram mensurados determinando o volume radicular (ml), comprimento total (cm) e massa fresca (g).

Posteriormente, o material vegetal foi posto separadamente em sacos de papel identificados e levados para estufa de ventilação forçada a 70°C por período de 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado para determinação da matéria seca, triturado em moinho tipo *Wiley* com peneira de 20 mesh e armazenado em frascos fechados.

4.4.2. Análises na folha D

O abacaxizeiro é composto por categorias de folhas que são classificadas de acordo com seu desenvolvimento. A folha “D”, folha diagnóstica, é utilizada para análises específicas por ser a mais desenvolvida, representando o estado nutricional da planta. Sendo assim, foram realizadas a determinação da área foliar, comprimento, largura, massa fresca, massa seca e análise nutricional.

4.4.3. Análise fisiológica

Para a análise fisiológica, foi realizada a determinação da intensidade de verde por meio do instrumento portátil modelo SPAD-502 “*Soil Plant Analyser Development*” (Minolta Company, Japan). O índice foi estimado aos 96 dias após o plantio na folha “D” do abacaxizeiro.

4.4.4. Análises de massa seca

Para as avaliações de massa seca, as amostras foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação de ar forçado a 65°C por 72 horas. Em seguida, foram pesadas para obtenção da massa seca foliar total (g) e massa seca radicular (g) em balança de precisão, e moídas em moinho tipo *Wiley* com peneira de 20 mesh e armazenadas em frascos hermeticamente fechados.

4.4.5. Análises nutricionais

A determinação dos teores nutricionais da parte aérea das mudas de abacaxizeiro foi realizada após a moagem do material seco, no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas pertencente à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

Para a determinação dos teores de nitrogênio (N) e fósforo (P), as amostras previamente moídas foram submetidas à digestão sulfúrica e, posteriormente, os teores foram quantificados pelo método de Nessler.

4.5. Análise estatística

Os dados obtidos nas avaliações do experimento para as características agronômicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Para as análises, foi utilizado o software SANEST.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo em questão teve por finalidade a avaliação do efeito da aplicação de quatro bioinsumos (Organoslo, Torta de Filtro, Composto AgriNatura e Ribumin C) e da adubação mineral na morfologia, fisiologia e nutrição de mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. De maneira geral, a aplicação das fontes de bioinsumos e adubação resultou em incrementos para o crescimento das mudas de abacaxizeiro 'Pérola'. Os resultados estatísticos para as variáveis analisadas estão dispostos em resumo da ANOVA na Tabela 4.

As avaliações como número de folhas, altura da planta, área foliar total e massa fresca foliar total diferiram com a aplicação dos tratamentos conforme apresentado na Tabela 5. Embora tenham apresentado médias semelhantes entre os tratamentos, os bioinsumos ofereceram benefícios quando analisados sob ponto de vista da nutrição sustentável, condicionamento do solo utilizado e eficiência de absorção de nutrientes.

Segundo Taiz et al. (2017), a análise de altura da planta não consiste em um bom parâmetro para observação de resposta no estágio inicial principalmente quando o crescimento radicular ainda é limitado. Sendo assim, a ausência de resultado significativo entre os tratamentos indica que a suplementação nutricional foi suficiente para que houvesse crescimento uniforme e que o período de 96 dias após o plantio para avaliação foi insuficiente para que seja observada diferença entre os tratamentos. Ressalta-se que bioinsumos tendem a apresentar efeitos gradativos e cumulativos ao longo do tempo, cujos benefícios nem sempre se refletem de forma imediata em variáveis como altura de planta e emissão foliar.

O número de folhas, por sua vez, pode ser mais influenciado por fatores abióticos — como luminosidade e temperatura — do que pela adubação, a depender do estágio fenológico da cultura (Santos et al., 2016). Assim, a ausência de diferenças entre os tratamentos na emissão foliar pode estar relacionada ao momento de avaliação das mudas e à uniformidade das condições edafoclimáticas do experimento. Entre os tratamentos, a aplicação do composto AgriNatura apresentou maior média para essa variável, com 15,12 folhas. De acordo com Silva et al. (2015), no período

de indução floral, plantas de abacaxizeiro com baixa quantidade de folhas tendem a formar frutos menores, o que evidencia a relevância dessa característica no potencial produtivo futuro.

Tabela 4. Resumo da ANOVA para as variáveis de crescimento de parte aérea do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. AP= Altura da Planta; NF= Número de folhas; AFT= Área Foliar Total; MFFT= Massa Fresca Foliar Total; MSFT= Massa Seca Foliar Total; AFD= Área Foliar "D"; CFD= Comprimento Foliar "D"; LFD= Largura Foliar "D"; MFD= Massa Fresca "D"; MSD= Massa Seca "D".

| Quadrado Médio | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| FV | GL | AP | NF | AFT | MFFT | MSFT | AFD | CFD | LFD | MFD | MSD |
| Bloco | 3 | 30,28 ^{ns} | 55,11* | 256649,14* | 12742,90* | 182,27* | 1107,56 | 36,23 ^{ns} | 0,86* | 42,66* | 0,71* |
| Composto | 4 | 20,92 ^{ns} | 11,67 ^{ns} | 87030,75 ^{ns} | 2483,60 ^{ns} | 78,57* | 235,02 ^{ns} | 26,82 ^{ns} | 0,11 ^{ns} | 14,04 ^{ns} | 0,28 ^{ns} |
| Adubação | 1 | 3,78 ^{ns} | 0,40 ^{ns} | 84,51 ^{ns} | 27,32 ^{ns} | 27,13 ^{ns} | 465,55 ^{ns} | 21,46 ^{ns} | 0,22 ^{ns} | 5,09 ^{ns} | 0,01 ^{ns} |
| Comp X Adub | 4 | 24,72 ^{ns} | 11,45 ^{ns} | 55142,19 ^{ns} | 1732,55 ^{ns} | 71,75* | 107,49 ^{ns} | 1,02 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 3,12 ^{ns} | 0,07 ^{ns} |
| Resíduo | 27 | 413,35 | 5,93 | 42187,08 | 1409,19 | 26,95 | 291,58 | 20,99 | 0,17 | 11,23 | 0,22 |
| CV (%) | | 9,85 | 17,48 | 18,57 | 17,11 | 19,08 | 16,18 | 10,82 | 9,93 | 18,32 | 21,32 |

Teste F *: significativo a nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Tabela 5. Número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca foliar total e massa seca foliar total de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| TRATAMENTOS | Número de Folhas | Altura da Plantas (cm) | Área Foliar Total (cm ³) | Massa Fresca Foliar Total (g) | Massa Seca Foliar Total (g) |
|---------------------|------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Controle | 15,12 a | 42,22 a | 1260,61 a | 249,44 a | 32,25 a |
| Organosolo | 13,37 a | 38,92 a | 1100,31 a | 214,49 a | 25,36 ab |
| Composto AgriNatura | 15,12 a | 38,87 a | 1146,53 a | 218,71 a | 27,71 ab |
| Ribumin | 13,69 a | 38,15 a | 1012,96 a | 209,94 a | 26,63 ab |
| Torta de Filtro | 12,31 a | 40,36 a | 1001,71 a | 204,39 a | 24,06 b |
| Média | 13,92 | 39,70 | 1104,42 | 219,39 | 27,20 |
| CV (%) | 17,48 | 9,85 | 18,57 | 17,11 | 19,08 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de massa fresca foliar total, assim como área foliar, é reflexo do desenvolvimento fotossintético e respiratório da planta indicando que essas características foram equilibradas entre os tratamentos adicionados não indicando diferença significativa no período de avaliação. A produção de massa seca total apresentou resposta aos tratamentos, sendo o Controle que obteve maior média (32,25 g). Esse resultado sugere que a decomposição dos compostos orgânicos pode ter interferido no acúmulo de massa seca pelas plantas, possivelmente devido à imobilização temporária de nutrientes durante o processo de mineralização, reduzindo sua disponibilidade imediata para absorção.

A adubação mineral, por sua vez, não promoveu diferença significativa para as variáveis avaliadas, conforme apresentado na Tabela 6. Dessa forma, infere-se que os nutrientes disponibilizados pelo adubo mineral foram fornecidos de maneira uniforme entre os tratamentos, resultando em respostas semelhantes no crescimento vegetativo.

Tabela 6. Médias de número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca foliar total e massa seca foliar total de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| ADUBAÇÃO | Número de Folhas | Altura da Planta (cm) | Área Foliar Total (cm ²) | Massa Fresca Foliar Total (g) | Massa Seca Foliar Total (g) |
|----------|------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Com | 14,02 a | 40,01 a | 1104,77 a | 218,57 a | 26,38 a |
| Sem | 13,82 a | 39,39 a | 1107,68 a | 220,22 a | 28,02 a |
| Média | 13,92 | 39,70 | 1106,22 | 219,39 | 27,20 |
| CV (%) | 17,48 | 9,85 | 18,57 | 17,11 | 19,08 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A folha “D” é um dos principais compartimentos utilizados para prognosticar a produção de frutos, em razão da correlação existente entre sua massa e comprimento com a massa final do fruto. Em estudo conduzido por Sampaio et al. (2011), avaliando cinco cultivares de abacaxizeiro (‘Smooth Cayenne’, ‘Jupi’, ‘Imperial’, ‘Gold’ e ‘Gomo de Mel’), foi constatada relação positiva entre a matéria fresca da folha “D” e a massa média dos frutos. Nesse trabalho, as cultivares ‘Gold’ e ‘Jupi’ apresentaram os maiores valores, tanto para comprimento da folha “D” quanto para massa dos frutos, evidenciando o potencial dessa variável como indicador produtivo.

Em frutos da cultivar ‘Jupi’ e ‘Imperial’, a massa média foi igual a 1,4 kg e 0,67 kg nas plantas com 66 g e 34 g de matéria da folha “D”. Para cultivares ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’, a massa dos frutos foi superior a 1,2 kg para plantas cuja matéria fresca da folha “D” foi acima de 70 g, conforme registrado por Rodrigues et al. (2010).

No presente estudo, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis morfológicas relacionadas à folha “D”, incluindo comprimento, largura, área foliar, massa fresca e massa seca. Os valores médios obtidos encontram-se apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Comprimento, largura, área foliar, massa fresca e massa seca da folha “D” de abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| TRATAMENTOS | Comprimento (cm) | Largura (cm) | Área Foliar (cm ²) | Massa Fresca (g) | Massa Seca (g) |
|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| Controle | 43,98 a | 4,32 a | 112,88 a | 20,08 a | 2,47 a |
| Organosolo | 40,73 a | 4,00 a | 98,99 a | 17,08 a | 2,02 a |
| Composto AgriNatura | 41,50 a | 4,13 a | 105,57 a | 17,11 a | 2,08 a |
| Ribumin | 40,84 a | 4,20 a | 101,94 a | 17,96 a | 2,09 a |
| Torta de Filtro | 44,61 a | 4,20 a | 108,33 a | 19,19 a | 2,30 a |
| Média | 42,33 | 4,17 | 105,54 | 18,28 | 2,19 |
| CV (%) | 10,82 | 9,93 | 16,18 | 18,32 | 21,32 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ausência de diferença significativa está associada ao crescimento uniforme das plantas independente do tratamento aplicado, indicando que o prazo de avaliação

foi insuficiente para que apresentassem alguma variação. Sendo assim, faz-se necessário maior período de tratamento e avaliação entre as plantas para relato do efeito da absorção dos compostos. Assim como para adubação mineral (Tabela 8), a aplicação não resultou em diferenças significativas mesmo as plantas adubadas tendo apresentado maiores médias.

Tabela 8. Médias de comprimento, largura, área foliar, massa fresca e massa seca da folha “D” de abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| ADUBAÇÃO | Comprimento (cm) | Largura (cm) | Área Foliar (cm ²) | Massa Fresca (g) | Massa Seca (g) |
|----------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| Com | 43,06 a | 4,24 a | 108,95 a | 18,64 a | 2,17 a |
| Sem | 41,60 a | 4,09 a | 102,13 a | 17,92 a | 2,21 a |
| Média | 42,33 | 4,16 | 105,54 | 18,28 | 2,19 |
| CV (%) | 10,82 | 9,93 | 16,18 | 18,32 | 21,32 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados referentes ao resumo da análise de variância para o diâmetro de coleto e sistema radicular das plantas de abacaxizeiro ‘Pérola’. Os parâmetros radiculares como volume e massa fresca, não apresentaram diferenças significativas com relação aos tratamentos aplicados, não se caracterizando como limitantes ao crescimento no período de tempo avaliado (Tabela 10).

Os resultados indicados na tabela a seguir mostram que a aplicação das fontes de compostos orgânicos não afetou significativamente as variáveis do sistema radicular das plantas de abacaxizeiro ‘Pérola’. Apesar da ausência de significância para o comprimento radicular, os valores médios apresentaram variação de 21,85 a 28,29 cm para os tratamentos Composto AgriNatura e Organosolo, respectivamente. Em estudo realizado por Silva et al. (2021), o comprimento da raiz do abacaxizeiro está correlacionado com a capacidade de exploração para as camadas mais profundas do solo em busca de nutrientes e água.

Tabela 9. Resumo da Anova para as variáveis de crescimento de parte aérea do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. DC= diâmetro do coleto; C= comprimento radicular; V= volume radicular; MFR= Massa Fresca Radicular.

| FV | GL | DC | C | V | MFR |
|-------------|----|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Bloco | 3 | 22,32 ^{ns} | 208,97* | 1501,27* | 2169,19* |
| Tratamento | 4 | 13,86 ^{ns} | 55,28 ^{ns} | 212,21 ^{ns} | 311,40 ^{ns} |
| Adubação | 1 | 38,45 ^{ns} | 349,16* | 81,22 ^{ns} | 120,86 ^{ns} |
| Trat X Adub | 4 | 7,22 ^{ns} | 26,55 ^{ns} | 184,08 ^{ns} | 432,67 ^{ns} |
| Resíduo | 27 | 6,11 | 62,66 | 243,78 | 337,30 |
| CV % | | 8,00 | 31,36 | 24,67 | 27,01 |

Teste F *: significativo a nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Tabela 10. Comprimento, volume e massa fresca da raiz de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| TRATAMENTOS | Diâmetro do coleto (mm) | Comprimento (mm) | Volume (cm ³) | Massa Fresca Radicular (g) |
|-------------|-------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|
| Controle | 32,81 a | 25,29 a | 67,12 a | 70,40 a |
| Organosolo | 30,31 a | 28,29 a | 61,50 a | 64,07 a |
| Composto | 31,08 a | 21,85 a | 70,00 a | 77,17 a |
| AgriNatura | 31,06 a | 27,22 a | 60,56 a | 67,45 a |
| Ribumin | 29,20 a | 23,54 a | 57,31 a | 60,92 a |
| Média | 30,89 | 25,24 | 63,29 | 62,00 |
| CV (%) | 8,00 | 31,36 | 24,67 | 27,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O volume radicular é fortemente influenciado pela disponibilidade de fósforo no solo, elemento que estimula a emissão de raízes laterais e favorece o aumento da área explorada pelo sistema radicular (Cunha et al., 2005). No presente experimento, observou-se variação expressiva entre os tratamentos, sendo que a aplicação do

Composto AgriNatura resultou na maior média de volume radicular (70 cm³), indicando maior desenvolvimento e potencial de absorção de nutrientes pelas plantas submetidas a essa condição.

Plantas submetidas ou não à adubação mineral apresentaram presença de efeito significativo para o diâmetro de coleto e comprimento de raiz (Tabela 11). Para ambas as variáveis, a ausência da adubação resultou em maiores médias 31,87 mm para diâmetro de coleto e 28,19 cm para comprimento radicular. Mesmo sem a aplicação de adubação, as plantas apresentaram bom desempenho, o que pode estar associado à fertilidade natural do solo utilizado no experimento ou, ainda, a mecanismos fisiológicos de adaptação, nos quais a planta direciona energia para busca e absorção de nutrientes, compensando a baixa disponibilidade no ambiente. Esse fato é explicado em estudo realizado por Leal et al. (2020), que observaram que, sob restrição nutricional, as plantas ativam estratégias compensatórias, realocando nutrientes para a base do caule com o objetivo de manter a integridade estrutural e garantir o crescimento mínimo necessário ao desenvolvimento vegetal.

Para a variável de massa fresca radicular, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, a aplicação do Composto AgriNatura apresentou a maior média, atingindo 77,17 g, indicando tendência positiva no desenvolvimento radicular mesmo que estatisticamente não expressiva.

Tabela 11. Médias de comprimento, volume e massa fresca da raiz de abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| ADUBAÇÃO | Diâmetro do coleto (mm) | Comprimento (cm) | Volume (cm ³) | Massa Fresca Radicular (g) |
|----------|-------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|
| Com | 29,91 b | 22,28 b | 64,72 a | 69,74 a |
| Sem | 31,87 a | 28,19 a | 61,87 a | 66,26 a |
| Média | 30,89 | 25,23 | 63,29 | 68,00 |
| CV (%) | 8,00 | 31,36 | 24,67 | 27,01 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No aspecto fisiológico e nutricional das mudas de abacaxizeiro 'Pérola', como indicado na Tabela 12, as variáveis foram fortemente influenciadas pela adubação

mineral, porém os tratamentos resultaram em significância para o teor de fósforo (Tabela 13).

Tabela 12. Resumo da Anova para variáveis de nutrição e fisiologia do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de diferentes tratamentos pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação. SPAD= Índice do teor de clorofila; N= Nitrogênio; P= Fósforo.

| Quadrado Médio | | | | |
|----------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|
| FV | GL | SPAD | N | P |
| Bloco | 3 | 51,99 ^{ns} | 8,82 ^{ns} | 0,54 ^{ns} |
| Tratamento | 4 | 76,60 ^{ns} | 11,72 ^{ns} | 0,08 ^{ns} |
| Adubação | 1 | 2192,62* | 106,60* | 5,99* |
| Trat X Adub | 4 | 81,54 ^{ns} | 52,95* | 8,08* |
| Resíduo | 27 | 73,48 | 7,44 | 0,26 |
| CV % | | 17,44 | 19,46 | 22,99 |

Teste F *: significativo a nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Tabela 13. SPAD e teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| TRATAMENTOS | SPAD | Nitrogênio | Fósforo |
|-----------------|---------|------------|---------|
| Controle | 46,36 a | 13,30 a | 1,93 b |
| Organosolo | 48,74 a | 15,04 a | 2,24 ab |
| Composto | 46,71 a | 13,85 a | 2,23 ab |
| AgriNatura | 46,71 a | 13,85 a | 2,23 ab |
| Ribumin | 54,04 a | 12,22 a | 2,04 ab |
| Torta de Filtro | 49,84 a | 15,64 a | 2,74 a |
| Média | 49,14 | 14,01 | 2,23 |
| CV (%) | 17,44 | 19,46 | 22,99 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A intensidade de verde, indicada pelo Índice SPAD, apresentou resultado significativo com relação à aplicação da adubação (Tabela 14). O efeito foi observado na diferença em que a média foi de 56,54 para plantas adubadas e de 41,73 para não adubadas. A aplicação dos tratamentos Ribumin e Torta de Filtro apresentaram maiores unidades de SPAD, 54,04 e 49,84, refletindo em maior teor de clorofila e proporcionando maior eficiência na absorção de nitrogênio (N). O Índice SPAD está correlacionado positivamente com o teor de clorofila e nitrogênio foliar, sendo uma técnica utilizada para avaliar o estado do macronutriente e o rendimento da cultura (Argenta et al., 2004; Reinbothe et al., 2010; Zuffo et al., 2012).

Tabela 14. Médias do SPAD e teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função da aplicação de adubação mineral pelo período de 96 dias cultivado em casa de vegetação.

| ADUBAÇÃO | SPAD | Nitrogênio | Fósforo |
|----------|---------|------------|---------|
| Com | 56,54 a | 16,59 a | 3,18 a |
| Sem | 41,73 b | 11,43 b | 1,29 b |
| Média | 49,13 | 14,01 | 2,23 |
| CV (%) | 17,44 | 19,46 | 22,99 |

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Em pesquisa conduzida por Leonardo et al. (2013), cujo objetivo foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada no Índice SPAD da folha "D" do abacaxizeiro, observou-se variação significativa em função da aplicação de N. O estudo indicou efeitos consideráveis em plantas avaliadas por volta de 13 meses após plantio com a aplicação de Ureia e Cama de Frango, constatando correlação positiva com o índice SPAD para a cultivar 'Vitória'. Em comparação com o presente trabalho, a adubação mineral elevou SPAD e N foliar aos 96 dias, mas os bioinsumos promoveram um ganho adicional de eficiência quando combinados com fertilizante.

Com a finalidade de avaliar a resposta da aplicação dos tratamentos na nutrição do abacaxizeiro, foi realizada análise levando em consideração os teores dos

macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) após o período de 96 dias de plantio. Os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) estão apresentados no Tabela 12, indicando as diferenças significativas.

Observa-se que os teores de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) foram influenciados pela aplicação dos compostos orgânicos quando adicionada a adubação mineral no solo utilizado (Tabela 14). A aplicação dos compostos de forma isolada aumentou os teores dos nutrientes nas plantas, porém, estatisticamente, não houve diferença significativa entre eles observadas nos teores foliares.

Ao analisar os teores de nitrogênio (N) na folha “D” do abacaxizeiro ‘Pérola’, observou-se que houve diferença ($p > 0,01$) nos tratamentos em que foi realizada a adubação mineral evidenciando que a aplicação de nutrientes afetou o acúmulo de N (Tabela 9). As plantas adubadas apresentaram média de $16,59 \text{ g kg}^{-1}$ em contrapartida com as não adubadas ($11,43 \text{ g kg}^{-1}$). Este aumento no teor de N refletiu no aumento do índice SPAD reforçando sua correlação reconhecida por diversos estudos.

O nitrogênio é o elemento mais demandado pelas plantas durante o período de crescimento e desenvolvimento foliar devido sua participação na formação de clorofila, proteínas e composição de ácidos nucleicos. A aplicação aumentada de doses de nitrogênio proporciona aumento no crescimento e massa fresca da folha “D”, indicando resposta positiva e vigor vegetativo da planta, influencia a produtividade e tamanho dos frutos (Silva et al., 2012). Entretanto, doses elevadas de N podem interferir na absorção dos demais nutrientes como fósforo e potássio, além de comprometer a qualidade dos frutos por levar ao aumento da acidez (Guarçoni e Ventura, 2011).

Quanto à análise dos teores de P presente na folha “D”, verificou-se presença de diferença significativa tanto para aplicação dos compostos orgânicos quanto na presença da adubação mineral. Entre os compostos, o maior teor de P foi constatado nas plantas com tratamento de Torta de Filtro com média de $2,74 \text{ g kg}^{-1}$, seguida pela aplicação de Organosolo e Composto AgriNatura com $2,24$ e $2,23 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, conforme indicado na Tabela 13.

Verificou-se que o teor de P na folha “D” das plantas que receberam adubação diferiu daqueles obtidos na ausência de adubação, confirmando que o efeito da suplementação nutricional está associado não apenas à aplicação do insumo, mas também ao tipo de composto orgânico utilizado, uma vez que a forma de disponibilização do macronutriente determina sua assimilação pela planta.

Apresentando baixa exigência em fósforo, o abacaxizeiro retira lentamente o nutriente do solo para sua atuação na formação de ATP, fosfolipídios, desenvolvimento radicular e ácidos nucleicos. A aplicação de diferentes doses de fósforo na adubação da cultivar MD-2 em estudo realizado nas Filipinas, demonstrou que altas valores de aplicação afetaram a absorção de zinco e não promoveram maior absorção do nutriente aplicado pelas folhas. Assim, a aplicação da dose 169 kg/ha resultou em aumento do peso médio dos frutos e produtividade (Valleser, 2019).

Devido à ausência de significância do fator tratamento para os teores de N e P com a aplicação isolada dos compostos orgânicos, conclui-se que a suplementação não foi suficiente para promover alterações expressivas nos valores observados na folha "D". Essa resposta pode estar relacionada à liberação lenta dos nutrientes e à baixa taxa de mineralização característica desses compostos orgânicos.

Todavia, a aplicação do Tratamento + Adubação Mineral indica a eficácia da interação consolidando o sinergismo entre diferentes fontes de nutrientes. Segundo experimento realizado por Trentini e Hojo (2019) para o cultivo de hortaliças, demonstrou que a combinação de adubo orgânico com mineral favorece o aumento dos teores de matéria orgânica e o favorecimento dos aspectos físicos do solo, além da disponibilidade rápida de nutrientes para as plantas.

6. CONCLUSÕES

A aplicação de bioinsumos durante a fase de muda melhora qualitativamente o substrato e aumenta a eficiência de absorção de nutrientes, tornando as mudas mais estáveis e aptas, preparando a planta para aproveitar melhor adubações subsequentes.

Os efeitos fisiológicos e nutricionais detectados são sinais sólidos de benefício agrônômico inicial e de curto prazo que justificam a adoção controlada. A análise dos teores dos nutrientes Fósforo e Nitrogênio na folha "D" evidenciou que a aplicação de Torta de Filtro e Organossolo proporcionou aumento dos teores.

Os resultados encontrados indicam que a aplicação da adubação mineral impacta fortemente no teor dos macronutrientes Fósforo e Nitrogênio. Sua associação com a aplicação dos bioinsumos aumenta a disponibilidade dos nutrientes favorecendo o desenvolvimento das mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Júnior, A. B. D., do Nascimento, C. W., Sobral, M. F., Silva, F. B., Gomes, W. A. (2011) Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:1004-1013.
- Almeida, U. O. (2019) Desempenho agrônômico de abacaxizeiro BRS “RBO” em diferentes épocas de plantio com irrigação suplementar e sequeiro. Doutorado em Produção Vegetal – Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco – AC, 79p.
- Almeida, U. O., Andrade Neto, R. C., Lunz, A. M. P., Gomes, R. R., Mesquista, A. P. M., Gonçalves, L. V. M., Barbosa, A. A. G. (2014) Características de crescimento de abacaxizeiro em função da adubação fosfatada em sistema irrigado. [S.l.]: EMBRAPA CNPTIA, 162p.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., Sparovek, G. (2013) Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22:711-728.
- Andrade, R. A., Silva, A. P., Raposo, R. W. C., Rocha, J. L. A., Rodrigues, A. A., Rodrigues, J. B. B. (2022) Eficiência nutricional de fósforo e enxofre pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ em função de doses de P e S. *Scientia Plena*, 18:1–9.
- Andreatta, M. F. L., Afonso, L., Niekawa, E. T. G., et al. (2024) Microbial Fertilizers: A Study on the Current Scenario of Brazilian Inoculants and Future Perspectives. *Plants*, 13(16):2246.
- Argenta, G., Silva, P. R. F. Da, Sangoi, L. (2004) Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Ciência Rural*, Santa Maria, 34(5):1507-1513.
- Arruda, B., Rodrigues, M., Gumiere, T., Richardson, A. E., Andreote, F. D., Soltangheisi, A., Pavinato, P. S. (2019) The impact of sugarcane filter cake on the availability of P in the rhizosphere and associated microbial community structure. *Soil Use and Management*, 35(2):334-345.
- Aquino, G. S., Santos, J. G. S., Diniz, T. G., Medina, C. C., Rosseto, R., Moreira, A. (2018) Desenvolvimento de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar sob diferentes quantidades de torta de filtro e modos de aplicação. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(5):1899-1908.
- Barbosa, M. F. (2024) Boro em mudas de abacaxizeiro ‘Pérola’. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2024.
- Bartholomew, D.P., Paull R.E., Rohrbach, K.G. (2002) The Pineapple Botany, Production and Uses. University of Hawaii at Manoa Honolulu USA: CABI Publishing, 301p.

BRASIL. (2024) Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024. Institui normas para Bioinsumos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2024.

Brito, G. N., Marques, N. S., Loyo, L. G., Morais, L. C., Mesquita, D. Z. (2019) Análise Econômica E Viabilidade Da Implantação Da Cultura Do Abacaxi, 3, Mato Grosso do Sul, 3:1-5.

Buchanan, B. B. (2010) Fotossíntese: reações de carboxilação. In: Taiz, L., Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. (reimpressão). Porto Alegre, RS: Artmed, p.182-219.

Caione, G., Prado, R. D. M., Campos, C. N. S., Rosatto Moda, L., de Lima Vasconcelos, R., Pizauro Júnior, J. M. (2015) Response of sugarcane in a red ultisol to phosphorus rates, phosphorus sources, and filter cake. *The Scientific World Journal*, 2015:405970.

Cardoso, M. M., Pegaroro, R. F., Maia, V. M., Kondo, M. K., Fernandes, L. A., (2013) Crescimento do abacaxizeiro “Vitória” irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 35(3):769–781.

Carvalho, A. J. C., Freitas, M. S. M., Santos, P. C., Silva, M. P. S. (2019) Adubação e nutrição mineral. In: Santos, C. E. M. dos, Borém, A. (Org.). Abacaxi: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 74–92.

Cunha, G. A. P.; Cabral, J. R. S.; Souza, L. F. S.; Sanches, N. F.; Matos, A. P. (2005) Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Circular Técnica 73. 11 p.

Cunha, J. M., Freitas, M. S. M., Caetano, L. C. S., Carvalho, A. J. C., Peçanha, D. A., Santos, P. C. (2019) Qualidade de frutos de abacaxizeiro ‘Vitória’ sob deficiência de macronutrientes e boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(5):e–080.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023) FAOSTAT Statistical Database – Crops and Livestock Products. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/1>. Acesso em: 25 jun. 2025.

Filho, C. A. de J. (2022) Potencial tecnológico dos resíduos de uma indústria cervejeira para produção de adubo orgânico tipo bokashi: uma revisão. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64078/3/2022_tcc_cajesusfilho.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

Fravet, P. R. F. D., Soares, R. A. B., Lana, R. M. Q., Lana, Â. M. Q., Korndörfer, G. H. (2010) Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, 34:618-624.

Freire, L. R., Balieiro, F. C., Zonta, E., Anjos, L. H. C., Pereira, M. G., Lima, E., Guerra, J. G. M., Ferreira, M. B. C., Leal, M. A. A., Campos, D. V. B., Polidoro, J. C. (2013) Manual de Calagem e Adubação do estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF: EMBRAPA, Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 430 p.

Galvão, S. R. S., Salcedo, I. H., Oliveira, F. F. (2008) Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43(1):99-105.

Guarçoni, A. G., Ventura, J. A. (2011) Nitrogen, P and K fertilization and the development, yield and fruit quality of pineapple 'gold' (MD-2). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(4)1357-1376.

Gurgel, G. B. (2017) Aspectos fisiológicos de plantas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) sob cultivo hidropônico e convencional associado ao estudo molecular do florescimento. Mestrado em Fisiologia Vegetal – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, 92p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025) Produção agropecuária – Abacaxi. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacaxi/br>. Acesso em: 25 abr. 2025.

Irineu, T. H. S. (2024) Adubação orgânica em abacaxi 'Pérola' na produção e nas características físicas e químicas de frutos. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 26p. RN. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/e67a3562-89c0-4a62-a920-f00817b0bd01>. Acesso em: 5 jun. 2025.

Leal, F. D. et al. (2020) Parâmetros morfológicos do abacaxizeiro sob diferentes doses de adubação. *Revista Agro@ambiente On-line*, Boa Vista, 14:e879.

Leonardo, F. A. P.; Pereira, W. E.; Silva, S. de M.; Costa, J. P. da. (2013) Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35(2)377–383.

Lisboa, C. S. (2022) Fontes alternativas de potássio no cultivo do abacaxizeiro 'BRS Imperial'. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 76p.

Lopes, M. A. (2023) Abacaxi. In: Brasil em 50 alimentos. Brasília: EMBRAPA, p.7-11.

Lopes Neto, J.J., Veras, K.S., Rosa, C.S., Silva, P.R., Luz, T.R.S.A., Diniz, J.S., Amaral, F.M.M., Sousa, I.H., Moraes, D.F.C. (2015) Estudo botânico, fitoquímico e avaliação de atividades biológicas do fruto de *Ananas comosus* var. *Comosus* (L.) merril (bromeliaceae). *Gaia Scientia*, 9(1):164-171.

Matos, A. P., Reinhardt, D. H. R. C., Cunha, G. A. P., Cabral, J. R. S., Souza, L. F. S., Sanches, N. F., Almeida, O. A. (2006) A cultura do abacaxi. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 91p.

Malavolta, E. (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 638p.

Miranda, A. M., Hernandez-Tenorio, F., Villalta, F., Vargas, G. J., & Sáez, A. A. (2024) Advances in the Development of Biofertilizers and Biostimulants from Microalgae. *Biology*, 13(3), 199.

Neris, J.P.F. (2025) Compostos orgânicos como fonte de adubação alternativa para o abacaxizeiro 'Pérola'. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 72p.

Oliveira, V. C. D., Melo, L. D. F. D. A., Melo Júnior, J. L. D. A., Massahud, R. T. L. R., Grugiki, M. A. (2023) Bioinputs And Organic Production In Brazil: A Study Based On The Embrapa's Bioinsumos Application. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 53:1-8.

Pacheco, N. I., Mendes, L. A. P. P. F., Carneiro, G. S., Lopes, D. C., Coutinho, I. V. L., Silva, A. K. A. P., Rodrigues, K. B. R., Deus, L. R. S., Silva, A. P., Sousa, T. Y. L. L. (2022) Caracterização do abacaxi e sua casca como alimento funcional: revisão narrativa. *Research Society and Development*, 11:1-22.

Pegoraro, R. F., Souza, B. A. M., Maia, V. M., Silva, D. F., Medeiros, A. C., Sampaio, R. A. (2014) Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'Vitória' pineapple plant. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38(3):896-904.

Prefeitura Municipal De Campos Dos Goytacazes – PMCG (2020) Colheita de abacaxi em Campos já ultrapassa 60% se comparada a anos anteriores. Campos dos Goytacazes, 07 dez. 2020. Disponível em: https://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=59286. Acesso em: 10 ago. 2025.

Ponciano, N. J., Constantino, C. O. R., Souza, P. M. De, Detmann, E. (2006) Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cultivar Pérola na região Norte Fluminense. *Revista Caatinga*, Mossoró, 19:82-91.

Quaggio, J., Teixeira, L., Cantarella, H., Mellis, E., Sigrist, J. (2009) Post-harvest behaviour of pineapple affected by sources and rates of potassium. *Acta Horticulturae*, The Hague, 82:277-284.

Razzaquea, A., Hanafi, M. (2001) Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. *Fruits*, Paris, 56(1):45-49.

Reinhardt, D. H, Souza, L. F. S., Cabral, J. R. S. (2000) Abacaxi - Cultivo. Abacaxi - Produção. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca Fruticultura, Série V.

Reinhardt, D. H. R. C.; Cabral, J. R. S.; Souza, L. F. S.; Sanches, N. F.; Matos, A. P. (2002) Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. *Fruits*, 57(1): 43–53. DOI: 10.1051/fruits:2002005.

Reinbothe, C., Bakkouri, M. E., Buhr, F., Muraki, N., Nomata, J., Kurisu, G., Fujita, Y., Reinbothe, S. (2010) Chlorophyll biosynthesis: spotlight on protochlorophyllide reduction. *Trends in Plant Science*, 15(11):614-624.

Rempelos, L., Barański, M., Sufar, E. K., Gilroy, J., Shotton, P., Leifert, H., Średnicka-Tober, D., Hasanaliyeva, G., Rosa, E. A. S., Hajslova, J., Schulzova, V., Cakmak, I., Ozturk, L., Brandt, K., Seal, C., Wang, J., Schmidt, C., Leifert, C. (2023) Effect of Climatic Conditions, and Agronomic Practices Used in Organic and Conventional Crop Production on Yield and Nutritional Composition Parameters in Potato, Cabbage, Lettuce and Onion, Results from the Long-Term NFSC-Trials. *Agronomy*, 13(5):1-35.

Revista Agronegócios. (2025) Campos amplia produção de abacaxis. *Revista Agronegócios*, 12 ago. 2025. Disponível em: <https://revistaagronegocios.com.br/noticia/230/campos-amplia-producao-de-abacaxis.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

Rodrigues, A. A. et al. (2010) Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(1):126-134.

Sampaio, A. C., Fumis, T. F., Leonel, S. (2011) Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(3):816-822.

Santos, C. E. M., Borém, A. (2019) Abacaxi: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Editora UFV, 202p.

Santos, D. H., Silva, M. D. A., Tiritan, C. S., Foloni, J. S., Echer, F. R. (2011) Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:443-449.

Santos, H. G. et al. (2016) Influência de fatores ambientais no crescimento foliar de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(4):1-9.

Secretaria De Estado De Agricultura, Pecuária, Pesca E Abastecimento Do Rio De Janeiro (SEAP-RJ), EMATER-RIO. (2024) Abacaxi: principais municípios produtores e volume estadual. Disponível em: <https://www.rj.gov.br/agricultura/node/588>. Acesso em: 10 ago. 2025.

Silva, C.F., Loss, A., Carmo, E.R. Do, Silva, E.M.R. da, Martins, M.A. (2015) Fertilidade do Solo e Substâncias Húmicas em Área de Cava de Extração de Argila Revegetada com Eucalipto e Leguminosas no Norte Fluminense. *Ciência Florestal*, p. 547-561.

Silva, S., Tassara, H. (2001) Abacaxi. In: Silva, S., Tassara, H. Frutas no Brasil. 5. ed. São Paulo: Editora das Artes. p. 25-27.

Silva, A.P. et al. (2009) Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1269-1280.

Silva, A. L. P.; Silva, A. P.; Souza, A. P.; Santos, D.; Silva, S. de M.; Silva, V. B. (2012) Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(2): 447–456. DOI: 10.1590/S0100-06832012000200014

Soares, C. E. V. F. (2023) Mini Revisão: Leveduras Não-Convencionais com Potencial Biotecnológico para Aplicação de Bioinsumos. *Revista OWL - Revista Interdisciplinar De Ensino e Educação*, 1(2):197-213.

Souza, L.F.S., Reinhardt, D.H.R.C. (2009) Abacaxizeiro. In: Crisostomo, L. A., Naumov, A. (Org.). Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, Horgen: Instituto Internacional de Potassa, (IIP. Boletim, 18), p.182-205.

Souza, O. P., Teodoro, R. E. F., Melo, B. de., Torres, J. L. R. (2009) Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 44:475-476.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy, A. (2017) Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 888p.

Technes Agrícola. (2025) Ficha técnica: Ribumin C. Disponível em: technes.com.br/produto/ribumin-c/. Acesso em: 17 jun. 2025.

Trentini, H., Hojo, E. T. D. (2019) Uso de adubação orgânica e mineral na produtividade de alface americana cv. Amélia. *Cultivando o Saber*, Cascavel, ed. esp.:83-90. ISSM 2175-2214.

Valleser, V.C. (2019) Phosphorus nutrition provoked improvement on the growth and yield of 'MD-2' pineapple. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 42(2):467-478).

Van Tran, T. et al. (2023) A critical review on pineapple (*Ananas comosus*) wastes for water treatment, challenges and future prospects towards circular economy. *Science of The Total Environment*, 856:158817.

Vieira, D. P. et al. (2010) Fluorescência e teores de clorofila em abacaxizeiro 'Pérola' submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32:360-368.

Zuffo A. M., Andrade, F., Schossler, T. R., Milhomem, D., Piauilino, Adelfran. (2012) Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice SPAD. *Enciclopédia Biosfera*. 8(15):805-820.

APÊNDICE

APÊNDICE



Figura 1. Coleta de solo em propriedade no município de São João da Barra – RJ.



Figura 2. Enchimento dos vasos, aplicação de calagem e adubação de correção.



Figura 3. Distribuição das mudas nos blocos ao acaso e aplicação dos tratamentos Torta de Filtro, Organosolo e Composto AgriNatura.



Figura 4. Aplicação do Tratamento Ribumin após implantação das mudas.



Figura 5. Aplicação da adubação de cobertura.



Figura 6. Avaliação do teor de clorofila através do SPAD.



Figura 7. Retirada das plantas para avaliação.