

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Indução do rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro 'Pérola'

Mirna Larissa Barbosa Moitinho
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

MIRNA LARISSA BARBOSA MOITINHO

Indução do rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro ‘Pérola’

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Carlos E. M. dos Santos

Coorientador: Dionei Lima Santos

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M715i
2025

Moitinho, Mirna Larissa Barbosa, 1996-
Indução do rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro
'Pérola' / Mirna Larissa Barbosa Moitinho. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (86 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Fitotecnia, 2025.

Referências bibliográficas: f. 75-86.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.716>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Ananas comosus*. 2. Abacaxi - Efeito da auxina.
3. Abacaxi - Cultivo. 4. Plantas - Reguladores. I. Santos, Carlos
Eduardo Magalhães dos, 1980-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 634.774

MIRNA LARISSA BARBOSA MOITINHO

Indução do rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro 'Pérola'

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de agosto de 2025.

Assentimento:

Mirna Larissa Barbosa Moitinho
Autora

Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 29/10/2025 às 19:00:02 e pelo orientador em 29/10/2025 às 21:40:04. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **YH8T.SV3N.5GX5** e clique no botão 'Validar documento'.

À Deus, pelo dom da vida.
Aos meus pais Elizete e José Carlos,
pelo incentivo, confiança e amor,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte eterna de sabedoria, força, paciência e perseverança, pela luz que guiou cada passo desta jornada acadêmica e de vida.

Aos meus pais Elizete Barbosa dos Santos Moitinho e José Carlos Alves Moitinho, pelo amor incondicional, pelos valores transmitidos e pelo apoio constante, que foram alicerces fundamentais que sustentaram minha trajetória acadêmica e pessoal. Esta conquista também é de vocês.

Aos meus irmãos, ao meu sobrinho e demais familiares, que, com palavras de incentivo, gestos de carinho e confiança inabalável no meu potencial, estiveram sempre ao meu lado, especialmente nos momentos mais desafiadores.

À minha avó Iracema, matriarca da família, mulher forte e inspiradora, apaixonada pela terra e pela agricultura, cujo exemplo e amor pela natureza plantaram em mim as sementes do amor pela agronomia.

Ao meu avô Vanderlino (in memoriam), por ter feito da minha infância um tempo de alegria, simplicidade e conexão com o campo, herança afetiva que carrego com orgulho e gratidão.

À dona Sônia e ao senhor Cabral, amigos generosos que me acolheram de braços abertos durante minha estadia no Pará. Seu carinho e hospitalidade fizeram daquele período não apenas uma etapa da pesquisa, mas também uma experiência humana enriquecedora.

Aos meus amigos Bianca Louise, Isabel Queiroga, Dani Pinho, Bren Carla, Iuri Souza, Brenda Oliveira, Alfredo Neto, Larissa, Sabrina Emily, Karine Mesquita e Carlos Roberto, por tornarem a caminhada mais leve, divertida e inesquecível. A amizade de vocês foi abrigo nos dias difíceis, celebração nas conquistas e inspiração constante para seguir em frente. Cada conversa, sorriso, conselho e gesto de apoio fez diferença e ficará para sempre gravado na memória e no coração.

Ao meu orientador Carlos Eduardo Magalhães dos Santos e coorientador Dionei Lima Santos pela orientação, conhecimento compartilhado e confiança, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores da graduação (UFCG) e pós-graduação (UFV), cujos ensinamentos, dedicação e exemplos me ajudaram a enxergar além das páginas dos livros, despertando o senso crítico e o desejo de transmitir tudo o que foi aprendido ao longo das experiências vividas.

Aos senhores Roberto e Osmar, produtores rurais que, com generosidade, confiança e espírito colaborativo, abriram as porteiras de suas propriedades e os caminhos para a realização desta pesquisa. A disponibilidade e apoio dos senhores foram fundamentais

desenvolvimento deste trabalho em campo.

À Universidade Federal de Viçosa, e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela honra de fazer parte dessa instituição de excelência, e pela formação sólida que levarei comigo por toda a vida.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Fruticultura Tropical pelo suporte financeiro imprescindível à execução desta pesquisa.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que esta conquista se tornasse realidade: meu mais sincero agradecimento. Que esta obra represente não apenas um resultado individual, mas um reflexo de todas as vozes, raízes e afetos que me formaram.

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”
(Nelson Mandela)

RESUMO

MOITINHO, Mirna Larissa Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2025. **Indução do rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro 'Pérola'**. Orientador: Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos. Coorientador: Dionei Lima Santos.

O abacaxizeiro (*Ananas comosus*) é uma cultura de ampla expressão econômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A cultivar Pérola, embora amplamente difundida, apresenta limitações morfológicas que comprometem sua estabilidade estrutural e dificultam o manejo agrônomo, destacando-se o tombamento dos frutos em decorrência do alongamento excessivo do pedúnculo. A aplicação de auxinas sintéticas tem sido utilizada de forma empírica como estratégia para o rebaixamento do pedúnculo, porém sem respaldo técnico-científico quanto à padronização de doses e épocas de aplicação. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação da auxina sintética na fase de pós-indução floral sobre a redução do comprimento do pedúnculo e a qualidade dos frutos da cultivar Pérola. Foram conduzidos dois experimentos em campo, nas regiões de Conceição do Araguaia-PA e Floresta do Araguaia-PA, empregando o delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial triplo ($2 \times 4 \times 3 + 1$), utilizando dois métodos de pulverização (manual e mecanizado), quatro doses de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (0,0335 [dose 1], 0,067 [dose 2], 0,1005 [dose 3] e 0,134 g/L [dose 4]) combinadas com 0,072 g/L de Ethrel, e três épocas de aplicação (10, 15 e 20 dias após indução floral). Os resultados indicaram que a aplicação aos 20 dias após a indução floral promoveu maior eficiência no rebaixamento do pedúnculo. A aplicação manual com doses entre 0,1005 e 0,134 g/L da auxina sintética associadas a 0,072 g/L de Ethrel aumentou o teor de sólidos solúveis, enquanto a pulverização mecanizada com doses entre 0,067 e 0,134 g/L resultou em maior eficiência agrônoma e comercial, sem interferir em práticas culturais subsequentes. As plantas submetidas aos tratamentos com auxina sintética apresentaram incremento significativo no diâmetro do ápice dos frutos, no peso total e no teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), comparadas ao controle. Esses resultados evidenciam o potencial da técnica para promover melhorias na qualidade dos frutos, além de contribuir para a padronização dos protocolos de manejo, visando maior eficiência agrônoma e estabilidade morfológica da cultivar Pérola.

Palavras-chave: *Ananas comosus*; auxina; fitorreguladores; produção

ABSTRACT

MOITINHO, Mirna Larissa Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2025. **Induction of stalk bending in 'Pérola' pineapple plants.** Adviser: Carlos Eduardo Magalhaes dos Santos. Co-adviser: Dionei Lima Santos.

The pineapple (*Ananas comosus*) is a crop of great economic relevance in the North and Northeast regions of Brazil. The cultivar Pérola, although widely cultivated, presents morphological limitations that compromise its structural stability and hinder agronomic management, particularly fruit lodging caused by excessive peduncle elongation. The application of synthetic auxins has been empirically used as a strategy for peduncle lowering; however, there is no technical-scientific support regarding standardized doses and application timing. In this context, the present study aimed to evaluate the effects of synthetic auxin application in the post-floral induction stage on peduncle length reduction and fruit quality in the Pérola cultivar. Two field experiments were conducted in the regions of Conceição do Araguaia-PA and Floresta do Araguaia-PA, using a randomized block design with a triple factorial scheme ($2 \times 4 \times 3 + 1$), which included two spraying methods (manual and mechanized), four doses of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (0.0335 [dose 1], 0.067 [dose 2], 0.1005 [dose 3], and 0.134 g/L [dose 4]) combined with 0.072 g/L of Ethrel, and three application timings (10, 15, and 20 days after floral induction). Results showed that application at 20 days after floral induction promoted greater efficiency in peduncle lowering. Manual spraying with doses between 0.1005 and 0.134 g/L of the synthetic auxin associated with 0.072 g/L of Ethrel increased soluble solids content, whereas mechanized spraying with doses between 0.067 and 0.134 g/L resulted in greater agronomic and commercial efficiency without interfering with subsequent cultural practices. Plants subjected to synthetic auxin treatments showed a significant increase in fruit apex diameter, total fruit weight, and soluble solids content (°Brix) compared to the control. These results highlight the potential of the technique to improve fruit quality, as well as to contribute to the standardization of management protocols, aiming at greater agronomic efficiency and morphological stability of the Pérola cultivar.

Keywords: *Ananas comosus*; auxin; plant growth regulators; production

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** (A) - Comprimento do fruto (cm); (B) - Peso total do fruto (g); (C) - Diâmetro do ápice do fruto - Diâm. ápice (mm); (D) - Teor de sólidos solúveis (°Brix) do abacaxizeiro cv. Pérola para o tratamento adicional (testemunha) e após a aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo na Propriedade 1. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade. 34
- Figura 2.** Comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. 'Pérola' - C. pedúnculo (cm) em plantas submetidas à aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo (Fatorial) e plantas controle (Adicional) na Propriedade 1. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade. 49
- Figura 3.** (A) - Comprimento do fruto (cm); (B) - Peso total do fruto (g); (C) - Diâmetro do ápice do fruto - Diâm. ápice (mm); (D) - Teor de sólidos solúveis (°Brix) do abacaxizeiro cv. Pérola para o tratamento adicional (testemunha) e após a aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo na Propriedade 2. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade. 56
- Figura 4.** Comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. 'Pérola' - Comprimento pedúnculo (cm) em plantas submetidas à aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo (Fatorial) e plantas controle (Adicional) na Propriedade 2. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade. 66

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Propriedade 1 em Conceição do Araguaia-PA (A) e Propriedade 2 em Floresta do Araguaia (B).	30
Foto 2. Implantação manual das mudas de abacaxizeiro, com posicionamento em covas, no arranjo espacial de 0,33 x 0,50 x 1,20 m, organizadas em fileiras duplas.....	31
Foto 3. Aplicação do tratamento no abacaxizeiro realizada manualmente, com pulverizador costal direcionado ao centro da roseta foliar (A), e aplicação mecanizada utilizando o Motocultivador Motoagro.	33
Foto 4. Fruto à esquerda, amostra do tratamento fatorial com aplicação de auxina sintética, apresentando aumento significativo do ápice e formato cilíndrico. À direita, fruto amostra do tratamento adicional, sem aplicação de auxina, exibindo formato cônico.	35
Foto 5. Frutos submetidos ao tratamento fatorial com aplicação de auxina sintética, apresentando peso superior a 2 kg, além de maior diâmetro na região apical. Atributos que contribuem para uma conformação cilíndrica do fruto.	36
Foto 6. Frutos tratados com auxina sintética apresentaram formato mais uniforme da base ao ápice, promovendo padronização entre os exemplares colhidos. Essa uniformidade resultou em maior peso, melhor preenchimento da região apical e, conseqüentemente, maior volume de polpa.	38
Foto 7. Comparação visual entre plantas submetidas a diferentes tratamentos, registrada no mesmo dia. A planta tratada com auxina sintética (A) apresenta menor comprimento de pedúnculo em relação à planta não tratada (B).....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do Peso total do fruto (PT), Comprimento do fruto (C FRUTO), Diâmetro do ápice do fruto (D ÁPICE), °Brix (BRIX) e Comprimento do pedúnculo (CPE) do abacaxizeiro submetido à diferentes doses (D) do indutor de rebaixamento, com diferentes épocas de aplicação (D) após a indução floral artificial e por diferentes formas de aplicação (AP).....	36
Tabela 2. Peso médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (g) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).....	41
Tabela 3. Comprimento médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm), sem a coroa, com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	43
Tabela 4. Diâmetro médio do ápice do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (mm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	46
Tabela 5. Comprimento médio do pedúnculo de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	50
Tabela 6. Comprimento médio do pedúnculo de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses (dose 1, dose 2, dose 3 e dose 4) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	51
Tabela 7. °Brix médio dos frutos de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses, épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).....	52
Tabela 8. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do Peso total do fruto (PT), Comprimento do fruto (C FRUTO), Diâmetro do ápice do fruto (D ÁPICE), °Brix (BRIX) e Comprimento do pedúnculo (CPE) do abacaxizeiro submetido à diferentes doses (D) do indutor de rebaixamento, com diferentes épocas de aplicação (E) após a indução floral artificial e por diferentes formas de aplicação (AP).....	58
Tabela 9. Peso médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (g) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).....	59

Tabela 10. Comprimento médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	62
Tabela 11. Diâmetro médio do ápice do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (mm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	63
Tabela 12. Comprimento médio do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	68
Tabela 13. Comprimento médio do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses (0,0335 [dose 1], 0,067 [dose 2], 0,1005 [dose 3] e 0,134 g/L [dose 4]) e épocas (10, 15 e 20 dias após a indução floral artificial).	69
Tabela 14. °Brix médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Histórico e produção do abacaxizeiro	15
2.2 Características morfofisiológicas, fenologia e propagação	17
2.3 Indução floral do abacaxizeiro	19
2.4 Cultivares de Abacaxizeiro.....	23
2.5 Cultivar Pérola.....	25
2.6 Efeito da auxina sintética nas plantas	26
3. OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo Geral:	29
3.2 Objetivos Específicos:	29
4. JUSTIFICATIVA.....	29
5. MATERIAL E MÉTODOS	30
5.1 Condições Experimentais	30
5.2 Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos.....	31
5.3 Avaliações	33
5.4 Análise estatística	33
6. RESULTADO E DISCUSSÃO	33
6.1 Propriedade 1 – Conceição do Araguaia - Pará.....	33
6.2 Propriedade 2 – Floresta do Araguaia - Pará.....	56
7. CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS	75

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) Merrill] é uma espécie originária na América do Sul e atualmente é cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais (Chen et al., 2011). O Brasil está entre os maiores produtores de abacaxi do mundo, ficando atrás da Indonésia, Filipinas e Costa Rica (FAO, 2024). Em 2023, o Brasil produziu 1,5 bilhões de frutos, com destaque para as regiões Norte e Nordeste (IBGE, 2024). A produção nacional é baseada em seis cultivares, sendo Pérola e Smooth Cayenne as mais exploradas (Berilli et al., 2014).

Por conta das suas propriedades organolépticas e do seu valor nutricional, o abacaxi é uma das frutas tropicais mais consumidas mundialmente (Liu et al., 2017). No entanto, apesar do Brasil estar entre os maiores produtores mundiais do fruto, sua exportação ainda é reduzida. Frutas como a laranja, banana e o abacaxi correspondem a maior porcentagem da produção obtida pela fruticultura brasileira, no entanto, o abacaxi produzido no Brasil não possui presença significativa no comércio internacional e isso se dá, principalmente, porque a maior parte da produção é concentrada na cultivar Pérola, enquanto a preferência mundial são as cultivares Gold (MD-2) e Smooth Cayenne (havaiano).

A abacaxicultura brasileira é predominantemente concentrada na cultivar Pérola, devido a maior aceitação do consumidor. Apesar disso, o produtor dessa cultivar enfrenta alguns problemas, principalmente quando se trata da sua alta suscetibilidade à fusariose. Além dos problemas fitossanitários, as suas características morfológicas também podem dificultar o manejo, como a presença de espinhos em suas folhas e o elevado comprimento do pedúnculo que torna o fruto mais propenso ao tombamento, ocasionando o acamamento da planta (DODSON, 1968), provocando uma maior redução da sua qualidade e, em muitos casos, causa danos econômicos ao produtor.

Com relação ao pedúnculo, o seu alongamento em excesso o torna incapaz de sustentar o peso do fruto composto e seus rebentos, que crescem na base desse fruto, causando assim o seu tombamento. Com o intuito de reduzir o pedúnculo do abacaxizeiro e evitar o acamamento dos frutos, grande parte dos produtores de abacaxi, principalmente do Norte e Nordeste do Brasil, já utilizam empiricamente de auxinas sintéticas no manejo pós indução floral artificial, sem padronização da dose e forma de aplicação.

Atualmente há um aumento do interesse em estudar quais efeitos das auxinas sintéticas sobre os vegetais. Já se sabe que, quando utilizadas em doses muito inferiores aquelas que são

consideradas tóxicas, irá influenciar positivamente no desenvolvimento vegetal. Quando isso ocorre, esse efeito é chamado de “hormese ou efeito hormético” (CALABRESE; BALDWIN, 2002). Segundo Calabrese (2005), o efeito hormético foi identificado em diversos grupos de organismos, incluindo bactérias, fungos, plantas superiores e animais.

Os hormônios vegetais são essenciais no controle de vários processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, entre eles estão as giberelinas, ácido abscísico e auxinas. Os hormônios vegetais desempenham um papel essencial em todas as fases do desenvolvimento da planta, desde a germinação e crescimento, passando pela indução ao florescimento e desenvolvimento dos frutos, até as fases de senescência e decomposição (KARCZ et al., 1999; MCDONALD, 1997; REINECKE et al., 1999; COPEL e MANDEL, 2000; LEYSER, 2001; NOGALSKA e CZAPLA, 2002; BALUSKA et al., 2003; BENKOVA et al., 2003; SKUTNIK et al., 2004; COSTA et al., 2005; HEISLER e JONSSON, 2006; KRAMER e BENNETT, 2006; ZHAO, 2008; WILLIGE et al., 2011).

A aplicação de auxinas sintéticas no cultivo do abacaxizeiro tem sido empregada com diferentes finalidades, destacando-se seu uso na cultura in vitro e como agente promotor do enraizamento. Harahap (2021) demonstrou que essas substâncias, atuando como reguladores de crescimento, exercem influência significativa sobre o comprimento foliar do abacaxizeiro, além de favorecer o desenvolvimento radicular das plantas. Esses achados corroboram os relatos de Pierik (1990), que descreve o uso recorrente das auxinas AIA, IBA e 2,4-D em meios de cultura, especialmente para o abacaxizeiro. Segundo o autor, esses hormônios vegetais induzem processos fisiológicos fundamentais, como alongação celular, expansão dos tecidos, formação de raízes adventícias e embriogênese em sistemas de cultivo.

Além do que é descrito na literatura, a utilização de auxina sintética no abacaxizeiro resulta, por relato dos produtores, em um pedúnculo mais curto e de maior diâmetro, mas diminui o número de mudas produzidas e, além disso, retarda a colheita (HUSSAIN et al., 1973). Embora já se saiba que o hormônio reduz o pedúnculo, ainda não há evidências sobre as doses ideais e os melhores momentos para a aplicação da auxina sintética.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico e produção do abacaxizeiro

O abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) Merrill] é uma frutífera tropical pertencente à família Bromeliaceae. Dentro da família das Bromeliaceae, a espécie *A. comosus* se destaca como a mais cultivada e de maior importância. Originária na América do Sul, o abacaxizeiro

é nativo da região que abrange o sul do Brasil e o Paraguai (LEAL e ANTONI, 1981, SOUZA *et al.*, 2012). Os povos indígenas já cultivavam e consumiam abacaxi muito antes da chegada dos europeus ao continente americano. Cristóvão Colombo foi o primeiro europeu a encontrar o abacaxi em suas viagens pela América do Sul (SIMÃO, 1998). Segundo Simão (1998), os indígenas foram os primeiros povos a cultivar o abacaxizeiro, iniciando a sua domesticação há milhares de anos. A expansão da cultura do abacaxizeiro acompanhou a migração dos povos indígenas e, posteriormente, a exploração europeia, que introduziu o abacaxi em outras partes do mundo, incluindo a África, Ásia e Pacífico (CTENAS e QUAST, 2000; UNB, 2016).

Atualmente, o abacaxi é cultivado em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo. O Brasil está entre os maiores produtores, ocupando a quarta colocação no ranking, ficando atrás apenas da Indonésia, Filipinas e Costa Rica (FAO, 2024). A Costa Rica destaca-se como o maior exportador de abacaxi do mundo, atendendo principalmente aos mercados dos Estados Unidos e da Europa e essa produção é intensiva e tecnificada, utilizando práticas agrícolas avançadas para maximizar a produtividade e a qualidade do fruto.

A produção de abacaxi ocorre em diversas regiões do território brasileiro, principalmente no Norte, Nordeste e Sudeste. O cultivo do fruto ocorre em distintas unidades federativas, com destaque para os estados do Pará, Minas Gerais e Paraíba, que concentram os maiores volumes de produção da cultura. Em 2023 foi plantada uma área total de 64.479 hectares de abacaxi (IBGE, 2023).

No cenário da produção de abacaxi na Região Norte, o estado do Pará assume o papel muito importante e se destaca como o maior produtor de abacaxi no Brasil. Essa produção é direcionada, praticamente em sua totalidade, para o mercado interno, principalmente ao consumo in natura, apresentando uma reduzida participação nas exportações. A cultura ocupa a quinta posição entre as frutas mais produzidas no país. O período de colheita concentra-se, predominantemente, entre os meses de agosto e dezembro, contudo, a adoção de sistemas irrigados possibilita a produção fora de safra, assegurando a maior regularidade na oferta do produto (EMBRAPA, 2022).

O estado do Pará ocupa uma posição de destaque na abacaxicultura, responsável por um quarto da produção brasileira, isso se deve, principalmente, pelo clima favorável, solos bem drenados e tradição agrícola consolidada na região. O município de Floresta do Araguaia-PA configura-se como o principal polo de produção de abacaxi no Brasil, sendo reconhecido nacionalmente como a “Capital do Abacaxi”. Além disso, o município abriga a maior indústria

brasileira de suco concentrado de abacaxi, cuja capacidade instalada de processamento alcança 4 mil toneladas mensais, que realiza exportações para países da União Europeia, EUA e Mercosul (ADEPARÁ, 2017), consolidando-se como um importante vetor de agregação de valor e dinamização da cadeia produtiva regional.

2.2 Características morfofisiológicas, fenologia e propagação

O abacaxizeiro apresenta uma série de características botânicas distintas, possui um sistema radicular superficial e fibroso, com raízes adventícias que se desenvolvem a partir da base do caule. As raízes são geralmente pouco profundas, mas podem se espalhar horizontalmente até um metro de distância. O caule é curto, espesso e cilíndrico. É de onde emergem as folhas e, posteriormente, o pedúnculo floral. As folhas são longas, estreitas, espinhosas nas margens e dispostas em roseta (SANEWSKI, 2018). Elas podem atingir até um metro de comprimento e desempenham um papel importante na fotossíntese e na acumulação de água.

A floração constitui um processo fisiológico complexo e multifatorial, caracterizado por uma integração coordenada de sinais endógenos e exógenos que culminam na transição do meristema apical vegetativo para o estado reprodutivo (BERNIER et al., 1993). Este processo pode ser dividido em duas etapas principais: iniciação floral e desenvolvimento floral. A fase de iniciação floral envolve modificações irreversíveis no ápice caulinar e nos meristemas laterais, sendo o evento inicial conhecido como ‘evocação floral’, que marca a determinação do meristema para a formação de estruturas florais (KINET et al., 1981). A iniciação floral do abacaxizeiro ocorre no eixo terminal do caule, sendo sucedida por estágios de desenvolvimento identificados como “coração aberto de meia polegada” e “coração aberto de uma polegada”, nos quais o centro vegetativo encontra-se aberto, permitindo a visualização da inflorescência em formação, notadamente a coloração avermelhada das brácteas.

As flores de abacaxi são formadas pelo mesmo meristema que origina as folhas, localizado no ápice do caule. A floração envolve a transição da diferenciação das estruturas vegetativas para a formação de uma inflorescência no meristema apical do caule (CLARK e KERNS, 1942). A inflorescência do abacaxi é formada por um grupo de flores que estão conectadas com suas brácteas subtendentes e entre cada antera ao redor de um eixo – o cerne, que é uma elongação do pedúnculo, alinhada em oito fileiras espirais, apresentando uma filotaxia de 8/21 (OKIMOTO, 1948). A inflorescência consiste em várias flores hermafroditas pequenas que se abrem sequencialmente e cada flor permanece aberta por um dia. A abertura

das flores coincide com a antese e é espalhada por um período de 15 dias, com flores abrindo sucessivamente da base até o topo da inflorescência (TEISSON, 1973).

A alteração morfológica inicial observada no meristema apical durante o processo de indução floral é caracterizada pela expansão do diâmetro do tecido apical, concomitante à emergência do pedúnculo floral e da primeira estrutura floral visível. Esse alargamento ocorre quando o meristema atinge seu diâmetro máximo funcional. Conforme descrito por Py e Silvy (1954), essa transição pode ser observada por meio de cortes longitudinais do ápice caulinar, aproximadamente quatro dias após o início da diferenciação floral, evidenciando as modificações estruturais associadas à conversão do estado vegetativo para o reprodutivo. Dentre os aspectos morfológicos e fisiológicos, estão as características do meristema apical, o segmento que se diferencia em folhas durante a fase vegetativa, mas que posteriormente sofre transformações, originando-se na inflorescência, e depois retoma sua atividade vegetativa, produzindo a coroa do fruto (AUGUSTO e DA CUNHA, 2005).

Após a polinização, cada flor se desenvolve em um pequeno fruto (baga ou frutinhos). Estas bagas se fundem para formar o fruto composto (sincarpo), possuindo de 100 a 200 frutinhos e são dispostos em espiral em volta de um eixo central (SILVA & TASSARA, 2001). O fruto do abacaxi atinge a maturidade aproximadamente 5 a 6 meses após a floração.

Durante o desenvolvimento da inflorescência do abacaxizeiro, é possível distinguir dois marcos fisiológicos relevantes. O primeiro ocorre aproximadamente dois meses após o início da diferenciação floral e é caracterizado pela interrupção do crescimento do eixo caulinar (pedúnculo), pela antese das primeiras flores e pelo início da formação ativa da coroa. O segundo estágio crítico se dá cerca de 15 dias antes da colheita, momento em que se observa a parada do crescimento da coroa e início do murchamento do caule, acompanhado por um intenso redirecionamento do fluxo de fotoassimilados, especialmente açúcares, para o fruto em enchimento. Esses eventos indicam transições fenológicas importantes no processo de amadurecimento e direcionamento de fluxo de carboidratos, conforme descrito por Teisson (1973).

O ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro pode ser dividido em várias fases distintas, sendo elas a vegetativa, reprodutiva e propagativa. A fase vegetativa, onde ocorre, após o plantio, seja por mudas ou coroas, a fase de estabelecimento, onde o sistema radicular se desenvolve e as folhas começam a crescer. Durante esta fase, a planta produz folhas de forma contínua. Esta fase pode durar de 12 a 18 meses, dependendo das condições ambientais e

práticas de manejo. A fase reprodutiva estende-se da diferenciação floral à colheita do fruto, e dura de 4 a 6 meses. A fase propagativa de formação das mudas dos tipos filhotes e rebentões, varia de 4 a 10 meses (LIMA et al., 2002).

A indução floral pode ocorrer naturalmente ou ser induzida artificialmente através de tratamentos com hormônios, como etileno. Este tratamento é realizado para sincronizar a floração e garantir uma colheita uniforme. Após a indução floral, leva cerca de 50 a 60 dias para que a inflorescência se forme completamente e emerja do centro da roseta foliar (COOKE e RANDALL, 1968; GUYOT e PY, 1970; BONDAD, 1973; ONAHA et al., 1983).

A propagação do abacaxizeiro pode ser realizada tanto por métodos vegetativos quanto sexuais. A propagação vegetativa é a mais comum na produção comercial devido à uniformidade das plantas resultantes e ao ciclo mais curto até a frutificação. A coroa, localizada no topo do fruto, pode ser plantada diretamente no solo após a colheita. É um método comum e eficaz de propagação. Rebentos que emergem da base do caule podem ser removidos e plantados separadamente (SIMÃO, 1998). São conhecidos como "rebentões" e têm um crescimento vigoroso. Rebentos que crescem entre as folhas da roseta e na base do fruto são chamados de filhotes ou rebentos aéreos. São retirados da planta-mãe e plantados para formar novas plantas.

Embora menos comum, a propagação sexual pode ser realizada através de sementes. No entanto, as plantas resultantes são geneticamente diversas, o que pode ser benéfico para programas de melhoramento genético, mas menos desejável para a produção comercial devido à falta de uniformidade (PY *et al.*, 1984).

2.3 Indução floral do abacaxizeiro

A indução floral do abacaxizeiro está diretamente condicionada a fatores internos e externos que regulam o estado de desenvolvimento da planta. Dentre esses, destacam-se o período fisiológico e o acúmulo de reservas nutricionais, os quais são determinantes para atingir uma maturidade reprodutiva. O florescimento do abacaxizeiro é um processo que envolve diversos fatores, principalmente a cultivar, idade e tamanho da planta, condições ambientais (temperatura, umidade, luminosidade) e as condições intrínsecas. Fotoperíodo e temperatura exercem influência significativa na sinalização endógena que desencadeia o processo de diferenciação floral, conforme evidenciado por Bartholomew e Malézieux (1994). Esses fatores atuam de forma integrada, controlando a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo.

O abacaxizeiro é uma planta de dias curtos e temperaturas mais frias são favoráveis para que ocorra a indução floral naturalmente. Existem cultivares mais precoces e tardias, o que está relacionado ao desenvolvimento da planta e principalmente ao momento de passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo. A facilidade de iniciação floral aumenta com o aumento do peso da planta e esse fato se combina com o efeito cumulativo de dias mais longos ou mais curtos (PY et al., 1968).

Em função dos fatores ambientais que influenciam o processo de indução floral, o abacaxizeiro é classificado como uma espécie quantitativamente sensível a dias curtos, ou seja, seu florescimento é favorecido pela redução no fotoperíodo, embora essa condição não seja estritamente indispensável para que ocorra a transição reprodutiva (GOWING, 1961; FRIEND E LYDON, 1979; BARTHOLOMEW e MALÉZIEUX, 1994). Ressalta-se, entretanto, que essa resposta fotoperiódica não é homogênea entre as diferentes cultivares, havendo variações significativas na sensibilidade floral entre elas, com algumas apresentando maior responsividade aos estímulos ambientais que favorecem a diferenciação floral (VAN OVERBEEK e CRUZADO, 1948; BARTHOLOMEW e KADZIMIN, 1977).

Investigações conduzidas ao longo de diferentes décadas indicaram que a indução floral natural do abacaxizeiro está fortemente condicionada a variações ambientais específicas, especialmente à redução do fotoperíodo, à queda de temperaturas, principalmente no período noturno, e a limitação da radiação solar ocasionada por elevada nebulosidade. Esses fatores atuam como estímulos exógenos capazes de desencadear alterações no meristema apical que conduzem à transição reprodutiva da planta (NIGHTINGALE, 1942; VAN OVERBEEK e CRUZADO, 1948; GOWING, 1961; TEISSON, 1972; FRIEND e LYDON, 1979; REINHARDT et al., 1986).

Quando se trata de produção comercial, a indução natural ao florescimento do abacaxizeiro é um grande entrave, pois provoca uma desuniformidade no florescimento, conseqüentemente, desuniformidade no momento da colheita, o que não é interessante para os produtores em larga escala, dificultando o planejamento e maior custo da produção. Segundo Cunha et al. (1999), ao adotar o processo de indução floral artificial, o abacaxicultor poderá escalonar a colheita, fornecendo o produto em períodos com menor oferta e acaba reduzindo os custos de produção. Além disso, o ciclo da cultura pode aumentar significativamente quando não ocorre a indução floral artificial.

Após a descoberta acidental em 1875 (COLLINS, 1960), a primeira indução artificial de flores (forçamento) do abacaxi ocorreu em estufas, usando fumaça. Depois que Rodriguez (1932) mostrou que o etileno poderia ser usado em vez de fumaça, muitos estudos foram realizados sobre o assunto, que tinha uma enorme importância econômica (PY et al., 1987).

Segundo Py et al. (1987), muitos tipos diferentes de produtos são utilizados para indução floral artificial, incluindo hidrocarbonetos e compostos de auxina, mas todos eles têm o mesmo efeito que uma aplicação de etileno. Isso é claramente verdadeiro para água saturada de etileno (KERNS, 1936) e geradores sintéticos de etileno, como ácido 3-cloroetilfosfônico ou etefon (COOKE e HANDALL, 1968; PY e GUYOT, 1970), beta hidroxietilhidrazina (B.O.H.) e outros derivados de hidrazina (GOWING e LEEFER, 1955 1961; ABELES, 1973). E isso também é verdade para compostos de auxina, como BURG e BURG (1966) mostraram que, após a aplicação de ácido naftalenoacético (NAA) (CLARK e KERNS, 1942), a síntese de etileno endógeno aumenta lentamente, alcançando um pico após 7 dias. Esse fenômeno, que é característico de todas as plantas (ABELES, 1973), também explica a eficácia dos ácidos indolbutírico, indolacético (GOWING, G. 1956-1958a) e ácidos diclorofenoxiacéticos (VAN OVERBECK, 1945).

A prática de indução floral artificial no abacaxizeiro por meio da aplicação de substâncias químicas apropriadas, reguladores de crescimento vegetal ou fitormônios tem sido amplamente empregada e estudada ao longo de décadas, dada a elevada responsividade dessa cultura a tais intervenções hormonais. Essa técnica agrônômica encontra respaldo em numerosos trabalhos pioneiros que documentam sua eficácia na antecipação e sincronização da floração, permitindo maior controle sobre o ciclo fenológico e uniformidade da produção (RODRIGUES, 1932; COOPER, 1942; DAS, 1964, 1965; DAS ET AL., 1965; BURG e BURG, 1966; DUTTA, 1966; COOKE e RANDALL, 1968; JORGENSEN, 1969; GUYOT e PY, 1970; RAUL SALAZAR e DANILO RIOS, 1971; BONDAD, 1973; NORMAN, 1975; DALLDORF, 1979; ONAHA et al., 1983; CUNHA, 1998; MAITA et al., 1998).

Repetir o tratamento de indução floral após alguns dias da primeira indução artificial também tem o efeito de encurtar o período durante o qual as inflorescências aparecem: um tratamento é suficiente para iniciar fenômenos de diferenciação floral, mas a velocidade do desenvolvimento subsequente varia de planta para planta, e pode ser aumentada por tratamento adicional (PY et al., 1987).

Em nível celular, os primeiros sinais morfológicos da resposta a indução floral artificial (IFA) são observados cerca de três dias após sua aplicação, caracterizando-se por um aumento no número e volume dos núcleos celulares. No sexto dia após a IFA, pode ser observado um aumento na concentração de RNA citoplasmático, prova da síntese abundante de proteínas (PY et al., 1987). Do ponto de vista morfológico, o ápice meristemático apresenta rápida modificação estrutural, com o aumento transitório tanto em diâmetro como em altura. O primeiro indicador macroscópico de sucesso do tratamento de indução floral é a conformação cônica do ápice, a qual, embora represente um marcador morfo anatômico confiável, implica a necessidade da destruição da planta para sua identificação (SILVY, 1954).

A diferenciação das brácteas ocorre em ritmo superior ao das folhas, sendo a primeira estrutura visível entre o 6º e 7º dia após a IFA, adquirindo morfologia típica de baioneta em decorrência da taxa diferencial de crescimento de tecidos meristemáticos (LACOEUILHE e PY, 1974). A antese inicial costuma ocorrer na axila da primeira bráctea por volta do 10º ao 11º dia, e, conforme descrito por Bartholomew (1977), todas as flores são iniciadas até o 30º dia, momento em que o ápice meristemático retoma seu estado vegetativo.

A indução floral artificial envolve vantagens tecnológicas, econômicas e sociais, tais como: a) uso racional da terra; b) uniformidade na frutificação e concentração da colheita, com redução de custos; c) fornecimento regular e constante de frutas para a indústria e o mercado de frutas frescas, e durante períodos comerciais mais favoráveis, sem afetar a qualidade da fruta; d) controle mais fácil de pragas e doenças, uma vez que a floração pode ser induzida durante períodos em que o potencial de inóculo é o menor; e) controle do peso e tamanho dos frutos, de acordo com as demandas do mercado consumidor; f) aumento da receita da safra, devido a um maior número de frutos colhidos por área; g) melhor distribuição da força de trabalho e administração mais fácil da propriedade; h) possibilidade de exploração de uma segunda cultura (CUNHA et al., 1994).

Além das condições ambientais, o tipo de muda utilizada e vigor da planta também influenciarão na diferenciação floral do abacaxizeiro. Ao atingir o vigor adequado, por volta de 12 a 20 meses após o plantio das mudas, o abacaxizeiro pode receber o tratamento artificial de indução floral. Com relação a floração natural, as temperaturas baixas, principalmente noturnas, e a redução do fotoperíodo são determinantes para que o processo natural ocorra. A maior dificuldade para os tratamentos culturais e fitossanitários são alguns dos inconvenientes da floração natural, como também a época desfavorável, com maior incidência de pragas e doenças,

colheita de frutos com baixa qualidade e em períodos onde a oferta é mais elevada, acarretando na queda de preço do produto.

A indução floral do abacaxizeiro com o uso de substâncias químicas, como por exemplo, o Ethrel®, já é prática rotineira e a espécie responde de forma satisfatória ao tratamento (ANTUNES et al., 2008). Os abacaxicultores utilizam o Etefon (Ethrel®) e o carbureto de cálcio no processo de indução. O carbureto é, geralmente, utilizado por pequenos produtores, é sólido, aplicado no centro da roseta foliar (0,5 – 1,0 g/planta) e tem a necessidade de uma maior disponibilidade de água, recomendado em períodos chuvosos. Já o Etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico) é comercializado em forma líquida e no mercado existem concentrações distintas (24 – 48 – 72 %), também é aplicado a solução no centro da roseta foliar (50 ml/planta). Cooke e Randall (1968) destacaram o Etefon como um eficiente agente para a indução floral no abacaxizeiro. A recomendação baseia-se em sua capacidade de liberar etileno de forma controlada após a aplicação, desencadeando respostas fisiológicas que promovem a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo.

Atualmente, em produções em larga escala, os produtores utilizam da indução floral artificial para fugir da indução natural e garantir uma maior uniformidade de floração, antecipação de colheita, como também facilitar o manejo fitossanitário. O tratamento de indução floral é aprimorado pela repetição após um intervalo de alguns dias (PY e TISSET M.A., 1965; ALDRICH e NAKASONE, 1975; SOLER, 1982). A sincronização desse processo permite não apenas a redução dos custos operacionais associados à condução prolongada da lavoura, como também possibilita a concentração da colheita em janelas temporais mais estreitas, o que favorece o planejamento logístico e a maximização do aproveitamento da mão de obra. Dessa forma, uma das principais vantagens da indução floral artificial é fornecer o fruto ao mercado consumidor em um momento que a oferta seja menor e os preços mais elevados.

2.4 Cultivares de Abacaxizeiro

Os cultivares de abacaxi utilizados no mundo são geralmente classificados em cinco grupos distintos, com base em um conjunto de características comuns. O termo 'família' seria, portanto, mais apropriado do que 'grupo'. Vários autores tentaram elaborar chaves de identificação. Leal e Antoni (1981) desenvolveram uma chave de identificação morfológica voltada à caracterização de cultivares de abacaxi (*A. comosus*) encontradas na Venezuela. A metodologia proposta baseia-se em critérios morfo anatômicos tradicionalmente utilizados na

distinção varietal, os quais englobam: a hábito de crescimento da planta, o formato do fruto, o número e o tamanhos das brácteas, as características organolépticas e estruturais da polpa, bem como atributos morfológicos das folhas (como a presença e ausência de espinhos), morfologia geral e existência de canaletas. Adicionalmente, os autores incluíram como critério distintivo o número de espirais dos frutinhos em torno do eixo do fruto, conferindo maior precisão ao processo de diferenciação varietal.

Os primeiros registros taxonômicos realizados por especialistas europeus sobre o cultivo de *A. comosus* datam do século XIX, com a identificação de aproximadamente 52 a 70 cultivares distintas, incluindo aquelas originadas a partir de sementes germinadas em condições controladas de estufas europeias (MUNRO, 1835; BEER, 1857). Embora grande parte dessas cultivares tenha sido gradualmente extinta, três delas alcançaram ampla difusão internacional e destacaram-se como cultivares comerciais relevantes, sendo elas a ‘Smooth Cayenne’, ‘Queen’ e ‘Singapore Spanish’. Outras cultivares mantiveram-se economicamente importantes em contextos regionais, como é o caso da ‘Pérola’ no Brasil, ‘Espanola Roja’ no Caribe e das cultivares ‘Perolera’ e ‘Manzana’ nos Andes colombianos e venezuelanos (SANEWSKI et al., 2018).

Bertoni (1919), Camargo (1943) e Baker e Callins (1939) evidenciaram em seus estudos e prospecções, a ampla distribuição geográfica e ecológica de espécies silvestres do gênero *Ananas* e gêneros relacionados. Dentre essas, destaca-se *Ananas ananassoides* (Baker) L.B.Sm., amplamente distribuída nos ecossistemas de cerrado brasileiro, onde demonstra elevada adaptação a solos de baixa fertilidade e clima semiárido. A espécie *Ananas bracteatus* (Lindl.) Schult & Schult.f., frequentemente referida como “ananás-do-mato”, ocorre predominantemente em ambientes de vegetação florestal, integrando associações vegetais típicas de formações úmidas e sombreadas.

A partir das espécies silvestres, diversas cultivares de abacaxi foram desenvolvidas através de programas de melhoramento genético, sendo algumas delas: ‘MD-2’, também conhecida como Gold, é a cultivar dominante no mercado global devido à sua excelente qualidade de fruto, resistência a doenças e longa vida pós-colheita; ‘Pérola’: cultivar mais plantada no Brasil, conhecida por sua polpa doce e baixa acidez; ‘Queen’: cultivada principalmente na Austrália e África do Sul, é apreciada por seu sabor intenso e aroma; ‘Smooth Cayenne’, possui porte semi-ereto, pedúnculo curto, fruto cilíndrico e ausência de espinhos; ‘BRS Ajubá’ que é um híbrido resultante do cruzamento entre cv. Perolera com cv. Smooth Cayenne, com formato cilíndrico, espinhos ausentes e resistentes a fusariose; ‘BRS Imperial’

possui porte médio, fruto cilíndrico, ocorre a presença de espinhos e foi a primeira cultivar a ser lançada possuindo resistente a fusariose (IICA, 2017).

Os cultivares de abacaxi mais plantados mundialmente são 'MD-2', 'CO-2', 'Smooth Cayenne', 'Singapore Canning', 'Queen', 'Espanola Roja', 'Pérola', 'Perolera' e 'Manzana' (SANEWSKI et al., 2018).

2.5 Cultivar Pérola

O abacaxi 'Pérola' está entre as frutas mais produzidas no Brasil e o seu consumo se dá, principalmente, in natura. Existem diversas cultivares que também são produzidas no país, porém prevalece a aceitação da cultivar Pérola, devido às suas características de sabor, textura, tamanho, relação brix e acidez. A cultivar Pérola é considerada bastante rústica, vigorosa e produtiva (SILVA, 2010). A segunda cultivar mais produzida é a 'Smooth Cayenne', destinada ao processamento industrial, com a produção de diversos subprodutos.

A cultivar Pérola possui porte médio e crescimento ereto, é vigorosa, com folhas longas que apresentam espinhos nas suas bordas e ápice. Apresenta frutos cônicos pesando em média de 1,2 a 2,0 kg, 38 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro (BERILI, et al., 2014). Pertencente ao grupo 4 ("Pernambuco"), possui características que diferem das outras cultivares, tais como: folhas com espinhos em toda a sua bordadura e ápice, pedúnculo com comprimento muito superior (podendo chegar à mais do dobro do tamanho do pedúnculo das outras cultivares), frutos com forma mais cônica, polpa esbranquiçada e teores de açúcares entre 13 a 16 °Brix e pouca acidez (PY et al. 1984).

Mesmo com a existência de diversas cultivares e do elevado potencial brasileiro no melhoramento genético, a cv. Pérola ainda é a mais aceita pelos consumidores e produtores. Um dos principais desafios para o cultivo do abacaxi 'Pérola' é a sua suscetibilidade à fusariose. Entre as principais limitações fitossanitárias dessa cultivar estacam-se a baixa resistência à murcha-de-fusário (*Fusarium guttiforme*) e a alta suscetibilidade a nematoides causadores de lesões radiculares, notadamente os do gênero *Pratylenchus* (RAMALHO et al., 2009). Além dos problemas fitossanitários, suas características morfológicas também podem influenciar no manejo.

As características morfológicas, físico-químicas e sensoriais dos frutos são influenciadas por múltiplos fatores, dentre os quais se destacam as condições edafoclimáticas, a variabilidade genética da cultivar, a época de colheita e os tratamentos culturais empregados durante o ciclo produtivo. A avaliação da qualidade pós-colheita pode ser realizada com base em

parâmetros físico-químicos, tais como massa fresca, comprimento, diâmetro, conformação do fruto, coloração da epiderme, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez titulável, entre outros indicadores (FAGUNDES et al., 2001).

Apesar da área comercial brasileira ser mais de 80% destinada à produção da cultivar Pérola, a comercialização para outros países ainda é limitada, principalmente pelo formato do fruto, cor da polpa e a casca pouco colorida que não são atrativas para o consumidor do mercado externo.

2.6 Efeito da auxina sintética nas plantas

Alguns dos primeiros relatos sobre os possíveis hormônios vegetais se deram no final do século XIX por Darwin e seu filho Francis, em que estudaram o crescimento vegetal, especialmente envolvendo o fototropismo. Naquela época buscavam entender os efeitos de uma substância hipotética que se encontrava no ápice de coleóptilos sobre o crescimento de plântulas em direção a um sinal de luz. Posteriormente, em 1913 e 1919, Boysen-Jensen e Paál, respectivamente, conduziram experimentos também com coleóptilos, levaram à hipótese da existência de substâncias que se deslocavam de maneira polarizada do ápice para a base do coleóptilo, desempenhando um papel fundamental na indução da resposta fototrópica da planta.

O primeiro hormônio vegetal identificado foi a auxina, e as pesquisas iniciais sobre o processo de expansão celular nas plantas concentraram-se na atuação desses hormônios (KERBAUY, 2004). Com o passar dos anos, chegaram à denominação de “auxinas” para o grupo de hormônios vegetais que regulam diversos aspectos do desenvolvimento e crescimento vegetal. A forma predominante nas plantas é o ácido indolacético (IAA) e outras formas naturais de auxinas são o ácido 4-cloro-indolacético (4-Cl IAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indol butírico (IBA) e o ácido indol propiónico (IPA) (LUDWIG-MULLER e COHEN, 2002). Por outro lado, existem muitos reguladores de crescimento sintéticos que não possuem estrutura indólica, mas que possuem atividade auxínica. Por exemplo, o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), um dos principais constituintes de inúmeros herbicidas (DUVAL, 2006).

O meristema de crescimento da planta recebe sinais constantes das suas outras partes (PY *et al.*, 1984). Esses sinais acontecem em intensidades distintas e estimulam a produção de estruturas vegetativas ou reprodutivas dos organismos vegetais (MIGINIAC, 1979). Dito isso, pesquisadores têm buscado cada vez mais, entender de que forma conseguem interferir na

fisiologia e morfologia vegetal, como também utilizar substâncias já existentes para modificar as atividades fisiológicas das plantas.

O processo de rizogênese está intimamente associado à divisão celular. Uma prática comum na horticultura é aplicar auxinas para favorecer o enraizamento de estacas. Em técnicas de cultivo de tecidos, utiliza-se auxinas e citocininas para promover a divisão celular e a diferenciação de raízes e caules, respectivamente. As auxinas estimulam a divisão de células localizadas no periciclo na zona logo acima da zona de alongação para provocar formação das raízes laterais (JORDÁN, 2006).

Determinadas substâncias, usualmente classificadas como tóxicas em altas concentrações, podem exercer efeitos benéficos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetais quando aplicadas em doses reduzidas, atuando como moduladores fisiológicos em processos específicos da planta. De acordo com Calabrese e Baldwin (2002), esse efeito é conhecido como “hormese”. Hormônios ou substâncias sintéticas, podem estimular o crescimento ou melhorar a sanidade da planta quando administrados em pequenas quantidades, mas quando utilizadas em concentrações elevadas, irão prejudicar ou inibir o desenvolvimento vegetal. Algumas dessas substâncias sintéticas de ação afim também podem ser reconhecidas por receptores específicos de hormônios naturais (JORDÁN, 2006). A exemplo disso, o MCPA, que é um herbicida mimetizador de auxina, foi desenvolvido com o objetivo de elevar o rendimento das culturas (ALLEN et al., 1978).

O modo de ação de muitos herbicidas se dá como reguladores de crescimento. Apesar de utilizados para controlar plantas invasoras e serem letais em doses elevadas, esses herbicidas, quando utilizados em pequenas doses, funcionam como as auxinas, hormônio de crescimento, influenciando na divisão e aumento celular das plantas (ALLENDER, 1997).

Existem alguns compostos chamados de “reguladores de crescimento”, que podem ser de natureza química diferente de alguns hormônios e/ou “desconhecidos ou nunca codificados” pelo metabolismo celular, que também podem desenvolver efeitos semelhantes aos hormônios endógenos naturais (JORDÁN, 2006). De acordo com Jordán (2006) existem alguns hormônios vegetais que podem provocar respostas ainda mais intensas do que os compostos naturais presentes no vegetal em igual concentração molar.

Alguns aspectos fisiológicos relacionados às auxinas são: Elas estimulam a alongamento celular, divisão celular na presença de citocininas, diferenciação do xilema e do floema e a formação de raízes laterais e adventícias; produzem uma curvatura no ápice da planta

em direção à luz; reprimem o desenvolvimento dos brotos axilares laterais, mantendo a dominância apical; podem inibir a abscisão foliar e dos frutos. Elas também estimulam o crescimento e amadurecimento dos frutos e o crescimento das partes florais, facilitando a frutificação (DUVAL, 2006). A auxina diminui a rigidez da parede celular através da desmetilesterificação das pectinas, resultando no crescimento dos órgãos (MAJDA e ROBERT, 2018). Com o tratamento com ácido 1-naftalenoacético (NAA), a expansão celular acelerada aumenta o tamanho da fruta e a capacidade de armazenar água e metabólitos (MAJDA e ROBERT, 2018).

As auxinas, em seu papel de regentes, inibem o desenvolvimento das gemas laterais, assegurando que a gema apical mantenha sua posição como principal ponto de crescimento. São substâncias quimicamente relacionadas ao ácido indol-3-acético (AIA), auxina mais importante em diversas plantas. Gowing (1961) assumiu que os efeitos das auxinas sintéticas se baseiam no deslocamento da auxina endógena (AIA) nos seus locais de atividade no meristema apical da planta, atuando em enzimas que alteram a elasticidade da parede celular, ou seja, interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Cientistas têm observado por décadas o efeito de doses reduzidas de auxinas sintéticas no crescimento vegetal. Ao longo dos anos, pesquisas com auxinas sintéticas, como o 2,4-D, demonstraram respostas herméticas nas plantas. Essas respostas poderiam ser esperadas através do aumento da produção e atividade de auxinas (CEDERGREEN et al., 2007). Furlani et al. (2011) testaram os efeitos da auxina sintética sobre componentes de produção do algodoeiro e constataram que a aplicação do 2,4-D promoveu mudanças no desenvolvimento reprodutivo, tendo como resultado uma maior fixação de estruturas reprodutivas, ou seja, maior número de capulhos por planta.

As auxinas artificiais, aplicadas externamente, podem se assemelhar às auxinas naturais presentes na planta, mas com intensidade e respostas mais controladas. Esses hormônios vegetais influenciam no alongamento e crescimento celular e podem inibir o desenvolvimento das gemas laterais, estimulando a dominância apical e, conseqüentemente, o crescimento vertical da planta. O fitormônio sintético é amplamente utilizado para induzir o enraizamento de estacas, estimulando a formação de raízes, e também para prevenir a queda prematura de folhas e frutos. No entanto, a dosagem e o momento da aplicação são fatores críticos, pois doses elevadas podem causar efeitos adversos, como crescimento descontrolado, deformações, toxicidade ou até a morte da planta.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral: Avaliar os efeitos da utilização de auxina sintética na pós indução floral, sobre a redução do pedúnculo e melhorias na qualidade do fruto do abacaxizeiro ‘Pérola’.

3.2 Objetivos Específicos:

- Definir doses e época de aplicação da técnica do rebaixamento do pedúnculo;
- Avaliar os efeitos da utilização de auxina sintética no aumento do diâmetro do ápice e peso dos frutos.

4. JUSTIFICATIVA

Apesar dos avanços significativos nos programas de melhoramento genético do abacaxizeiro no Brasil e da disponibilidade de diversas cultivares no mercado, a cultivar ‘Pérola’ permanece como a mais amplamente cultivada no país. Essa preferência está associada às suas características organolépticas apreciadas pelos consumidores brasileiros. No entanto, essa cultivar apresenta limitações sob o ponto de vista morfológico e agrônomo, destacando-se a presença de espinhos ao longo da margem foliar e o desenvolvimento excessivo do pedúnculo.

O alongamento acentuado do pedúnculo constitui um fator limitante, uma vez que, à medida que o fruto se desenvolve e aumenta o peso, torna-se mais suscetível ao tombamento. Esse fenômeno compromete tanto a integridade física do fruto, impactando negativamente na qualidade comercial, quanto sua qualidade comercial, além de dificultar a operacionalização da colheita. Além disso, a morfologia dos frutos da cultivar Pérola representa outra limitação agrônoma. Os frutos apresentam conformação cônica, caracterizada por um ápice de diâmetro significativamente inferior à base, o que contrasta com o padrão morfológico de outras cultivares com frutos cilíndricos. Essa diferença entre a base e o ápice do fruto resulta em menor rendimento de polpa e reduz o peso médio por unidade, impactando negativamente na eficiência produtiva e no aproveitamento comercial.

Empiricamente, alguns produtores de abacaxi, principalmente do Norte e Nordeste do Brasil, já utilizam auxinas sintéticas com a finalidade de provocar a redução do pedúnculo do abacaxizeiro, sem padronização da dose e forma de aplicação.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da auxina sintética na redução do pedúnculo do abacaxizeiro cv. ‘Pérola’, como também no desenvolvimento, tamanho,

maturação, qualidade e rendimento do fruto. Os resultados desta pesquisa servirão para protocolar qual a dose e período ideal para a aplicação da auxina sintética, como também comprovar quais os benefícios alcançados além da redução do pedúnculo, servindo como base para o início de novas pesquisas sobre a cultura do abacaxizeiro.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Condições Experimentais

O presente estudo foi realizado em duas unidades agrícolas localizadas no estado do Pará, Brasil, designadas como Propriedade 1 (Foto 1 - A) e Propriedade 2 (Foto 1 - B). A Propriedade 1 está localizada no município de Conceição do Araguaia – PA, sob as coordenadas geográficas 8,313902° S de latitude, e 49,441429° de longitude, apresentando um clima tropical Aw, segundo a classificação climática de Koppen-Geiger. A precipitação média anual é aproximadamente 2.000 mm, com variações de temperatura entre 25 °C a 33 °C.

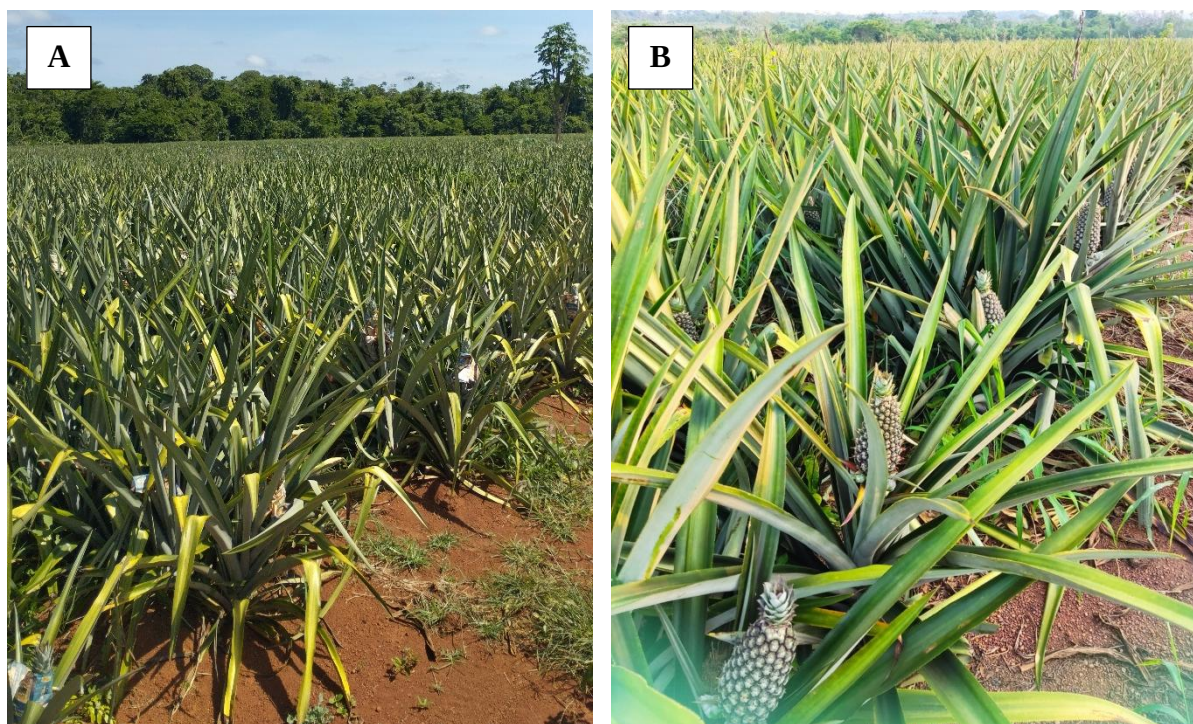


Foto 1. Propriedade 1 em Conceição do Araguaia-PA (A) e Propriedade 2 em Floresta do Araguaia (B).

O sistema de cultivo adotado na Propriedade 1 empregou espaçamento de 0,33 x 0,5 x 1,2 m, em arranjo de fileiras duplas. A adubação foi realizada com base nos resultados da análise química do solo e nas exigências nutricionais do abacaxizeiro. A irrigação foi conduzida por meio da aspersão convencional fixa, sendo aplicada exclusivamente durante o período de estiagem. As lâminas mensais de irrigação variaram entre 120 mm a 160 mm, conforme os

valores estimados de evapotranspiração da cultura (ET_c) na região. Os tratos culturais seguiram as práticas técnicas recomendadas e regularmente adotadas pela propriedade.

A Propriedade 2 encontra-se no município de Floresta do Araguaia, também no estado do Pará. O clima local apresenta características semelhantes às da Propriedade 1, sendo igualmente classificado como tropical Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. A precipitação média anual da região é de aproximadamente 2.000 mm, com temperatura variando entre 25 °C e 33 °C. O solo predominante na área é um Latossolo de textura argilosa.

Na Propriedade 2, o plantio do abacaxizeiro foi realizado manualmente, com o estabelecimento individual das mudas em covas, respeitando o mesmo espaçamento de 0,33 x 0,5 x 1,2 m em fileiras duplas. Cada linha de plantio possui aproximadamente 30 metros de comprimento, permitindo o cultivo de sete plantas em cada dois metros lineares. Esse arranjo resultou em uma densidade média de aproximadamente 200 plantas por fileira dupla, contribuindo para o aproveitamento eficiente da área cultivada (Foto 2).



Foto 2. Implantação manual das mudas de abacaxizeiro, com posicionamento em covas, no arranjo espacial de 0,33 x 0,50 x 1,20 m, organizadas em fileiras duplas.

5.2 Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, visando reduzir a variabilidade experimental associadas às condições edafoclimáticas. Os tratamentos foram estruturados em um esquema fatorial triplo $2 \times 4 \times 3 + 1$, composto por dois métodos de pulverização do indutor de rebaixamento (manual e mecanizado), quatro doses do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), sendo elas: 0,0335 [dose 1], 0,067 [dose 2], 0,1005 [dose 3] e 0,134 g/L [dose 4], combinadas com 0,072 g/L de Ethrel, e três épocas distintas (10, 15 e 20 dias após a indução floral). Adicionalmente, foi incluído um tratamento (testemunha), composto por plantas que não receberam qualquer tipo de aplicação.

A concentração de 0,072 g/L de Ethrel, que foi utilizada em combinação com as doses da auxina sintética, foi empregada com base em práticas agronômicas já adotadas de forma isolada pelos produtores, visando à reindução floral. Os produtores já realizavam essa aplicação de Ethrel com o objetivo de assegurar a uniformidade na indução floral entre as plantas, promovendo maior sincronização no seu desenvolvimento.

A aplicação de forma manual foi realizada com o auxílio de pulverizador costal agrícola, direcionando-se o jato diretamente ao centro da roseta foliar de cada planta (Foto 3A). Para a aplicação mecanizada, utilizou-se o equipamento Motocultivador Motoagro (Foto 3B), um implemento agrícola que possui uma barra pulverizadora, desenvolvida para realizar tratamentos culturais no abacaxizeiro.



Foto 3. Aplicação do tratamento no abacaxizeiro realizada manualmente, com pulverizador costal direcionado ao centro da roseta foliar (A), e aplicação mecanizada utilizando o Motocultivador Motoagro.

5.3 Avaliações

Foram avaliados diferentes parâmetros com o objetivo de mensurar os efeitos dos tratamentos sobre o desempenho agrônômico do abacaxizeiro. As variáveis analisadas foram: peso total dos frutos (PT), expresso em quilograma, como indicativo direto da produtividade; comprimento da coroa (C coroa), importante para caracterização comercial do fruto; comprimento do fruto sem coroa (C fruto) e comprimento total do fruto (C total), ambos mensurados em centímetros, como estimativas da uniformidade e padrão comercial dos frutos.

Também foram aferidos o comprimento do pedúnculo (CPE), utilizando uma trena graduada em centímetro, considerando-se a distância desde a base do caule até a base do fruto; o diâmetro da base (D base) e o diâmetro do ápice (D ápice), mensurados com o auxílio do paquímetro digital, representando a conformação morfológica do fruto. Além disso, foi determinado o teor de sólidos solúveis (°BRIX), por meio do refratômetro, o que indica a qualidade interna do fruto, especialmente ao que se refere ao acúmulo de açúcares.

5.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Rbio. Os dados foram inicialmente submetidos à análise de normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidades. Em seguida, procedeu-se à análise de variância (ANOVA) para identificação dos efeitos principais e interações entre os fatores avaliados, com base no teste F, adotando-se nível de significância de 5%. Quando houve interação entre os fatores estudados, foram realizados os desdobramentos e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

6.1 Propriedade 1 – Conceição do Araguaia - Pará

A avaliação da qualidade físico-química e sensorial de frutos baseia-se em um conjunto de variáveis morfofisiológicas e bioquímicas, tais como peso fresco, comprimento, diâmetro, forma, cor e firmeza, teor de sólidos solúveis e outros. A caracterização desses atributos é essencial para o desenvolvimento de protocolos otimizados de manejo da cultura, além de subsidiar a definição de padrões de qualidade que orientam critérios comerciais e favorecem a aceitabilidade do produto pelo mercado consumidor (NUNES et al., 2010).

Os tratamentos aplicados exerceram influência estatisticamente significativa sobre as variáveis analisadas: peso total do fruto, diâmetro apical, comprimento do fruto e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), conforme demonstrado na Figura 1. Além disso, verificou-se alterações expressivas no comprimento do pedúnculo após a aplicação dos tratamentos (figura 1). De maneira geral, na comparação entre tratamentos fatoriais e o tratamento adicional (testemunha), verificou-se que apenas para a variável comprimento do fruto, a testemunha apresentou média estatisticamente superior ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

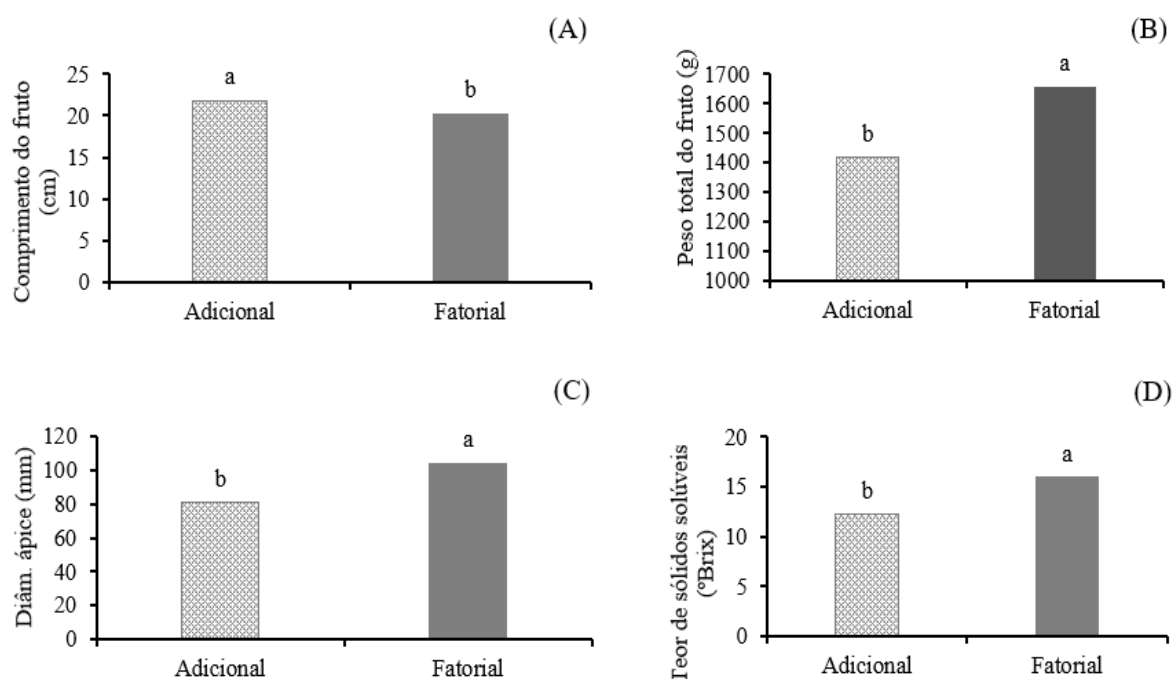


Figura 1. (A) - Comprimento do fruto (cm); (B) - Peso total do fruto (g); (C) - Diâmetro do ápice do fruto - Diâm. ápice (mm); (D) - Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) do abacaxizeiro cv. Pérola para o tratamento adicional (testemunha) e após a aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo na Propriedade 1. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Com relação à variável comprimento do fruto, os dados obtidos no presente estudo contrastam com os resultados reportados por Castro (1998), que observou incremento significativo dessa característica em plantas tratadas com NAA e ácido clorofenoxipropiônico, as quais apresentaram frutos entre 0,7 e 2,0 cm mais longos em comparação às plantas controle. No entanto, no presente experimento, embora o comprimento dos frutos tratados tenha sido estatisticamente inferior ao observado na testemunha, constatou-se aumento substancial em outras variáveis, como diâmetro do ápice (Foto 4) e o peso dos frutos. Tal comportamento pode estar associado a uma redistribuição metabólica que favoreceu o acúmulo de fotoassimilados

no sentido transversal do fruto (expansão radial), em detrimento do seu alongamento longitudinal, sugerindo um redirecionamento do crescimento com predominância na dimensão horizontal (diâmetro do fruto).



Foto 4. Fruto à esquerda, amostra do tratamento fatorial com aplicação de auxina sintética, apresentando aumento significativo do ápice e formato cilíndrico. À direita, fruto amostra do tratamento adicional, sem aplicação de auxina, exibindo formato cônico.

As auxinas estimulam o crescimento e amadurecimento dos frutos e o crescimento das partes florais, facilitando a frutificação (DUVAL, 2006). Suman et al. (2017) observaram melhorias notáveis no crescimento, rendimento e qualidade de várias culturas frutíferas como resultado do uso de reguladores de crescimento de plantas. Da mesma forma, foi possível observar um incremento significativo na grande maioria das variáveis analisadas neste estudo, como mostra na figura 1.

Os resultados obtidos na Figura 1 apontam para um direcionamento do crescimento que, embora não expresse em ganho de comprimento do fruto, proporcionou frutos com maior peso total (Foto 5), maior diâmetro do ápice e maior teor de sólidos solúveis em plantas tratadas com auxina sintética, quando comparados com o tratamento adicional (testemunha). Resultados que podem contribuir positivamente para a uniformidade da lavoura, através da obtenção de frutos com características desejáveis para comercialização e beneficiamento.



Foto 5. Frutos submetidos ao tratamento fatorial com aplicação de auxina sintética, apresentando peso superior a 2 kg, além de maior diâmetro na região apical. Atributos que contribuem para uma conformação cilíndrica do fruto.

A análise da interação entre as formas de aplicação, épocas de aplicação e doses do indutor do rebaixamento indicou ausência de efeito significativo triplo, exceto para a variável °Brix (Tabela 1). Por outro lado, na interação entre forma de aplicação e época de aplicação, observou-se efeito significativo para todas as variáveis analisadas: peso total do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do ápice do fruto, teor de sólidos solúveis e comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro. O estágio de aplicação é um aspecto importante, pois a aplicação de auxina sintética na inflorescência pode ser caracterizada como uma melhoria nos atributos físicos dos frutos (KUMARI, 2020).

O número de flores individuais diferenciadas é o principal fator que determina o peso dos frutos e, portanto, o rendimento da colheita. Como o meristema retorna posteriormente ao estado vegetativo, o período durante o qual os primórdios florais são formados é estritamente limitado. O número de flores produzidas pode depender da duração desse período e da rapidez com que são diferenciadas (PY et al., 1987).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do Peso total do fruto (PT), Comprimento do fruto (C FRUTO), Diâmetro do ápice do fruto (D ÁPICE), °Brix (BRIX) e Comprimento do pedúnculo (CPE) do abacaxizeiro submetido à diferentes doses (D) do

indutor de rebaixamento, com diferentes épocas de aplicação (D) após a indução floral artificial e por diferentes formas de aplicação (AP).

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		PT	C FRUTO	D ÁPICE	BRIX	CPE
BL	3	7.838,5 ^{ns}	1,26 ^{ns}	7,82 ^{ns}	0,01*	19,07 ^{ns}
AP	1	1.472,7 ^{ns}	0 ^{ns}	65,60*	6,47*	2.016,66*
E	2	209.825,6*	11,11*	50,36*	0,21*	108,33*
D	3	62.376,5*	5,59*	0,44 ^{ns}	0,28*	39,74*
AP X E	2	60.962,5 *	3,16*	27,32*	0,65*	52,51*
AP X D	3	14.121,6 ^{ns}	1,77 ^{ns}	9,26 ^{ns}	2,75*	34,43*
E X D	6	15.975,2 ^{ns}	1,54 ^{ns}	3,37 ^{ns}	3,00*	15,56 ^{ns}
AP X E X D	6	16.326,6 ^{ns}	1,88 ^{ns}	6,68 ^{ns}	2,82*	17,89 ^{ns}
AD x FATORIAL	1	225.803,1*	9,79*	2.071,30*	52,96*	1.411,68*
RESIDUO	72	10.132,4	0,96	6,41	0,001	10,19
CV (%)		6,1	4,83	2,45	0,26	7,82

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

No Brasil, os frutos com destino ao mercado de fruta fresca têm seus preços definidos por faixa de peso, sendo que a valorização comercial ocorre apenas quando o fruto atinge uma categoria superior de peso (REINHARDT, 2021). Na cadeia produtiva do abacaxi, o peso dos frutos configura-se como um dos parâmetros agrônômicos de maior relevância para os produtores, pois está diretamente associado à produtividade total da lavoura (kg/ha) e, consequentemente, ao retorno econômico da atividade. Além disso, o peso dos frutos é um parâmetro utilizado como critério de classificação comercial e padronização. O mercado interno de fruta fresca remunera melhor frutos maiores, com peso acima de 1,5 kg (PÁDUA et al., 2016). Frutos mais pesados contribuem para maior produção por unidade de área plantada, otimizando o aproveitamento do sistema produtivo. Neste contexto, os resultados demonstraram que houve uma maior eficácia na elevação do peso médio dos frutos (Figura 1), evidenciando o potencial da abordagem adotada em promover ganhos significativos de produtividade e na qualidade comercial dos frutos, alinhando-se às exigências do mercado e às expectativas do setor produtivo.

O peso final do fruto está diretamente relacionado ao número de frutinhos diferenciados durante a floração do abacaxizeiro. No entanto, o incremento de massa individual desses frutinhos ao longo do desenvolvimento reprodutivo é condicionado pelo fator ambiental, que afetam o metabolismo tanto dos órgãos vegetativos quanto do próprio fruto. Tais fatores

exercem impactos quantitativos e qualitativos, refletindo no crescimento, duração da fase de desenvolvimento e atributos físico-químicos do fruto (PY et al., 1987). Desse modo, as características do fruto e da planta podem ser moduladas a partir dos fatores ambientais em que são expostas.

Considerando essas evidências, o presente estudo demonstrou eficácia na promoção do peso total dos frutos e no crescimento do diâmetro do ápice, características diretamente associadas ao número e tamanho dos frutinhos formados nesta região. A aplicação de auxina sintética promoveu estímulo hormonal que intensificou os processos de diferenciação celular e expansão dos frutinhos, resultando em maior enchimento do ápice dos frutos. Esse efeito fisiológico refletiu no incremento de peso total e na melhoria das características agronômicas relevantes para a comercialização, como a uniformidade morfológica e o padrão de formato dos frutos, contribuindo para maior padronização (Foto 6) e valor comercial do produto final.



Foto 6. Frutos tratados com auxina sintética apresentaram formato mais uniforme da base ao ápice, promovendo padronização entre os exemplares colhidos. Essa uniformidade resultou em maior peso, melhor preenchimento da região apical e, conseqüentemente, maior volume de polpa.

No caso da cultivar mais plantada e consumida, a cv. Pérola, frutos com peso a partir de 1,5 kg geralmente auferem preços 50% maiores que frutos menores (REINHARDT, 2016). No estado do Pará, por exemplo, os frutos são tradicionalmente classificados em três categorias

com base em faixas de peso: abaixo de 1 kg, entre 1 kg e 1,5 kg e acima de 1,5 kg. Os preços de comercialização aumentam progressivamente de acordo com a categoria, o que leva os produtores a direcionarem seus manejos tendo em vista à obtenção de frutos com peso superior a 1,5 kg. Essa estratégia visa a maximização do valor agregado do produto e, por consequência, maior rentabilidade da lavoura.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram um alinhamento com essa demanda mercadológica, uma vez que a aplicação de auxina sintética promoveu um incremento significativo no peso (Figura 1 B), favorecendo a produção de frutos que ultrapassam 1,5 kg. Essa resposta fisiológica ao tratamento contribui diretamente para o enquadramento dos frutos na faixa de maior valor agregado, potencializando a rentabilidade da lavoura e otimizando o retorno econômico da atividade, especialmente no contexto da cultivar Pérola.

Os reguladores de crescimento vegetal melhoram a qualidade das frutas ao influenciar atividades fisiológicas como mobilização e utilização de nutrientes, divisão e aumento celular e mudanças bioquímicas que, por sua vez, resultam em melhor tamanho e qualidade (PANDEY, 1999). O tempo de prateleira e a preferência de compra por parte dos consumidores será muito influenciado pela qualidade dos frutos. Características como aspecto visual, tamanho, firmeza, sabor e valor nutricional influenciam diretamente a aceitação no mercado, sendo que os frutos que apresentam alto padrão de qualidade tendem a agregar valor comercial, justificando preços mais elevados no ponto de venda. Os resultados obtidos neste estudo corroboram essa perspectiva, evidenciando que frutos tratados podem ser enquadrados em categorias comerciais superiores, com maior valor agregado. A melhoria da qualidade física dos frutos contribui para a ampliação do tempo de prateleira e para o aumento da atratividade junto ao consumidor final.

Os produtores já adotam diversos manejos na tentativa de incremento no peso dos frutos do abacaxizeiro. Dentre as práticas comumente utilizadas destacam-se o manejo estratégico da irrigação, a adubação após a indução floral artificial, bem como a aplicação de fitorreguladores de crescimento, porém muitas vezes essas práticas são adotadas de forma empírica e sem uma padronização técnica.

A literatura científica internacional voltada à cultura do abacaxizeiro apresenta diversos estudos que investigam estratégias para o incremento do peso dos frutos, com destaque para o uso de fitorreguladores. Esses estudos visam compreender os efeitos fisiológicos promovidos por essas substâncias hormonais no desenvolvimento reprodutivo da planta, principalmente no que se refere ao aumento de peso e volume dos frutos. Os componentes mais usados têm sido

o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico, ácido alfa-naftaleno acético (ANA) e o ácido giberélico (REINHARDT, 2016).

Pode-se verificar que, de fato, a utilização de fitorreguladores promove alterações fisiológicas significativas e mensuráveis, refletidas em melhorias em atributos agrônômicos dos frutos, como aumento do peso, diâmetro do ápice e teor de sólidos solúveis (Figura 1 B, C, D), conforme verificado neste estudo. Esses achados corroboram as evidências reportadas na literatura e reforçam o potencial da utilização da técnica para a otimização produtiva do abacaxizeiro. Além disso, os fitorreguladores podem promover o desenvolvimento de tecidos dos frutos. As auxinas, por exemplo, estão envolvidas na divisão celular e alongação, que são processos importantes que resultaram na melhoria do crescimento absoluto dos frutos do abacaxi. Ao promover a divisão celular, as auxinas podem aumentar o número de células em um fruto, levando a um aumento de crescimento (CAMPANONI e NICK, 2005; PERROT-RECHENMANN, 2010; SU et al., 2014).

As concentrações mais baixas de ácido naftalenoacético (NAA) exógeno, especificamente 100 e 200 μM , promoveram um incremento significativo na massa dos frutos, ao passo que a concentração de 300 μM apresentou menor eficácia no estímulo ao desenvolvimento frutífero, conforme relatado por Xu (2023). Os resultados obtidos neste estudo corroboram essa tendência, evidenciando que as doses reduzidas do regulador de crescimento vegetal também foram mais eficientes na indução do aumento do peso dos frutos. Notavelmente, sob aplicação manual, independente da época de tratamento, os valores médios de peso obtidos foram superiores aqueles observados nas demais concentrações avaliadas.

A maioria dos estudos visam compreender os mecanismos pelos quais é possível intervir na fisiologia e morfologia das plantas, com o objetivo de moldar processos de desenvolvimento e produtividade. Diversas substâncias já são amplamente empregadas com essa finalidade, atuando como moduladores do crescimento vegetal. Segundo Jordán (2002), a distribuição diferencial de hormônios nas plantas e suas células regula processos morfogênicos distintos, possibilitando trajetórias de desenvolvimento variadas conforme o estágio ontogenético. De maneira geral, células em crescimento, sob a influência de múltiplos hormônios, apresentam atividades de divisão celular e expansão, contribuindo para a formação estrutural e funcional dos tecidos vegetais. Essa definição pode explicar o aumento em peso, comprimento e principalmente diâmetro do ápice dos abacaxis submetidos aos tratamentos com a auxina sintética quando comparados à testemunha (tratamento adicional) (Figura 1).

No presente estudo, o peso dos frutos foi avaliado em função da aplicação de diferentes doses do indutor do rebaixamento, em três épocas distintas após a indução floral artificial (10, 15 e 20 dias), empregando-se duas modalidades de pulverização: manual e mecanizada. A análise estatística apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, evidenciando maior acúmulo de massa nos frutos submetidos à pulverização manual, especialmente quando a aplicação foi realizada aos 20 dias após a indução floral artificial (IFA), seguida pelas épocas de 15 e 10 dias, respectivamente. Em contrapartida, para os tratamentos com pulverização mecanizada não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as épocas, indicando uma resposta homogênea do peso dos frutos, independente do momento de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2. Peso médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (g) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Época		
	10 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
Manual	1.545,46 bC	1.654,96 aB	1.788,81 aA
Mecânica	1.634,10 aA	1.624,18 aA	1.707,46 bA
CV (%)	6,1		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Quanto às épocas de aplicação da auxina sintética, verificou-se que, na primeira época (10 dias após a IFA), a aplicação por pulverização mecanizada resultou em maior acúmulo de massa nos frutos. Em contraste, na terceira época (20 dias após IFA), os maiores valores de pesos dos frutos foram obtidos por meio da pulverização manual. Para a segunda época (15 dias após IFA), as médias de peso dos frutos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de aplicação avaliados, indicando resposta equivalente dos tratamentos nesse intervalo de tempo (Tabela 2). Esse aumento na taxa de crescimento absoluto pode ser devido à ação da auxina sintética que desempenha um papel fundamental na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo o crescimento dos frutos (KOU et al., 2022; ZHANG et al., 2022).

O equilíbrio hormonal desempenha um papel especial no desenvolvimento de frutos com qualidade. Assim, a auxina sintética, que causa modificações metabólicas mais progressivas e mais duráveis do que outros agentes de indução de flores artificiais, induz a formação de um maior número de frutinhos (TERRY, 1975). Esse maior número de frutinhos

está diretamente relacionado ao aumento de diâmetro, comprimento e peso dos frutos de abacaxi cv. Pérola.

Como é possível observar na Tabela 2, o incremento do peso dos frutos em função da época e forma de aplicação da auxina sintética, o uso e eficiência dos fitorreguladores de crescimento vegetal tem ampliado as perspectivas no manejo agrônomo das culturas. Considerando que as frutíferas representam cadeias produtivas de elevado valor comercial, a utilização de reguladores hormonais por via foliar na cultura do abacaxizeiro surge como uma estratégia promissora para maximizar o desempenho produtivo e aprimorar os atributos qualitativos dos frutos. O tamanho e a forma dos frutos são importantes atributos, pois a variação entre estes pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor, as práticas de manuseio pós-colheita, bem como seu potencial de armazenamento e o destino final do produto, ou seja, para o consumo in natura ou para a industrialização (CHITARRA, 2005).

Resultados análogos foram relatados na literatura por Chung et al. (2023), que verificaram aumentos expressivos no peso fresco dos frutos em resposta à aplicação de ácido alfa-naftaleno acético (NAA) em diferentes concentrações. De maneira consistente, Clayton-Cuch et al. (2021) também demonstraram que o uso desse regulador de crescimento promoveu incremento significativo na massa dos frutos, evidenciando a eficácia da auxina sintética na indução de respostas fisiológicas que resultam em aprimoramento de atributos físicos com implicações diretas na qualidade comercial.

A utilização de reguladores vegetais já é relatada por vários autores na literatura científica e demonstram que esta é uma estratégia eficaz para intensificar o desempenho produtivo de diversas espécies cultivadas. Estudos como os de Pasqualetto et al. (2001) evidenciaram que o uso de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) promoveu um aumento expressivo de até 68,10% no peso total de frutos por planta, em comparação aos tratamentos controle, indicando sua capacidade de estimular o acúmulo de massa por meio de alterações fisiológicas significativas.

Hu et al. (2019), ao avaliarem os efeitos da mesma auxina sintética, observaram elevação na taxa de crescimento inicial dos frutos, demonstrando que essa substância hormonal pode atuar de maneira eficaz em estágios específicos do desenvolvimento das culturas, embora nem sempre produza efeitos significativos no comprimento final dos frutos. Adicionalmente, Barbara et al. (2022) confirmaram que o emprego de reguladores vegetais como paclobutrazol (PBZ) e ethephon pode resultar em acréscimos consideráveis na massa de frutos por unidade

produtiva. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram esses achados, ao demonstrar que houve um incremento significativo em peso também na cultura no abacaxizeiro (Figura 1 B).

Embora o peso do produto final represente um atributo de elevada relevância agrônômica para os produtores, especialmente por seu impacto direto na produtividade, o comprimento do fruto também constitui um parâmetro morfofisiológico importante, utilizado como critério de avaliação na colheita e classificação. Frutos maiores apresentam vantagens logísticas e operacionais, uma vez que permitem a redução do número de unidades necessárias para compor uma carga comercial, otimizando etapas como custos de colheita, transporte e beneficiamento. Essa característica torna-se particularmente estratégica para os produtores em regiões com infraestrutura limitada, como algumas cidades no estado do Pará, ao possibilitar maior retorno econômico por carga transportada, mesmo com menor quantidade de frutos.

Ao realizar o desdobramento da interação dos fatores, verificou-se que os frutos provenientes das plantas submetidas à pulverização manual do indutor de rebaixamento apresentaram maior comprimento médio quando a aplicação foi realizada na terceira época (20 dias após a IFA). Nas épocas anteriores (10 e 15 dias), não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre si. Para a modalidade de aplicação mecanizada, independente da época de aplicação, não houve variação estatisticamente significativa no comprimento dos frutos (Tabela 3), indicando uma resposta homogênea em todas as épocas aplicadas.

Tabela 3. Comprimento médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm), sem a coroa, com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Época		
	10 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
Manual	19,85 aB	19,60 aB	21,25 aA
Mecânico	19,93 aA	20,18 aA	20,58 aA
CV (%)	4,83		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto a forma de aplicação, a pulverização mecanizada do indutor de rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola apresentou resultados significativos quanto ao comprimento médio dos frutos, apresentando-se como a forma de aplicação mais eficiente entre os métodos avaliados. Possivelmente a pulverização da auxina sintética sobre a planta favoreceu uma distribuição homogênea, promovendo assim respostas fisiológicas mais uniformes na planta, o que refletiu no aumento do comprimento médio dos frutos. Tais

resultados indicam que a otimização da via de aplicação do indutor de rebaixamento é um fator determinante para o desempenho morfológico da cultura, especialmente em características comerciais como o tamanho do fruto. Resultados semelhantes foram observados por Castro (1998), em que a aplicação do ácido clorofenoxipropiônico, com ação auxínica, na dose 900 mg. L⁻¹ em abacaxi cv. ‘Smooth Cayenne’, aumentou cerca de 20% o tamanho médio dos frutos, quando a aplicação foi efetuada no final do período de florescimento.

A iniciação da formação de frutos é modulada por complexas interações hormonais, nas quais auxinas e giberelinas (GAs) desempenham papel fundamental nos processos de polinização e fertilização. Evidências indicam que o etileno também interage com a auxina, podendo antagonizar os níveis de giberelina durante a fertilização, embora os mecanismos fisiológicos subjacentes a essa comunicação ainda não sejam totalmente compreendidos (FENN, 2021). As auxinas são encontradas em todos os tecidos vegetais, com maior concentração nas regiões de crescimento ativo. A síntese de ácido indol-3-acético (IAA) ocorre predominantemente em meristemas apicais, folhas jovens e frutos em desenvolvimento (JORDÁN, 2002). Isto demonstra que a aplicação de auxina sintética exerce influência sobre distintos processos fisiológicos da cultura, variando conforme o estágio fenológico no qual é realizada e os órgãos vegetativos ou reprodutivos predominantes em desenvolvimento naquele momento.

Esses aspectos fisiológicos são fundamentais para compreender os efeitos da aplicação exógena de auxina sintética na cultura do abacaxizeiro. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a resposta fisiológica ao regulador vegetal realmente varia conforme o estágio fenológico no qual a aplicação é realizada. Como apresentado na Tabela 3, a aplicação da auxina sintética aos 20 dias após a indução floral artificial apresentou melhores resultados para o comprimento dos frutos, tanto na aplicação manual quanto na mecanizada. De forma consistente, dentro de cada modalidade de aplicação, observou-se que o tratamento mais tardio promoveu maiores valores de comprimento médio dos frutos, indicando que o momento de aplicação é determinante para a eficácia da resposta fisiológica induzida. Reforçando que o sincronismo entre o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos e o fornecimento de auxinas sintéticas é essencial para a maximização dos atributos físicos e comerciais do fruto.

Segundo Ut e Mai (2017), a aplicação foliar do ácido 1-naftalenoacético (NAA) na concentração de 60 mgL⁻¹, realizada nos estágios de 0 e 3 dias após antese, na cultivar de abacaxi ‘Queen’, promoveu um incremento significativo nas variáveis analisadas. O tratamento resultou em frutos com peso médio de 472,47 g, comprimento de 13,19 cm e diâmetro de 7,76

cm, superando as plantas controle. O manejo não comprometeu atributos qualitativos dos frutos, mantendo-se estáveis parâmetros como sabor, textura e composição química. Resultados semelhantes foram observados na cultivar 'Smooth Cayenne', onde Castro (1998) relatou que a aplicação de 50 ml/planta de ácido clorofenoxipropiônico 100 mg. L⁻¹, 13 semanas após a indução floral, proporcionou a obtenção de frutos 46% mais pesados.

As auxinas sintéticas e as giberelinas são ambas classes de reguladores de crescimento vegetal com funções complementares no desenvolvimento das plantas. De acordo com Li et al. (2011), foi realizado um experimento com o abacaxi no qual se avaliou o efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃) aplicadas via foliar nos estágios de 0 e 15 dias após a antese. Os resultados indicaram que a concentração de 50 mg L⁻¹ de GA₃ foi mais eficaz, promovendo um aumento significativo nas características morfológicas dos frutos, com comprimento de 13,83 cm e diâmetro de 11,94 cm, demonstrando também o potencial da giberelina na promoção do crescimento e desenvolvimento dos frutos de abacaxi.

De acordo com Reinhardt e Cunha (2013), a cultivar Pérola apresenta frutos com conformação predominantemente cônica, caracterizados por maior diâmetro basal e afilamento progressivo em direção ao ápice, padrão morfológico também descrito por Manica (2000). Essa arquitetura interfere diretamente nos atributos comerciais do fruto, uma vez que o mercado consumidor demonstra preferência por frutos de formato cilíndrico, os quais apresentam distribuição mais uniforme do diâmetro ao longo do eixo longitudinal. Tal conformação proporciona maior aproveitamento da polpa, favorecendo o rendimento industrial e a padronização comercial.

No presente estudo, observou-se que os frutos das plantas-controle apresentaram diâmetro médio no ápice de 81,16 mm, enquanto as plantas submetidas ao tratamento com regulador de crescimento apresentaram valor médio significativamente superior, de 104,39 mm (Figura 1 C). Esse aumento expressivo do diâmetro do ápice sugere uma alteração no formato do fruto, aproximando-o de um formato mais cilíndrico e, portanto, mais desejável sob ponto de vista mercadológico.

A análise estatística da interação entre os fatores forma de pulverização e a época de aplicação de tratamento sobre o diâmetro médio do ápice do fruto do abacaxizeiro, verificou-se que, sob pulverização mecânica, não houve diferenças significativas entre as diferentes épocas avaliadas, indicando um comportamento fisiológico uniforme nas plantas em resposta ao regulador vegetal. Por outro lado, a pulverização manual apresentou resposta diferenciada,

com efeito estatisticamente significativo observado exclusivamente na aplicação realizada aos 10 dias após a IFA, resultando no menor valor médio de diâmetro do ápice (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro médio do ápice do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (mm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Época		
	10 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
Manual	101,30 bB	104,15 aA	105,25 aA
Mecânica	105,06 aA	104,46 aA	106,13 aA
CV (%)	2,45		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam que aplicações manuais em estágios fenológicos muito precoces podem comprometer o desenvolvimento adequado dos frutos, especialmente em regiões de crescimento ativo como o ápice. Ressalta-se que, devido a aplicação manual ser mais precisa e o jato ser direcionado exatamente no centro da roseta foliar, é necessário criterioso planejamento quanto ao momento da aplicação do indutor do rebaixamento do pedúnculo, a fim de maximizar a eficiência fisiológica do regulador e evitar respostas desreguladas em características importantes da planta e fruto. Além disso, a análise da interação entre os fatores avaliados pode subsidiar a definição de protocolos agrônômicos mais eficazes, adaptados às condições edafoclimáticas de cada região, realidade tecnológica do produtor e mercado consumidor.

Do ponto de vista comercial, o diâmetro do fruto é um parâmetro físico essencial para atender aos padrões exigidos pelo setor consumidor. O adequado desenvolvimento do ápice do fruto contribui para sua forma simétrica e cilíndrica, aspecto visual atrativo e maior volume de polpa. Dessa forma, a obtenção de frutos com diâmetros considerados ideais torna-se determinante para a valorização do abacaxi cv. Pérola.

Ao comparar as duas formas de pulverização dentro de cada época, apenas aos 10 dias após a IFA houve diferença significativa (Tabela 4). Nessa ocasião, a aplicação manual também se destacou negativamente em relação à mecânica, apresentando o menor valor de diâmetro médio do ápice, o que evidencia que, embora a pulverização mecânica tenha mantido resultados estáveis, independente da época de aplicação, a aplicação manual precoce não seguiu a mesma tendência, ressaltando a importância de evitar esse momento específico quando se utiliza a pulverização manual.

O diâmetro do fruto é uma característica agrônômica de elevada relevância, uma vez que está diretamente associada à aceitação comercial e à massa interna da infrutescência, impactando diretamente nos rendimentos por unidade de área e na qualidade final do produto. No presente estudo fica evidenciado que a aplicação da auxina sintética pode influenciar nesse parâmetro e o balanço hormonal induzido por essas aplicações pode promover alterações no metabolismo celular e na expansão dos tecidos parenquimáticos do fruto, contribuindo para o aumento do seu volume. A aplicação de auxina sintética aumentou o tamanho dos frutos ao melhorar a força do dreno para carboidratos (STERN et al., 2007). Consequentemente, a administração de auxina exógena durante a fase de iniciação da floração pode ter aumentado os níveis de auxina endógena, impulsionando, em última análise, o crescimento dos frutos ao seu máximo potencial (BAIDYA, 2023).

Desde os estudos pioneiros de Clark e Kerns (1943), foi demonstrado que a aplicação do ácido naftalenoacético (NAA) algumas semanas após a diferenciação floral promove o retardo da maturação dos frutos, efeito também observado quando utilizado como agente de indução floral. Resultados semelhantes foram relatados posteriormente por Mehrlich (1950) e Gortner (1969) ao avaliarem o impacto do ácido beta-naftilacético e o ácido 2-4-5-triclorofenoxiacético. Adicionalmente, Gortner e Leeper (1969) verificaram que compostos aplicados na pós-colheita, especialmente derivados dos ácidos fenoxiacético e fenoxiapropiônico, contribuem para a desaceleração do desenvolvimento frutífero. Dentre os compostos avaliados, destacam-se o NAA e o SNA (POIGNANT, 1969), assim como o ácido 2,3-clorofenoxipropiônico (DALLDORF, 1978), os quais têm sido amplamente estudados por sua capacidade de promover incrementos expressivos no peso dos frutos quando aplicados durante o desenvolvimento. Tal efeito é atribuído ao maior preenchimento da região apical, possivelmente decorrente do retardo na maturação e do prolongado acúmulo de metabólitos (PY et al., 1987). Os resultados obtidos por pesquisadores anteriormente corroboram com os dados obtidos na presente investigação.

De acordo com resultados obtidos por Chung et al. (2023), em que se avaliou o efeito da aplicação de ácido 1-naftalenoacético (NAA) nos ápices vegetativos das cultivares de manga ‘Irwin’, observou-se que ambas as concentrações testadas (30 e 70 mg L⁻¹) promoveram efeitos positivos significativos sobre os frutos. As aplicações resultaram em incremento do diâmetro médio de 80,4 mm para 85,8 mm, independente da concentração, refletindo diretamente no aumento da massa total do fruto em 116%.

Também com a aplicação de NAA, Manju e Rawat (2015) observaram efeito significativo sobre o crescimento e desenvolvimento dos frutos de laranja-doce cv. 'Local Malta'. Quando aplicado 100 ppm de NAA na fase de pré-floração, resultou em frutos com maiores diâmetros, com média de 7,87 cm, além de proporcionar 8,30 cm de comprimento, maior peso fresco (264,89 g) e volume (275,00 mL). Aplicações realizadas na fase de plena floração também promoveram expressivos incrementos, com frutos apresentando 8,17 cm de comprimento e 8,03 cm de diâmetro. Os resultados observados por outros autores deixam evidente que a utilização da auxina sintética exógena pode influenciar em atributos importantes dos frutos, como peso e tamanho.

O aumento do peso, diâmetro e comprimento do fruto está intrinsecamente relacionado ao aumento da atividade celular, tanto pela intensificação da divisão quanto expansão celular, resultando na formação de frutos de maior tamanho e, conseqüentemente, no incremento do rendimento da cultura. Esses efeitos positivos têm sido amplamente documentados na literatura científica também em outras culturas. Estudos conduzidos por Suresh et al. (2010), Kumari (2020), Biswal (2021) e Sarkar et al. (2022) demonstraram tais respostas no cultivo do abacaxizeiro. Resultados similares foram observados em outras frutíferas, como em pesquisas realizadas por Nkansah et al. (2012), Vidya V. Anawal et al. (2015) e Prajapati et al. (2016), indicando a consistência desses efeitos fisiológicos entre espécies distintas e destacando a eficácia de manejos hormonais na modulação do crescimento dos frutos e aumento de produtividade.

No que se refere ao comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola, verificou-se que a aplicação de baixas concentrações de auxina sintética resultou em redução expressiva do valor médio dessa variável. A comparação entre os tratamentos fatoriais e o controle (tratamento adicional) evidenciou diferença significativa, sendo o comprimento do pedúnculo inferior nos tratamentos com regulador de crescimento, conforme demonstrado na figura 2. Esse resultado demonstra eficiência dos tratamentos na redução do comprimento do pedúnculo, que é o objetivo principal deste estudo. Com isso, será possível que seja feito um manejo estratégico das doses de auxina sintética de acordo com as condições específicas de cada área e realidade de cada produtor.

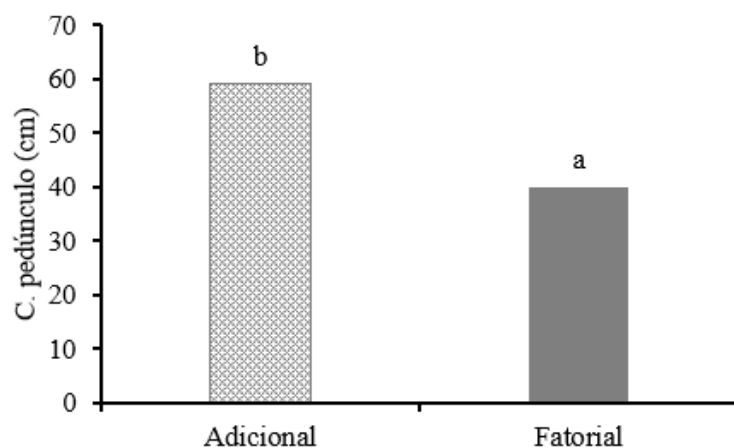


Figura 2. Comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. 'Pérola' - C. pedúnculo (cm) em plantas submetidas à aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo (Fatorial) e plantas controle (Adicional) na Propriedade 1. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

De forma comparativa, os dados obtidos neste estudo demonstram uma redução mais acentuada do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro da cultivar Pérola, em relação aos resultados reportados por Raposo Júnior (2018). Naquele trabalho, a combinação de Ethephon com duas gotas de 2,4-D resultou em um comprimento médio de pedúnculo de 44,58 cm, resultados semelhantes obtidos nas plantas sem a aplicação de auxina sintética, ao passo que, no presente estudo, o valor médio observado foi de 40,07 cm. Essa diferença sugere que a estratégia adotada neste estudo promoveu um encurtamento do pedúnculo de forma mais acentuada e sem comprometer a morfologia da fruta e os aspectos operacionais da cultura.

Considerando os dados relatados por Junghans e Cabral (2013), que apontaram um comprimento médio de pedúnculo de aproximadamente 30 cm para a cultivar Pérola, embora indicativos de plantas com arquiteturas tão compactas podem apresentar uma limitação operacional, uma vez que esse comprimento extremamente reduzido pode dificultar a execução de tratos culturais específicos, como cobertura dos frutos, prática essencial para proteção contra insolação e danos físicos. No presente estudo, observou-se um comprimento médio de 59,25 cm para o tratamento controle e de 40,07 cm nas plantas tratadas com subdoses de auxina sintética, sugerindo que, apesar da redução promovida pelos reguladores, os valores obtidos ainda se mantêm dentro de um intervalo que favorece tanto o manejo cultural quanto os objetivos agrônômicos da pesquisa.

Segundo Castro (1998), a aplicação de 2,4-D, em concentrações variando entre 5 e 10 mg L⁻¹, na dose de 50 mL por planta, diretamente no centro da roseta foliar, previamente à

utilização de ethephon como agente indutor de florescimento, configura-se como uma prática eficiente no manejo da cultura do abacaxizeiro. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo, onde foi possível observar que a técnica utilizada proporcionou como benefício uma produção de frutos mais pesados, com maior diâmetro apical e plantas com pedúnculos mais curtos.

Ao se realizar o desdobramento dos métodos de pulverização dentro de cada época de aplicação, no que se refere ao comprimento médio do pedúnculo (CPE) do abacaxizeiro, verificou-se que, na pulverização manual, a aplicação realizada aos 10 dias proporcionou o menor valor do CPE, o que vai ao encontro do objetivo do estudo de reduzir essa característica do abacaxizeiro cv. Pérola. Já as aplicações realizadas aos 15 e 20 dias não apresentaram diferença estatística entre si, porém resultaram em pedúnculos mais longos. Por outro lado, na pulverização mecânica, a aplicação aos 15 dias destacou-se negativamente, apresentando o maior CPE. As aplicações aos 10 e 20 dias, nesse caso, não diferiram estatisticamente entre si e foram mais eficazes na promoção da redução do pedúnculo (Tabela 5). Esses resultados evidenciam que tanto a forma de aplicação quanto o momento da aplicação influenciam significativamente a eficácia da auxina sintética na modulação do desenvolvimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola.

Tabela 5. Comprimento médio do pedúnculo de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Época		
	10 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
Manual	33,00 bB	36,69 bA	36,79 bA
Mecânica	43,67 aB	47,31 aA	43,00 aB
CV (%)	7,82		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro é uma característica muito observada pelos produtores, que irá impactar no manejo da cultura. Pedúnculos excessivamente longos representam um problema recorrente aos produtores, pois contribuem para o tombamento dos frutos (ZUCOLOTO, 2023) durante o desenvolvimento e a colheita, o que compromete a integridade física, a qualidade comercial e a uniformidade da produção. Essa característica está presente principalmente na cv. Pérola, amplamente cultivada no Brasil, o que dificulta o manejo, podendo gerar perdas significativas e reduzir o valor comercial da fruta. Sendo assim,

encontrar estratégias eficientes para o controle desse fator, como o uso adequado da auxina sintética, é de grande importância agronômica e econômica.

Quando se trata das diferentes doses, ficou evidenciado que, na aplicação manual, a dose 1 proporcionou o maior comprimento do pedúnculo em comparação às demais. As doses 2 e 3 apresentaram comprimentos menores e similares entre si, indicando melhor desempenho na redução do pedúnculo, enquanto a dose 4 resultou em um valor intermediário. Por outro lado, a aplicação mecanizada não apresentou variações significativas entre as doses testadas, demonstrando que, nesse método, a resposta da planta foi estável independentemente da quantidade de auxina utilizada. Esses resultados sugerem que, doses intermediárias e aplicação de forma manual podem ser mais adequadas para alcançar uma maior redução do pedúnculo (Tabela 6).

Tabela 6. Comprimento médio do pedúnculo de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses (dose 1, dose 2, dose 3 e dose 4) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Dose			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Manual	38,42 bA	34,25 Bb	34,19 bB	35,11 bAB
Mecânica	44,72 aA	46,25 aA	42,67 aA	45,00 aA
CV (%)	7,82			

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação de auxinas sintéticas demonstrou-se eficaz na redução do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro da cultivar Pérola, conforme evidenciado pelos resultados obtidos neste estudo. Achados semelhantes foram descritos por Castro (1998), que, em experimentos conduzidos na região de Bauru - SP, verificaram a eficiência da pulverização de 2,4-D (ácido 2,4-diclofenoxiacético), nas concentrações de 5 a 10 mgL⁻¹ e volume de 50 ml por planta, direcionada ao centro da roseta foliar, realizada previamente à aplicação de ethephon. Essa estratégia resultou na produção de frutos com pedúnculos mais curtos, reforçando o potencial do uso de reguladores de crescimento como ferramenta para o manejo morfológico da planta, especialmente no controle do desenvolvimento do pedúnculo.

A aplicação inadequada de indutores florais ou da auxina sintética com o objetivo de redução do pedúnculo pode desencadear uma série de distúrbios morfofisiológicos que comprometem a qualidade comercial do abacaxizeiro. Entre os efeitos adversos mais recorrentes, destacam-se a formação de frutos com diâmetro reduzido acompanhados de coroas desproporcionalmente alongadas, deformações no pedúnculo com acentuado grau de curvatura,

além da diminuição na emissão de mudas, o que afeta negativamente o potencial de propagação vegetativa. Também são comuns anomalias na conformação dos frutos, os quais podem apresentar-se excessivamente arredondados ou com aspecto cônico pronunciado, dificultando o padrão de classificação e comercialização (CUNHA, 1998). Esses prejuízos ressaltam a importância do manejo criterioso na aplicação de reguladores de crescimento.

As constatações obtidas na execução do presente estudo são de grande relevância para o aprimoramento do manejo fisiológico do abacaxizeiro, sobretudo no que se refere à indução do rebaixamento do pedúnculo, prática essencial para a conformação adequada dos frutos e sucesso produtivo. A definição de doses seguras e eficazes da auxina sintética utilizada permite ao produtor adotar estratégia baseada em evidências experimentais, evitando que ocorra qualquer dano na produção, minimizando os riscos de deformações morfológicas, excesso de alongamento do pedúnculo ou outros efeitos indesejáveis frequentemente associados à aplicação inadequada de fitohormônios. Dessa forma, os dados gerados neste trabalho (Tabela 5 e Tabela 6) contribuem significativamente para o desenvolvimento de protocolos mais precisos e replicáveis, promovendo o aumento da eficiência produtiva e padronização da qualidade dos frutos destinados ao mercado e à indústria.

Em relação ao teor de sólidos solúveis (°Brix), os resultados variaram de acordo com a dose, a época e a forma de aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola. Na dose 1, a aplicação manual apresentou o maior valor de °Brix aos 15 dias após a indução floral, enquanto as épocas de 10 e 20 dias não diferiram estatisticamente. Por sua vez, na aplicação mecânica, o maior valor foi observado aos 20 dias, seguido pelas aplicações aos 15 e 10 dias, nesta ordem decrescente. Se tratando da resposta da dose em diferentes formas de aplicação, só apresentou diferença estatística quando aplicada aos 20 dias, em que a forma mecanizada foi mais eficiente (Tabela 7).

Tabela 7. °Brix médio dos frutos de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses, épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Doses da Auxina Sintética			
Dose 1 (0,0335g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	15,97 aBb	16,70 aAb	16,03 bBa
Mecânica	14,87 aCd	15,03 aBc	16,97 aAa

Dose 2 (0,067 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	17,03 aAa	17,00 aAa	16,01 aBa
Mecânica	15,33 bBc	14,97 bCc	16,03 aAc

Dose 3 (0,1005 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	15,80 bBc	15,17 bCd	16,03 bAa
Mecânica	15,97 aBb	16,10 aAb	16,13 aAb

Dose 4 (0,134 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	17,03 aAa	16,17 bBc	16,04 aCa
Mecânica	16,67 aAa	16,50 aBa	14,18 bBd
CV (%)	0,26		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, maiúsculas na coluna, maiúsculas em itálico na coluna de Doses e dentro da combinação dos níveis de pulverização e época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a dose 2, o menor teor de °Brix ocorreu com a aplicação manual aos 20 dias, enquanto as aplicações realizadas aos 10 e 15 dias apresentaram valores superiores e não diferiram entre si. Na aplicação mecanizada, a época de 20 dias resultou no maior valor de °Brix, sendo seguida pelas épocas de 10 e 15 dias, respectivamente. Já para a resposta da dose em diferentes formas de aplicação, para as épocas de 10 e 15 dias, os resultados foram semelhantes, onde a forma manual foi mais eficiente, enquanto aos 20 dias não se observou diferenças entre os métodos de pulverização (Tabela 7).

Na dose 3, a aplicação manual resultou no maior teor de °Brix quando realizada aos 20 dias, seguida pelas épocas de 10 e 15 dias. Já na forma mecanizada, as aplicações aos 15 e 20 dias não diferiram, e a menor concentração de sólidos solúveis foi registrada quando o protocolo foi aplicado após 10 dias da IFA. Se tratando da resposta da dose em diferentes formas de aplicação, para todas as épocas, a forma mecanizada resultou em melhores valores de °Brix (Tabela 7). Esses maiores resultados com a aplicação do tratamento aos 20 dias após a indução floral artificial podem estar relacionados ao fato de que os açúcares que se acumulam na fruta são retirados de reservas amiláceas nos órgãos da planta. As reservas são usadas principalmente à medida que a maturidade se aproxima (LACOEUILHE, 1979; TEISSON, 1979).

Para a dose 4, na aplicação manual, a melhor época foi aos 10 dias após a indução floral, seguida das aplicações aos 15 e 20 dias, que apresentaram valores decrescentes. Na aplicação mecânica, a época de 10 dias também se destacou, enquanto as épocas de 15 e 20 foram inferiores e não diferiram entre si. Para a resposta da dose em diferentes formas de pulverização, aos 10 dias não apresentou diferença significativa, enquanto aos 15 a melhor forma foi a mecânica e aos 20 dias foi a manual (Tabela 7).

Considerando as diferentes doses em cada forma de aplicação e época, observou-se que, na aplicação manual aos 10 dias, as doses 2 e 4 apresentaram os maiores valores de °Brix, estatisticamente superiores às doses 1 e 3, que não diferiram entre si. Na aplicação mecânica nessa mesma época, a dose 4 foi a mais eficiente, seguida das doses 3, 2 e 1, de forma decrescente (Tabela 7).

Aos 15 dias após a indução floral, na aplicação manual, a dose 2 apresentou o melhor resultado, seguida pelas doses 1, 4 e 3 de forma decrescente no valor de °Brix. Na aplicação mecânica, a dose 4 se destacou, seguida da dose 3 e os valores mais baixos foram nas doses 1 e 2 (sem diferença estatística entre si) (Tabela 7). Já na época de 20 dias após IFA, na aplicação manual, não houve diferença estatística entre as doses. Com a aplicação mecânica, a dose 1 apresentou os maiores valores de °Brix, seguida das doses 3, 2 e 4, respectivamente (Tabela 7).

Uma variedade de hormônios foi relatada como reguladora de amadurecimento em frutas não climatéricas, incluindo ácido abscísico, auxina e etileno (CLAYTON-CUCH, 2021). O aumento dos teores de sólidos solúveis nos frutos tratados com a auxina sintética pode ser explicado pelo efeito fisiológico sobre o metabolismo de carboidratos e a atividade enzimática envolvida na maturação dos frutos. Conforme apontado por Senapati (2020), o incremento no teor de sólidos solúveis totais pode estar associado à atuação fisiológica da auxina sintética, que favorece a rápida conversão do amido e proteínas em metabólitos solúveis de baixo peso molecular. Além disso, pode estimular a translocação eficiente dos fotoassimilados, especialmente os açúcares, das folhas para os frutos em desenvolvimento, promovendo o acúmulo de açúcares solúveis nos tecidos frutíferos. Esse processo contribui para o aprimoramento da qualidade organoléptica dos frutos e para o aumento do valor comercial.

A aplicação exógena de auxinas sintéticas pode estimular a translocação de fotoassimilados, especialmente açúcares, para os tecidos do fruto em desenvolvimento. Conforme reportado por Biswal (2021), a aplicação exógena de NAA na concentração 10 ppm na cultivar de abacaxi ‘Queen’ promoveu o aumento do teor de sólido solúveis total (17,14

°Brix), do açúcar total (11,63%), do açúcar redutor (3,32%) e do açúcar não redutor (8,29%). Esses resultados relatados por esse autor corroboram os resultados obtidos no presente estudo, no qual se verificou elevação nos níveis de sólidos solúveis em frutos oriundos de plantas submetidas à aplicação de auxina sintética.

Cunha (1980) relatou que a aplicação de 2,4-D, carbureto de cálcio e ethephon, no abacaxi cultivar Pérola, como indutores florais, de forma individualizada (sem misturas), não influenciou os teores de sólidos solúveis totais dos frutos. De forma contrária, no presente estudo, ao utilizar a auxina sintética após a indução floral do abacaxizeiro, observou-se uma influência significativa no teor de sólidos solúveis dos frutos, evidenciando que o tratamento foi eficiente para o incremento de °Brix (Tabela 7).

Conforme demonstrado na Figura 1D, a comparação entre plantas controle e aquelas submetidas ao tratamento com auxina sintética revelou um incremento significativo no teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nas plantas tratadas. A análise da interação entre os fatores avaliados evidenciou que todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 14 °Brix (Tabela 7), indicando uma resposta positiva ao estímulo hormonal. Resultados semelhantes foram reportados por Suresh et al. (2010), os quais observaram que a aplicação foliar de ácido naftalenoacético (NAA) na concentração de 10 ppm na cultivar de abacaxi ‘Queen’ além de promover um aumento expressivo na produtividade, os autores destacaram melhorias significativas nas características qualitativas dos frutos, com elevação nos teores de sólidos solúveis, evidenciando a eficácia da auxina exógena na promoção simultânea de ganhos agrônômicos e na qualidade pós-colheita do fruto.

Resultados análogos aos observados no presente estudo também foram registrados em outras espécies cultivadas, mediante a aplicação de reguladores de crescimento vegetal. Yadav et al. (2021) relataram que a aplicação exógena de NAA promoveu um incremento significativo no peso de frutos por planta, em relação ao tratamento controle, além de promover a elevação nos teores de sólidos solúveis. De maneira semelhante, a aplicação de ácido giberélico contribuiu para o incremento da produtividade e do °Brix, evidenciando que os efeitos fisiológicos induzidos por esses reguladores ocorrem de maneira consistente, independente da espécie vegetal em que são aplicados.

A aplicação exógena de auxinas sintéticas tem se mostrado uma ferramenta agrônômica eficaz na modulação do desenvolvimento produtivo do abacaxizeiro, promovendo efeitos benéficos sobre diversos atributos qualitativos dos frutos. Com isso, as constatações obtidas na

execução do estudo podem ser utilizadas na padronização de protocolos técnicos para maximizar a eficiência da prática e evitar efeitos indesejáveis na produção do abacaxizeiro cv. Pérola.

6.2 Propriedade 2 – Floresta do Araguaia - Pará

A interação entre o delineamento fatorial e o tratamento adicional (Testemunha) apresentou efeitos estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) em todas as variáveis analisadas, demonstrando influência positiva sobre o peso, o comprimento e o diâmetro do ápice do fruto, além de melhorias no teor de sólidos solúveis e redução do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola (Figura 5).

Devoghalaere et al. (2012) identificaram a auxina como o regulador hormonal com maior influência sobre a determinação do tamanho do fruto. Os autores destacaram que a auxina atua de forma decisiva nos processos de divisão e expansão celular durante as fases iniciais do desenvolvimento do fruto, configurando-se como o principal modular associado ao incremento de biomassa final. Essas revelações são consistentes com os resultados obtidos no presente estudo apresentados na Figura 3, que demonstram incremento significativo no comprimento do fruto, diâmetro apical e peso total dos frutos, em comparação com o tratamento controle, evidenciando a intensificação dos processos mitóticos e de elongação celular.

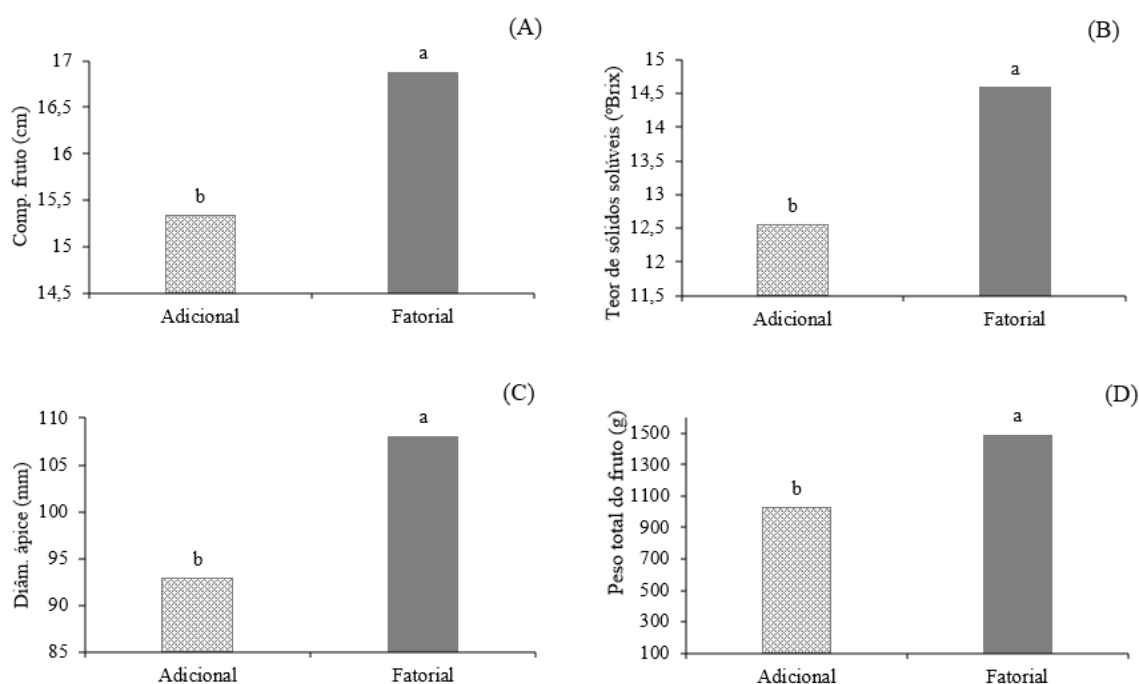


Figura 3. (A) - Comprimento do fruto (cm); (B) - Teor de sólidos solúveis (°Brix) do abacaxizeiro cv. Pérola; (C) - Diâmetro do ápice do fruto - Diâm. ápice (mm); (D) - Peso total do fruto (g).

Pérola para o tratamento adicional (testemunha) e após a aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo na Propriedade 2. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A Figura 3C evidencia um aumento expressivo no diâmetro apical dos frutos, com valores médios de 92,86 mm para o grupo controle e 108,14 mm para os frutos submetidos aos tratamentos. Frutos com maior desenvolvimento no seu ápice tendem a apresentar maior capacidade de acúmulo de polpa, o que se traduz em aumento de rendimento, tanto para fins industriais quanto para aceitação sensorial, especialmente para cultivares como ‘Pérola’ e ‘Jupi’, onde a simetria e formato cilíndrico são os parâmetros mais desejáveis pelos produtores. No ponto de vista fisiológico, o aumento do diâmetro apical pode estar associado a uma intensificação da atividade meristemática e ao alongamento celular nessa região, indicando uma resposta efetiva à aplicação de auxina sintética exógena.

Hormônios vegetais como auxinas, ácido jasmônico e giberelinas estão envolvidos na maturação dos frutos. Os efeitos regulatórios desses hormônios incluem o aumento do tamanho dos frutos através da iniciação da divisão celular e expansão, e a aplicação exógena de auxinas sintéticas, em particular, resultou em aumento do peso e do tamanho dos frutos (CLAYTON-CUCH, 2021). É possível observar uma concordância entre os resultados obtidos nesta pesquisa e pesquisas anteriores de outros autores. Conforme demonstrado no estudo conduzido por Pal et al. (2015), a aplicação exógena de NAA na concentração de 10 ppm na cultivar de abacaxi ‘Queen’ resultou em melhorias significativas nos parâmetros agronômicos e qualitativos dos frutos. O tratamento promoveu um incremento no comprimento do fruto (15,1 cm), circunferência (35,10 cm) e o peso médio do fruto (1396,5 g).

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciaram um comportamento fisiológico e agrônomo divergente daquele descrito por Raposo Júnior et al. (2019), cujos experimentos empregaram a aplicação combinada de 2,4-diclorofenoxyacético (2,4-D) e ethephon, sem constatar efeitos estatisticamente significativos sobre o desenvolvimento vegetativo ou sobre os parâmetros qualitativos dos frutos de abacaxizeiro. Contrariamente, os valores obtidos nesta pesquisa indicaram resposta positiva e mensurável nessas variáveis, sugerindo que diferenças nas condições experimentais, doses hormonais e estágio fenológico de aplicação podem ter influenciado diretamente os desfechos observados.

Resultados semelhantes foram relatados por Castro (1998), em experimentos conduzidos com a aplicação de NAA e ácido clorofenoxipropiônico. Esses reguladores de crescimento demonstraram impacto significativo sobre variáveis agrônomicas como tamanho

dos frutos, o teor de sólidos solúveis totais e o número de mudas emitidas por planta. No referido estudo, os tratamentos foram realizados por meio de pulverização foliar, direcionada às plantas quando as inflorescências se encontravam na fase de secamento das sépalas, o que indica a importância do estágio fenológico no momento da aplicação para maximização dos efeitos desejados.

Os resultados obtidos na análise de variância (Tabela 8) demonstraram diferenças significativas no peso total dos frutos, no diâmetro do ápice e no teor de sólidos solúveis, considerando a interação tripla entre formas de aplicação, épocas e doses do indutor de rebaiamento. Por outro lado, não foi identificado efeito significativo da interação sobre o comprimento do fruto e o comprimento do pedúnculo

Tabela 8. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do Peso total do fruto (PT), Comprimento do fruto (C FRUTO), Diâmetro do ápice do fruto (D ÁPICE), °Brix (BRIX) e Comprimento do pedúnculo (CPE) do abacaxizeiro submetido à diferentes doses (D) do indutor de rebaiamento, com diferentes épocas de aplicação (E) após a indução floral artificial e por diferentes formas de aplicação (AP).

QUADRADOS MÉDIOS						
FV	GL	PT	C FRUTO	D ÁPICE	BRIX	CPE
BL	3	2.816,57 ^{ns}	2,16 ^{ns}	4,87 ^{ns}	0,01 ^{ns}	4,47 ^{ns}
AP	1	14.279,69 ^{ns}	1,33 ^{ns}	62,45*	0,01 ^{ns}	1.435,04*
E	2	2.717.777,77*	14,94*	96,93*	0,33*	81,87*
D	3	24.947,97 ^{ns}	4,36*	9,25 ^{ns}	3,95*	39,80*
AP X E	2	125.360,5*	2,43 ^{ns}	31,25*	0,35*	241,19*
AP X D	3	6.806,67 *	5,84*	54,84*	2,14*	13,77*
E X D	6	9.373,32 ^{ns}	1,14 ^{ns}	32,13*	1,99*	25,30*
AP X E X D	6	29.861,14 *	1,11 ^{ns}	26,00*	1,92*	9,69 ^{ns}
AD x FATORIAL	1	826.520,12*	9,29*	897,06*	15,84*	1.811,63*
BL	72	12.482,22	0,91	9,47	0,01	5,17
AP		7,59	5,68	2,86	0,9	6,04

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

Para a interação entre formas de aplicação e época, verificou-se efeito significativo para grande parte das variáveis analisadas, com o efeito não significativo apenas para a variável comprimento do fruto (Tabela 8). Resultados semelhantes foram obtidos por Singh e Dhillon, (1986) e Nkansah et al. (2012), em que utilizaram auxinas exógenas (incluindo NAA e IBA) e constataram o aumento do rendimento dos frutos e observaram respostas variáveis dependendo da concentração.

Com relação ao peso médio dos frutos, ao realizar o desdobramento da interação entre os fatores, os resultados indicaram variações significativas de acordo com a dose, a época e a

forma de aplicação da auxina sintética. Para a dose 1, na aplicação manual, não foram observadas diferenças estatísticas entre as épocas. Já na aplicação mecanizada, a pulverização aos 15 dias resultou no menor peso médio dos frutos. Quando analisadas as diferentes formas de aplicação da mesma dose ao longo das épocas, aos 10 dias não houve diferença entre os métodos de pulverização. No entanto, aos 15 e 20 dias, a aplicação manual promoveu maior incremento no peso médio dos frutos, evidenciando maior eficiência nesse intervalo (Tabela 9).

Tabela 9. Peso médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (g) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Doses da Auxina Sintética			
Dose 1 (0,0335g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	1.545,58 aAa	1.542,58 aAa	1.729,67 aAa
Mecânica	1.508,08 aAa	1.278,75 bBb	1.534,50 bAab
Dose 2 (0,067 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	1.311,17 bBb	1.448,33 aBa	1.653,67 aAa
Mecânica	1.559,83 aAa	1.361,00 aBab	1.403,00 bABb
Dose 3 (0,1005 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	1.393,33 bBab	1.472,83 aABa	1.660,58 aAa
Mecânica	1.564,00 aAa	1.369,58 aBab	1.616,75 aAa
Dose 4 (0,134 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	1.366,67 aBab	1.336,21 bBa	1.576,00 aAa
Mecânica	1.451,50 bAa	1.520,25 aAa	1.576,67 aAab
CV (%)	7,59		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, maiúsculas na linha, minúsculas em itálico na coluna de Doses e dentro da combinação dos níveis de pulverização e época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na dose 2, os melhores resultados na aplicação manual foram registrados aos 20 dias após a indução floral, enquanto as épocas de 10 e 15 dias apresentaram desempenhos

semelhantes. Em contrapartida, na pulverização mecânica, o maior peso foi observado aos 10 dias. Comparando as formas de aplicação em cada época, aos 10 dias, a forma mecanizada proporcionou melhor desempenho, enquanto aos 20 dias, a aplicação manual foi mais eficiente. Aos 15 dias, não houve diferença estatística entre as formas de aplicação (Tabela 9).

Para a dose 3, na aplicação manual, o maior peso médio dos frutos foi obtido aos 20 dias, seguido pelos 15 e 10 dias, nessa ordem. Na pulverização mecânica, não foram observadas diferenças entre 10 e 20 dias, sendo ambos superiores à aplicação aos 15 dias, que apresentou menor valor. Comparando as formas de aplicação nessa ordem, aos 10 dias o melhor desempenho foi obtido com a pulverização mecânica, enquanto aos 15 e 20 dias não houve diferença estatística entre os métodos avaliados (Tabela 9).

Na dose 4, a aplicação manual obteve os melhores resultados aos 20 dias, seguida por 10 dias; os menores valores foram registrados aos 15 dias, embora sem diferença estatística entre essas duas últimas épocas. Para a aplicação mecanizada, não foram identificadas diferenças significativas entre as épocas testadas. No que se refere à comparação entre formas de aplicação em cada época, aos 10 dias a aplicação manual foi mais eficiente, enquanto aos 15 dias, a pulverização mecânica apresentou melhores resultados e aos 20 dias, ambas as formas de aplicação apresentaram desempenho semelhantes (Tabela 9).

Ao avaliar as doses dentro das combinações de forma e época, constatou-se que, na aplicação manual aos 10 dias, a dose 1 proporcionou o maior peso médio dos frutos. Para a pulverização mecânica nessa mesma época, as doses testadas não apresentaram diferenças estatísticas. Aos 15 dias, na aplicação manual, também não foram observadas diferenças entre as doses, enquanto na aplicação mecanizada, a dose 4 destacou-se com os melhores resultados. Por fim, aos 20 dias, na aplicação manual, não houve variações significativas entre as doses testadas. Já na aplicação mecanizada, a dose 3 promoveu maior incremento no peso dos frutos, enquanto a dose 2 resultou no menor valor observado para essa variável (Tabela 9).

Segundo Py et al. (1987) quando o NAA é utilizado, as inflorescências formadas têm um número maior de flores do que com outros agentes de indução. Isso pode ser devido à persistência do efeito do NAA na produção endógena de etileno. Essa descrição pode explicar os incrementos obtidos no presente estudo na variável peso, diâmetro e comprimento do fruto, pois se a inflorescência tem o maior número de flores, consequentemente terá um maior número de frutinhos e o fruto composto será maior em sua totalidade.

De forma semelhante, os reguladores vegetais têm sido utilizados em outras fruteiras para aumentar o tamanho e melhorar a qualidade dos frutos, incrementar a sua fixação, a supressão de sementes, acelerar ou retardar a maturação de frutos, estimular o enraizamento de estacas e uniformizar a brotação de gemas, controlar o crescimento vegetativo e aumentar a fertilidade de gemas (PIRES & BOTELHO, 2001). No estudo conduzido por Ghosh (2016), foi investigado o efeito da aplicação de NAA sobre a qualidade dos frutos. O tratamento consistiu em duas pulverizações com NAA na concentração de 50 ppm, realizada com intervalo de 21 dias durante o estágio fenológico de frutificação inicial. Os resultados indicaram que essa intervenção hormonal promoveu um aumento significativo no número total de frutos por planta, no peso médio dos frutos e na taxa de retenção dos frutos, em comparação ao grupo controle. Resultados semelhantes do efeito positivo do NAA no peso dos frutos também foram relatados por Pal et al. (2015), Santha et al. (1983), Senapati et al. (2020) em abacaxi e estão de acordo com Stern et al. (2007).

No estudo conduzido por Suwandi et al. (2016), avaliou-se a influência da aplicação exógena de ácido giberélico (GA) isoladamente, nas concentrações de 100 e 200 ppm, bem como em associação com citocinina (24 ou 48 ppm) nas 12 e 14 semanas após o início da floração da cultura do abacaxi. Os resultados evidenciaram que a combinação de GA a 100 ppm com citocinina a 24 ppm resultou em maior peso médio dos frutos (1459,78 g), sendo estatisticamente semelhante aos valores obtidos com GA a 200 ppm em combinação com a citocinina a 48 ppm (1458,44 g) e com GA a 100 ppm isolado (1414,00 g). Esses resultados vão de encontro aos resultados obtidos no presente estudo, na qual foi verificado um incremento médio de peso nos frutos submetidos ao tratamento, atingindo de 463,94 gramas, em relação às plantas controle.

Os dados apresentados na Tabela 9 demonstram que a eficácia da aplicação exógena de auxina sintética varia em função da época de aplicação e da forma de pulverização adotada. A distribuição espacial não homogênea dos fitorreguladores nos tecidos vegetais constitui um fator determinante na regulação de processos de formação diferentes, permitindo que a planta se desenvolva de maneiras específicas. Essa assimetria hormonal atua como um sinal endógeno essencial, modulando respostas celulares específicas de acordo com o estágio de desenvolvimento em que o organismo vegetal se encontra (JORDÁN, 2002).

Com base na análise estatística dos dados referentes ao comprimento médio do fruto, verificou-se que o desempenho mais expressivo foi obtido com a dose 1 na aplicação manual e com a dose 3 na aplicação mecânica (Tabela 10). Esses resultados sugerem que a interação

entre dose e forma de pulverização influencia diretamente o crescimento do fruto, possivelmente em decorrência da modulação do balanço hormonal promovido pela auxina sintética. O melhor desempenho observado com a dose 1 na aplicação manual (Tabela 10) pode estar relacionado a uma absorção mais eficiente do regulador de crescimento quando aplicado de forma dirigida, favorecendo o alongamento celular durante o desenvolvimento inicial do fruto. Do ponto de vista prático, essas informações são relevantes para a adoção de estratégias que visem à padronização do tamanho do fruto e à otimização da produtividade.

Tabela 10. Comprimento médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Dose			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Manual	17,83 aA	16,53 aB	16,72 aB	16,00 bB
Mecânica	16,92 bAB	16,33 aB	17,47 aA	17,30 aAB
CV (%)	5,68			

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O incremento observado no comprimento médio dos frutos (Tabela 10), promovido pela aplicação da auxina sintética exógena, que atua estimulando intensamente os processos de divisão celular e alongação celular. Esse efeito fisiológico ocorre, em grande parte, devido à intensificação do afrouxamento das paredes celulares, resultado do aumento da plasticidade da parede promovido pela ação da auxina. Consequentemente, esses mecanismos celulares resultam na formação de frutos com maior comprimento e massa, contribuindo de forma significativa para o aumento do rendimento total da cultura (RANJAN, 2003; AGRAWAL e DIKSHIT, 2008).

Com base nos resultados obtidos por Liu et al. (2016), o aumento nos níveis de auxina revelou-se um fator determinante para a indução da divisão celular durante os estágios iniciais do desenvolvimento dos frutos, especialmente em condições de deficiência de giberelina. Por outro lado, a aplicação exógena de giberelina em organismos com comprometimento na sinalização auxínica não resultou em estímulos significativos à divisão celular, sugerindo que a resposta ao GA é dependente da integridade da via de sinalização da auxina. Tais evidências dão suporte aos resultados observados neste trabalho, nos quais a aplicação de auxina esteve fortemente associada ao aumento da massa e do comprimento do fruto (Tabela 10).

Com base na análise estatística do diâmetro médio do ápice, observaram-se variações conforme a dose, forma de aplicação e época. Na dose 1, a aplicação manual resultou em

maiores valores aos 15 e 20 dias após a indução floral artificial (IFA), enquanto a aplicação aos 10 dias apresentou o menor diâmetro do ápice. Na pulverização mecânica, as médias seguiram tendência semelhante, porém sem diferenças estatísticas entre épocas avaliadas. Ao comparar as formas de aplicação para cada época, verificou-se diferença apenas aos 15 dias, em que a aplicação manual superou a mecânica (Tabela 11).

Tabela 11. Diâmetro médio do ápice do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (mm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Doses da Auxina Sintética			
Dose 1 (0,0335g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	104,76 aBb	111,95 aAa	110,75 aAa
Mecânica	108,22 aAa	105,95 bAa	109,48 aAa
Dose 2 (0,067 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	103,19 aBb	113,96 aAa	110,28 aAa
Mecânica	107,11 aAa	109,16 bAa	108,45 aAa
Dose 3 (0,1005 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	113,63 aAa	108,79 aAa	110,41 aAa
Mecânica	104,25 bAa	104,68 aAa	106,62 aAa
Dose 4 (0,134 g/L)			
PULVERIZAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	102,25 aBb	109,36 aAa	108,08 aAa
Mecânica	105,68 aAa	109,87 aAa	108,58 aAa
CV (%)	2,86		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha e minúscula em itálico na coluna de Doses e dentro da combinação dos níveis de pulverização e época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a dose 2, aplicação manual aos 15 e 20 dias apresentou diâmetro significativamente superior ao observado aos 10 dias. Na forma mecânica, não houve diferença entre as épocas. A interação entre forma e época de aplicação para essa dose mostrou comportamento semelhante

ao da dose 1, com diferença entre as formas apenas aos 15 dias, sendo a aplicação manual superior (Tabela 11).

Na dose 3, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as épocas dentro de cada forma de aplicação. No entanto, ao se analisar isoladamente a época de 10 dias, verificou-se que a aplicação manual proporcionou maior diâmetro do ápice em comparação à aplicação mecânica (Tabela 11).

Com relação a dose 4, na aplicação manual, as épocas de 15 e 20 dias apresentaram valores superiores aos observados aos 10 dias. Já na pulverização mecânica, não houve diferenças estatísticas entre as épocas, e tampouco quando comparado às formas de aplicação em cada época específica (Tabela 11).

Por fim, ao se avaliar a interação entre dose, forma e época de aplicação, observou-se que, aos 10 dias com aplicação manual, a dose 3 apresentou o melhor desempenho em relação ao diâmetro médio do ápice, superando as demais doses, que não diferiram entre si. Nas demais combinações de forma e época, os dados indicaram comportamento homogêneo, sem diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tabela 11). Esse resultado pode sugerir que a pulverização manual, por ser mais localizada, pode ter favorecido mais a maior absorção da auxina sintética, especialmente nos tecidos apicais do fruto, impactando diretamente no seu diâmetro. Enquanto isso, a pulverização mecânica, por ser mais generalizada, pode ter apresentado perda por deriva e menor deposição no centro da roseta foliar do abacaxizeiro.

Os resultados apresentados (Tabela 11) sugerem que o aumento do diâmetro do ápice do fruto pode resultar do aumento do tamanho das células, devido à aplicação da auxina sintética. Com base nos dados obtidos por Gadêlha e Vieira (1987), os quais relataram diâmetros médios dos frutos de abacaxi ‘Pérola’ variando entre 109 e 111 mm em propriedades com diferentes características edáficas, observa-se consonância com os achados no presente estudo, cujo valor médio mais alto registrado para essa variável foi de 113,96 mm. Tais resultados indicam estabilidade na expressão dessa característica morfológica, mesmo sob condições edafoclimáticas distintas, reforçando a confiabilidade dos parâmetros analisados.

Para o produtor, o diâmetro do ápice do fruto é uma variável muito importante, pois impacta diretamente na qualidade final do abacaxi. Um diâmetro apical equilibrado pode estar relacionado à firmeza, calibre, simetria do fruto e ganho de peso, características importantes para o mercado. De maneira semelhante, no trabalho conduzido por Ut e Mai (2019), verificou-se que a aplicação de ácido giberélico (GA_3), nas concentrações 40, 60, 80 e 100 mg L⁻¹,

durante a fase inicial de desenvolvimento reprodutivo, correspondente à emissão de 50% das inflorescências do abacaxizeiro ‘Queen’, promoveu efeitos positivos significativos sobre o crescimento dos frutos. Especificamente, observou-se um incremento expressivo nos atributos físicos, como massa fresca, comprimento e diâmetro dos frutos, evidenciando o papel da GA₃ modulação de crescimento e na expansão celular em estágios precoces da frutificação. Assim, os resultados obtidos neste trabalho contribuem diretamente para a recomendação de quais doses e épocas são ideais para determinada propriedade.

Corroborando com os dados obtidos nesta pesquisa, Sarkar et al. (2022), realizou a aplicação combinada de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 1,0% e NAA a 200 ppm, em duas pulverizações com intervalo de 15 dias após a frutificação, o que resultou em incrementos significativos nas variáveis morfofisiológicas e produtivas na cultura do abacaxi. Dentre os parâmetros avaliados, destacam-se o aumento do volume dos frutos, do peso médio e da extração de suco, culminando em uma produtividade expressiva de 60,8 toneladas ha⁻¹.

De acordo com Li et al. (2014), elevações nos níveis endógenos de auxina após a frutificação estão diretamente associadas a um aumento significativo na taxa de divisão celular, especialmente em estágios iniciais de crescimento de frutos jovens. Esses resultados ressaltam a relevância deste estudo para a modulação dos processos mitóticos e na promoção do crescimento celular na cultura do abacaxizeiro cv. Pérola, mecanismos fundamentais para o aumento do tamanho e volume final dos frutos.

Com base em Jordán (2002), observou-se no presente estudo que a aplicação de auxina sintética induziu respostas morfofisiológicas contrastantes na planta. Enquanto houve incremento nos valores médios de atributos como peso, comprimento e diâmetro dos frutos, verificou-se uma redução significativa no comprimento do pedúnculo, em comparação com a testemunha (Figura 4). Tal comportamento sugere um direcionamento do crescimento celular em favor dos frutos, possivelmente devido à redistribuição dos recursos metabólicos e da atividade hormonal, com consequente inibição do desenvolvimento do pedúnculo.

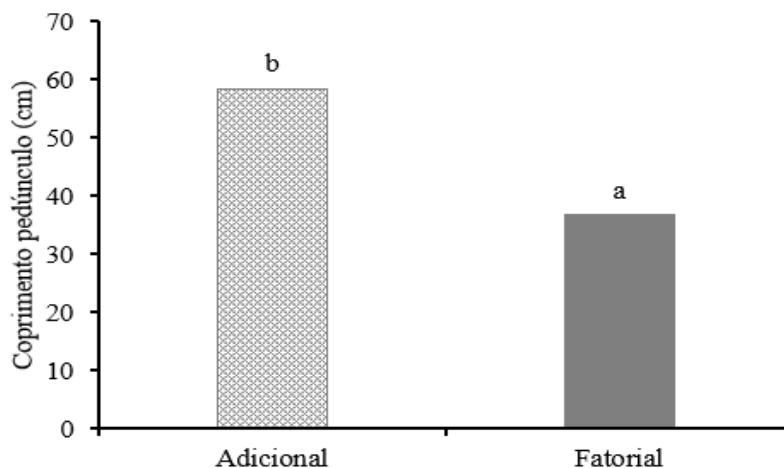


Figura 4. Comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. 'Pérola' - Comprimento pedúnculo (cm) em plantas submetidas à aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo (Fatorial) e plantas controle (Adicional) na Propriedade 2. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O pedúnculo conecta o fruto ao caule do abacaxizeiro, o seu crescimento se inicia quando ocorre a diferenciação floral (ZUCOLOTO et al., 2023). A curva de crescimento do caule é sigmóide, assim como a de todos os outros órgãos. O aumento de peso é bastante lento durante o estágio vegetativo, especialmente nos primeiros meses. A maior parte da massa fresca e seca é adquirida posteriormente, especialmente durante os dois meses que se seguem imediatamente à iniciação da floração (PY et al., 1987). No presente estudo, foi possível identificar, ainda na fase de desenvolvimento do pedúnculo, uma diferença morfológica expressiva em relação ao seu comprimento, evidenciada pela comparação entre o tratamento fatorial e o tratamento adicional (Foto 7). Observa-se que a planta não tratada com auxina sintética apresenta maior comprimento de pedúnculo em relação à planta tratada, evidenciando efeito inibitório do fitorregulador sobre o desenvolvimento dessa estrutura.



Foto 7. Comparação visual entre plantas submetidas a diferentes tratamentos, registrada no mesmo dia. A planta tratada com auxina sintética (A) apresenta menor comprimento de pedúnculo em relação à planta não tratada (B).

O período de antese da inflorescência do abacaxizeiro estende-se por aproximadamente 15 dias, com abertura sequencial das flores da base ao ápice. Esta fase, de fácil identificação morfológica, marca simultaneamente o início da diferenciação do caule da coroa e o término da elongação do pedúnculo (TEISSON, 1973; NORMAN, 1980). O comprimento excessivo do pedúnculo pode comprometer a posição do fruto, resultando em sua curvatura e consequentes prejuízos comerciais. Até o estágio de antese, o crescimento do fruto decorre predominantemente da atividade mitótica e, posteriormente, passa a correr majoritariamente por expansão celular (OKIMOTO, 1948). Essas afirmativas ressaltam a importância da precisão na aplicação da auxina e no momento ideal para que tenha efeito na paralisação de crescimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola.

A aplicação da auxina sintética após a indução floral, como foi realizada no presente estudo, atua como modulador no crescimento reprodutivo, estimulando o desenvolvimento dos frutos por meio da intensificação da divisão e elongação celular. A redução do crescimento do pedúnculo, observada no tratamento fatorial em comparação com o tratamento adicional, representado na figura 4, pode ser interpretado como uma reprogramação da alocação de recursos metabólicos, como exposto por Lacoeyl et al. (1978). Em vez de sustentar o crescimento vegetativo, a planta priorizou o acúmulo de massa e qualidade dos frutos. Isso é

coerente com o papel dos reguladores hormonais na redistribuição de assimilados, especialmente quando há competição entre órgãos fonte e dreno (como frutos).

A aplicação de auxina sintética como indutor de rebaixamento do pedúnculo no abacaxizeiro cv. Pérola apresentou variação significativa nos resultados conforme a época e a forma de aplicação adotada. A partir dos desdobramentos da interação verificada, a análise estatística revelou que a aplicação manual do regulador de crescimento 10 dias após a indução floral artificial foi a mais eficaz, promovendo a redução mais acentuada do comprimento médio do pedúnculo, o que está alinhado com o objetivo do estudo. Em contrapartida, as aplicações manuais realizadas aos 15 e 20 dias não diferiram estatisticamente entre si, apresentando comprimentos com valores superiores ao tratamento na primeira época de aplicação (10 dias após IFA). Já nas aplicações de forma mecanizada, observou-se comportamento distinto, com a menor média de comprimento obtida aos 15 dias, seguida, em ordem crescente, pelas épocas de 10 e 20 dias. Quando comparada às diferentes formas de pulverização, independente da época, a forma manual mostrou uma maior redução do comprimento do pedúnculo. O coeficiente de variação de 6,04% indica boa precisão experimental, conferindo confiabilidade aos dados obtidos (Tabela 12).

Tabela 12. Comprimento médio do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Pulverização	Época		
	10 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
Manual	30,78 bB	32,64 bB	35,31 bA
Mecânica	44,85 aA	37,23 aC	39,85 aB
CV (%)	6,04		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral, os resultados indicam que a aplicação manual do indutor de rebaixamento, independente da época de aplicação considerada, foi mais eficiente na redução do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro ‘Pérola’ em comparação ao método de pulverização mecanizada (Tabela 12). Tal eficiência pode estar associada à maior uniformidade e precisão na deposição do produto sobre os tecidos-alvo, promovendo uma resposta fisiológica mais acentuada na inibição do comprimento do pedúnculo.

Ao realizar o desdobramento da interação entre dose de auxina sintética e época de aplicação evidenciou um comportamento diferenciado na modulação do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola. Observou-se que a dose 3 aplicada aos 10 dias após a

indução floral artificial proporcionou os menores valores médios de comprimento do pedúnculo, resultado que reforça sua eficácia no rebaixamento. Aos 15 dias, tanto a dose 3 quanto a dose 4 mostraram eficiência estatisticamente semelhante, indicando possível ação conjunta entre concentrações mais elevadas e a janela fenológica intermediária do abacaxizeiro. Por outro lado, aos 20 dias, não houve distinção significativa entre as doses, sugerindo uma redução nas respostas fisiológicas expressivas da planta à ação da auxina sintética nessa fase mais tardia (Tabela 13).

Tabela 13. Comprimento médio do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes doses (0,0335 [dose 1], 0,067 [dose 2], 0,1005 [dose 3] e 0,134 g/L [dose 4]) e épocas (10, 15 e 20 dias após a indução floral artificial).

Época	Dose			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
10 dias	40,31 aA	38,37 aA	35,21 bB	37,37 aAB
15 dias	36,95 bA	37,25 aA	32,67 bB	32,87 bB
20 dias	36,54 bA	37,70 aA	38,04 aA	38,04 aA
CV (%)	6,04			

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando se avaliou o efeito das doses entre diferentes épocas, para a dose 1, o maior valor de comprimento foi registrado aos 10 dias enquanto reduções mais pronunciadas foram observadas aos 15 e 20 dias, sem diferenças estatísticas entre estas. Especificamente, a dose 2 não apresentou variação significativa entre as épocas, indicando uma resposta homogênea à modulação do CPE independente da época de aplicação dos tratamentos. A dose 3 se destacou por promover uma maior redução do pedúnculo nas pulverizações aos 10 e 15 dias, com a redução da eficácia aos 20 dias. Já a dose 4 obteve melhor desempenho aos 15 dias, indicando que, em estágios fenológicos intermediários, doses mais elevadas podem ser mais eficientes para alcançar o objetivo agrônômico de rebaixamento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola.

De maneira geral, a aplicação manual realizada aos 10 dias após a IFA resultou na menor média de CPE, enquanto, entre as aplicações por pulverização, a época de 15 dias apresentou os melhores resultados (Tabela 12). Em relação às doses, a dose 3 foi a mais eficiente aos 10 e 15 dias, ao passo que a dose 4 mostrou maior efeito redutor aos 15 dias. Por outro lado, a dose 2 não apresentou diferença estatística significativa entre as épocas de aplicação, sugerindo baixa responsividade da planta nessa concentração (Tabela 13). Tais resultados confirmam a importância da escolha estratégica da dose e do momento de aplicação para otimizar a redução da altura do pedúnculo e atender aos requisitos morfológicos desejados para a colheita do abacaxi.

Esses resultados se alinham aos avanços nos sistemas de produção agrícola que têm refletido positivamente na qualidade da infrutescência do abacaxizeiro, promovendo melhorias em atributos físico-químicos e sensoriais, como aparência, tamanho, firmeza e teor de sólidos solúveis, fatores diretamente associados à valorização comercial e à ampliação do potencial de exportação. Entretanto, conforme destacado por Cunha et al. (2005), o aumento progressivo dos custos de insumos agrícolas e as crescentes exigências dos mercados consumidores quanto aos padrões de qualidade, reforçam a necessidade de aprimoramento contínuo de práticas de manejo agrônômico, especialmente no que tange às etapas de colheita e pós-colheita. Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem diretamente para esse aprimoramento, ao oferecer subsídios técnicos para a definição de estratégias mais eficientes de aplicação de auxinas sintéticas, visando a padronização dos frutos, redução do comprimento do pedúnculo do abacaxizeiro cv. Pérola e à competitividade da cadeia produtiva.

A Tabela 13 mostrou que o efeito da auxina exógena pode ser apresentado de diferentes formas, variando de acordo com a dose e momento de aplicação. Essas auxinas, quando aplicadas de forma foliar, também se mostram eficientes em melhorias na qualidade do fruto. Na cultura do abacaxizeiro foi possível observar uma redução do pedúnculo, sendo um fator interessante para evitar o tombamento dos frutos. Uma dose muito pequena desses fitormônios traz mudanças marcadas na morfologia e fisiologia das plantas (AMRUTRAO, 2002).

De acordo com observações realizadas na Costa do Marfim, Lacoeyllhe et al. (1978) relataram um aumento de 30% na matéria seca do caule nos três meses subsequentes à colheita dos frutos, ao passo que os níveis de matéria seca foliar permanecem praticamente inalterados no mesmo intervalo temporal. Esses dados sugerem que o caule do abacaxizeiro desempenha função relevante como órgão de reserva metabólica, acumulando assimilados oriundos da atividade fotossintética, particularmente em períodos posteriores a eventos fenológicos intensivos, como indução floral ou emissão de primeiros brotos. Essas reservas acumuladas são mobilizadas em fases nas quais a capacidade fotossintética da planta torna-se insuficiente para suprir a elevada demanda energética, como durante o crescimento ativo dos frutos e o desenvolvimento vegetativo subsequente. No presente trabalho foi possível observar um incremento significativo no teor de sólidos solúveis dos frutos tratados com auxina exógena em comparação com os não tratados.

A interação tripla entre dose da auxina sintética, época de aplicação e forma de pulverização influenciou significativamente os valores médios de °Brix dos frutos de abacaxizeiro cv. Pérola. Para a dose 1, a aplicação manual resultou em maiores concentrações

de sólidos solúveis aos 10 e 15 dias após a indução floral artificial (IFA), enquanto, na forma mecânica, os melhores valores foram observados aos 10 e 20 dias. Considerando exclusivamente o fator “época”, verificou-se que a aplicação manual superou a mecânica aos 10 e 15 dias, não havendo diferenças estatísticas aos 20 dias (Tabela 14).

Tabela 14. °Brix médio do fruto de abacaxizeiro cv. Pérola (cm) com aplicação de indutor de rebaixamento do pedúnculo em diferentes épocas (10, 15 e 20 dias) após a indução floral artificial e por formas de pulverização (manual e mecânica).

Doses da Auxina Sintética			
Dose 1 (0,0335g/L)			
APLICAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	15,95 aAa	15,83 aAa	14,93 aBa
Pulverizada	15,03 bAa	14,00 bBc	15,10 aAa
Dose 2 (0,067 g/L)			
APLICAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	14,02 aBc	15,43 aAb	13,70 bCc
Pulverizada	14,07 aBc	15,20 bAa	15,01 aAa
Dose 3 (0,1005 g/L)			
APLICAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	13,85 bBc	13,88 aBc	14,90 aAa
Pulverizada	14,73 aAb	13,91 aBc	13,83 bBb
Dose 4 (0,134 g/L)			
APLICAÇÃO	ÉPOCAS		
	10 dias	15 dias	20 dias
Manual	14,64 bAb	13,63 bCd	14,33 aBb
Pulverizada	15,21 aAa	14,63 aBb	14,06 bCb
CV (%)	0,9		

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna, maiúsculas na linha e minúscula em itálico na coluna de Doses e dentro da combinação dos níveis de pulverização e época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à dose 2, os maiores valores na forma manual foram registrados aos 15 dias, seguidos de 10 dias, com o pior desempenho aos 20 dias. Na pulverização mecânica, destacaram-se os períodos de 15 e 20 dias (sem diferença entre si), sendo os menores valores observados aos 10 dias. A avaliação de forma de aplicação dentro de cada época revelou

superioridade da aplicação manual aos 15 dias e da mecânica aos 20 dias, enquanto aos 10 dias não houve distinção (Tabela 14).

Para a dose 3, o valor máximo de °Brix foi registrado na aplicação manual aos 20 dias após IFA, e na forma mecânica aos 10 dias. Dentro de cada época, a forma mecânica foi superior aos 10 dias, não houve diferença significativa aos 15 dias, e a forma manual obteve melhor desempenho aos 20 dias. A dose 4, por sua vez, apresentou maior teor de °Brix na aplicação manual aos 10 dias, com queda progressiva nos valores aos 15 e 20 dias. Na aplicação mecânica, observou-se redução linear nos teores à medida que aumentava a época de aplicação (Tabela 14).

A análise conjunta de interação dose x forma x época mostrou que, aos 10 dias, a dose 1 aplicada manualmente promoveu maior incremento de teor de sólidos solúveis, seguida pela dose 4. Na forma mecânica, doses 1 e 4 também foram superiores, enquanto doses 2 e 3 não se destacaram estatisticamente. Aos 15 dias, a aplicação manual apresentou tendência de resposta decrescente com o aumento da dose (dose 1 > dose 2 > dose 3 > dose 4). Para a aplicação mecânica na mesma época, a dose 2 foi mais eficaz, seguida da 4, com doses 1 e 3 sem diferença significativa. Aos 20 dias, a aplicação manual obteve os melhores resultados com as doses 1 e 3. Já na aplicação mecânica, as maiores médias de °Brix foram observadas nas doses 1 e 2 (Tabela 14).

Senapati et al. (2020) investigaram a resposta da cultura do abacaxi à aplicação de diferentes reguladores de crescimento vegetal, incluindo NAA (10 ppm), Ethrel (25 e 50 ppm) e GA₃ (50 e 100 ppm), com foco em parâmetros produtivos e qualitativos. Os autores relataram que a aplicação de NAA a 10 ppm foi mais eficaz, promovendo o maior peso médio dos frutos (1142,13 g) e uma produtividade de 36,84 toneladas ha⁻¹. Adicionalmente, este tratamento proporcionou melhorias expressivas na qualidade dos frutos, como aumento no teor de polpa (68,85%), nos sólidos solúveis totais (15,62 °Brix), no teor de açúcares totais (12,05%) e açúcares redutores (4,51%), além da redução na acidez titulável (0,38%). Essas informações corroboram com os resultados obtidos no presente estudo, reforçando a eficiência da aplicação da auxina sintética exógena em baixas concentrações como estratégia para a produção do abacaxizeiro.

Resultados similares aos apresentados neste estudo também foram observados por Garasiya et al. (2013), em que a aplicação de auxina sintética (NAA a 40 e 20 ppm), realizadas em duas pulverizações, promoveu melhorias significativas na qualidade físico-química dos

frutos. Os autores relataram elevação nos teores de sólidos solúveis totais em comparação com o controle. Destacaram que o menor valor de acidez titulável foi observado na concentração de 40 ppm, indicando que doses mais elevadas de NAA contribuíram de forma mais efetiva para a suavização da acidez e o aprimoramento do perfil sensorial dos frutos.

Diante da valorização observada no mercado da cultura do abacaxizeiro, os produtores têm intensificado seus investimentos com o objetivo de potencializar tanto a produção quanto a produtividade. Esse cenário tem impulsionado a adoção de tecnologias mais avançadas e manejos agrônômicos estratégicos, como o uso de reguladores vegetais, como a auxina sintética, adoção da indução do florescimento visando períodos de entressafra, e o emprego mais eficiente e intensivo de fertilizantes. Tais práticas configuram um novo paradigma na condução das lavouras, refletindo diretamente na eficiência produtiva e maximização do retorno econômico, sobretudo em contextos de elevação dos preços.

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam que a aplicação de auxinas sintéticas, especialmente nas doses e épocas adequadas, pode ser uma ferramenta eficiente para a modulação da morfologia do abacaxizeiro, com destaque para redução do comprimento do pedúnculo, atributo desejável para evitar o tombamento dos frutos e facilitar o manejo na colheita. Contudo, é fundamental considerar que o uso de auxinas sintéticas sem o devido controle de dosagem e método de aplicação pode comprometer a qualidade dos frutos. Segundo Reinhardt (2021), práticas que visam o aumento da qualidade físico-química dos frutos exigem maior mobilização de reservas nutricionais das folhas e do caule para o fruto em desenvolvimento. Portanto, o estado nutricional da planta é um fator determinante para o sucesso dessas intervenções.

Carências nutricionais podem impactar negativamente a qualidade final dos frutos, resultando em menor concentração de açúcares, elevação da acidez e redução da firmeza, atributos que afetam diretamente a resistência ao transporte e a aceitabilidade comercial. Dessa forma, para assegurar um elevado desempenho produtivo da cultura, torna-se essencial a implementação de um manejo criterioso em todas as etapas fenológicas da cultura. Isso inclui o estabelecimento de um regime nutricional equilibrado, a realização da indução floral artificial, a aplicação complementar de auxinas sintéticas para redução do pedúnculo e incremento de qualidade do fruto, a oferta adequada de água conforme exigências da planta e a adoção de estratégias eficazes de controle fitossanitário.

Conforme destacado por Cunha et al. (2005), as exigências crescentes dos mercados consumidores quanto à qualidade dos frutos reforçam a necessidade do aprimoramento contínuo das práticas de manejo agrônomo. Assim, os resultados desta pesquisa contribuem para esse aprimoramento, ao oferecer subsídios técnicos para a definição de estratégias eficientes de aplicação de auxinas sintéticas no abacaxizeiro, visando à padronização dos frutos e à competitividade da cadeia produtiva.

7. CONCLUSÕES

Com posse dos resultados obtidos, para as épocas avaliadas, recomenda-se a aplicação do indutor de rebaixamento do pedúnculo aos 20 dias após a indução floral artificial. A aplicação manual de auxina sintética em concentrações entre 0,1005 e 0,134 g/L, associadas a 0,072 g/L de Ethrel promoveu maior rebaixamento do pedúnculo e aumento do teor de sólidos solúveis nos frutos. Por sua vez, a pulverização mecanizada, utilizando concentrações de auxina sintética entre 0,067 e 0,134 g/L combinadas com 0,072 g/L de Ethrel, resultou em rebaixamento mais eficiente e melhoria na qualidade dos frutos. Além de atender aos requisitos agrônômicos e comerciais, também não interferiu nas práticas culturais subsequentes, como a cobertura dos frutos com papel. De maneira geral, verificou-se que as plantas submetidas ao tratamento com auxina sintética apresentaram incremento significativo no diâmetro do ápice do fruto, no peso total e no teor de sólidos solúveis (°Brix), em comparação às plantas no tratamento controle.

REFERÊNCIAS

- ABELES F. B., 1973. **Ethylene in plant biology**. Academic Press New York e London, 302 p.
- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Abacaxi faz o Pará despontar como o maior produtor nacional do fruto. Disponível em: <https://www.adepara.pa.gov.br/artigos/abacaxi-faz-o-par%C3%A1-despontar-como-o-maiorprodutor-nacional-do-fruto>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- AGRAWAL S. e DIKSHIT S. N. 2008. Studies on the effect of plant growth regulators on growth and yield of sapota (*Achras sapota* L.) cv. Cricket Ball, **Indian Journal of Agricultural Research**, 42: 207-211.
- ALDRICH W. W. et NAKASONE H. Y., 1975. - Day versus night application of calcium carbide for flower induction in pineapple. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 100 (4), 410-413.
- ALLENDER, W. J. Effect of trifluoperazine and verapamil on herbicide stimulated growth of cotton. **Journal of Plant Nutrition**, n. 20, p. 69-80, 1997.
- ANTUNES, A. M.; ONO, E. O.; SAMPAIO, A. C. Efeito do Paclobutrazol no controle da diferenciação floral natural do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 290-295, 2008.
- AMRUTRAO D. D. 2002. **Studies on some fruit vegetables under the influence of growth hormones and fertilizers in Nanded district**. Ph.D. thesis, Swami Ramanand Teerth Marathwada University, Nanded, India.
- BAIDYA, B. K. Efficacy of plant growth regulators and micronutrients on yield and fruit quality of pineapple (*Ananas comosus* L.). 2023. Tese de Doutorado. **Department of Fruit Science and Horticulture Technology**, OUAT, Bhubaneswar.
- BAKER K. F. et COLLINS J. L., 1939. Notes on the distribution and ecology of *Ananas* and *Pseudananas* in South America. **American Journal of Botany**, p. 697-702, 1939.
- BALUSKA, F.; SAMAJ, J.; MENZEL, D. Polar transport of auxin: carrier-mediated flux across the plasma membrane or neurotransmitter-like secretion. **Trends in Cell Biology**, v. 13, n. 6, p. 282-285, 2003.
- BARBARA, G. Reguladores vegetais e fertilizantes foliares na indução floral e produção da lima ácida tahiti (*citrus latifolia*) e tangerina ponkam (*citrus reticulata*). 2022.
- BARTHOLOM F. V. D. P., 1977. - Inflorescence development of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) induced to flower with ethephon. **Bot. Caz.**, 138 (3), 312-320.
- BARTHOLOMEW, D. P.; KADZIMIN, S. B. Pineapple. In: ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of Tropical Crops**. New York: Academic Press, 1977. p.113-156.
- BARTHOLOMEW, D. P.; MALÉZIEUX, E. Pineapple. In: SCHAEFFER, B.; ANDERSON, P. **Environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994. Vol. II, p. 243-291.
- BEER, J. G. (1857) Die Familie der Bromeliaceen. In: Morren, E. (ed.) Monographie des *Ananas*. **Belgique Horticole** (Liège) 28, 144–172.

- BENKOVÁ, E. et al. Local, efflux-dependent auxin gradients as a common module for plant organ formation. **Cell**, v. 115, n. 5, p. 591-602, 2003.
- BERNIER, G., HAVELANGE A., HOUSSA C., PETITJEAN A., LEJEUNE P. 1993. Physiological signals that induce flowering. **The Plant Cell** 5, 1147-1155.
- BERILLI, S. da S.; FREITAS, S. de J.; SANTOS, P. C. dos; OLIVEIRA, J. G. de; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 503-508, 2014.
- BERTONI, M. S., 1919. - Contribution à l'étude botanique du genre Ananas. Ann. dent. Paraguay, Série 2, n° 4, 250-322.
- BISWAL, B. 2021. Effect of integrated nutrient management and growth regulators on Pineapple (Ananas Comosus L.) grown as a component crop in coconut based cropping system in Littoral sand, Master's thesis, **Odisha University of Agriculture & Technology**, Odisha, India.
- BONDAD, N.D. Effect of ethephon on flowering, fruiting and slip production of 'Smooth Cayenne' pineapple. **Philippines Geographic Journal**, Manila, v. 17, p. 1-10, 1973
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal 2023. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- BURG, S. P.; BURG, E. A. Auxin-induced ethylene formation and its relation to flowering in the pineapple. **Science**, Washington, v. 152, n. 3726, p. 1269, 1966.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining hormesis. Human Experimental Toxicology, v. 21, p. 91-97, 2002.
- CALABRESE, E. J. Paradigm lost, paradigm found: The reemergence of hormesis as a fundamental dose response model in the toxicological sciences. **Environment Pollution**, n. 138, p. 378-411, 2005.
- CAMARGO, F. C., 1943. — Vida e utilidade das Bromeliaceas - Instituto Agronomico do Norte. **Boletim Tecnico** (1), 31 p.
- CAMPANONI, P. e NICK, P. 2005. Auxin-Dependent Cell Division and Cell Elongation. 1-Naphthaleneacetic Acid and 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid Activate Different Pathways, **Plant Physiology**, 137(3): 939–948.
- CASTRO, P. R. C. **Utilização de Reguladores Vegetais na Fruticultura, Olericultura e Plantas Ornamentais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 91 p. (Série Produtor Rural. Edição Especial).
- CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J. C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K.; DUKE, S. O. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose-response**, n. 5, p. 150-162, 2007.
- CHEN, S. J.; SHÜ, Z. H.; KUANG, C. S.; TANG, C. H. Current situation of pineapple production in chinese Taipei. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 902, p. 63-67, July 2011. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.902.3>.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: Ed. UFLA, 785 p. 2005.

CHUNG, S. W. et al. Effects of 1-Naphthaleneacetic acid on the panicle and fruit characteristics of 'Irwin' mango trees. **Horticultural Science and Technology**, v. 41, n. 4, p. 361-369, 2023.

CLARK, H. E.; KERNS, K. R. Control of flowering with phytohormones. **Science**, Washington, n. 95, p. 536-537, 1942.

CLARK H. E. et KERNS K. R., 1943. - Effects of growth regulating substances on a parthenocarpic fruit. **Botanical Gazette**, v. 104, n. 4, p. 639-644, 1943.

CLAYTON-CUCH, D. et al. Auxin treatment enhances anthocyanin production in the non-climacteric sweet cherry (*Prunus avium* L.). **International journal of molecular sciences**, v. 22, n. 19, p. 10760, 2021.

COLLINS J. L., 1960. -The pineapple, botany, cultivation and utilization. **Leonard Hill Ltd** London, 294 p.

CONAB, C.. A participação do abacaxi no desenvolvimento econômico nas regiões produtoras. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 24. 2020.

COOKE, A. R.; RANDALL, D. I. 2-haloethanephosphonic acids as ethylene releasing agents for the induction of flowering in pineapples. *Nature*, London, v. 218, n. 5145, p. 974-975, jun, 1968.

COOPER, W. C. Effect of growth substances on flowering of pineapple under Florida conditions. **Proceedings of American Horticultural Science**, Alexandria, v. 41, p. 93-98, 1942.

COPES, D. L., MANDEL, N. L., 2000. Effects of IBA and NAA treat on rooting Douglas-fir stem cuttings, **New Forest**. 20, 249-2.

COSTA, M. L. et al. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 C. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, n. 2, p. 191-199, 2005.

CTENAS, M. L. B.; QUAST, D. Abacaxi. In: (Ed.). **Frutas das terras brasileiras**. São Paulo: C2, 2000. pp. 41-45.

CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H.; Recomendações Técnicas para o Cultivo do Abacaxizeiro. Circular Técnica 73. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas-BA, dezembro 2005.

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. (Org.).1999. O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia. Brasília: **Embrapa para Comunicação Transferência de Tecnologia**, 1999, 480p.

CUNHA, G.A.P. Controle da época de produção do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 29-32, 1998.

CUNHA, G. A. P.; MATOS, A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F.; REINHARDT, D.H.R.C. Abacaxi para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: **Embrapa/ SPI**, 1994, 41 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 11)

CUNHA, G. A. P. **Efeitos de fitorreguladores na abertura de flores e aspectos qualitativos e quantitativos do abacaxizeiro pérola**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 15(4):423-429, 1980.

DALLDORF, E. R., 1978 a. - Pineapple cultivars in South Africa. **Pineapple Ser.** C I. Farming in South Africa.

DALLDORF, D. B., 1978 b. - The effect of chlorophenoxypropionamide (Fruitone CPA) on the fruit of the Smooth Cayenne pineapple. **The Citrus and Sub tropical Fruit Journal** (534), 17-18.

DALLOORF, E. R., 1978. - Spacing and planting time for pineapple. Farming in South Africa. **Pineapple Ser.** D 14.

DAS, N. Studies on the action of ANA on the flowering and fruiting of pineapple. **Journal of Indian Botanical Society**, Madras, v. 34, p.38-45, 1964.

DAS, N. Control of flower and fruit formation of pineapple by applications of auxin and anti-auxin alone and in mixtures. **Journal of Indian Botanical Society**, Madras, v. 43, p. 498-507, 1965.

DAS, N.; BARUAH, S.N.; BARUAH, A. Induction of flowering and fruit formation of pineapple with the acid of acetylene and calcium carbide. **Indian Agriculture**, v. 9, p. 15-23, 1965.

DALLDORF, D. B. Flower induction of pineapples. Farming in South Africa, **Pretoria**, v. 6, n. 3, p. 3-8, 1979.

DEVOGHALAERE, F., DOUCEN, T., GUITTON, B. et al. (2012) A genomics approach to understanding the role of auxin in apple (*Malus x domestica*) fruit size control. **BMC Plant Biol.** 12,7.

DODSON, P. G. C., 1968. - Effects of spacing nitrogen and hormone treatment on pineapple in Swaziland. **Exp. Agric.**, 14, 103-115

DUTTA, S. K. Flowering induction in *Ananas comosus* (L.) Merr. when grown on peat soil. **Proceedings International Horticultural Congress**, v. 17, p. 1-77, 1966.

DUVAL, R. Hormonas vegetales para el crecimiento y desarrollo de la planta. **Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros**. vol, v. 196, p. 22-27, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema de Produção: Abacaxi. Brasília: EMBRAPA, 2022. Disponível em: Sistema de produção da cultura do abacaxi para o estado do Acre. - **Portal Embrapa**. Acesso em: 08 jan. 2024.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K.. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo ‘Solo’ comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília/DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, 2001

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization. Agricultural Database, Crops [Internet]. Genebra: **FAOSTAT**. 2024. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 01 de junho de 2024.

FENN, M. A.; GIOVANNONI, James J. Phytohormones in fruit development and maturation. **The Plant Journal**, v. 105, n. 2, p. 446-458, 2021.

FRIEND, D. J. C.; LYDON, J. Effects of daylength on flowering, growth, and CAM of pineapple (*Ananas comosus*, L., Merrill). **Botanical Gazette**, Chicago, v. 140, n. 3, p. 280-283, 1979.

FURLANI JUNIOR, E., et al. "Efeito de subdoses de 2, 4-D sobre componente da produção do algodoeiro." IN: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 8.; COTTON EXPO, 1., 2011, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, PB: **Embrapa Algodão**, 2011., 2011.

GADÊLHA, R. S. S.; VIEIRA, A. Competição entre as cultivares de abacaxi pérola e smooth cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 22 (3): 287-289 mar. 1987.

GARASIYA, V. R., P. N. M, BHADAURIA H. S. e WANKHADE V. R. 2013. Effect of plant growth regulators on quality of winter season guava (*Psidium guajava* L.) cv. L-49 (Sardar), **Asian Journal of Horticulture**, 8(1): 347-349.

GORTNER, W. A., 1969. - Relation of chemical structure to plant growth regulator activity in the pineapple plant retarding senescence of pineapple fruit with applications of 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid and 1-naphtalene acetic acid. **Journal of Food Science**, v. 34, n. 6, p. 577-580, 1969.

GOWING, D. P. et LEEPER R. W., 1955. - Induction of flowering in pineapple by betahydroxy-ethylhydrazine. **Science**, 122, 1267.

GOWING, D. P., 1956. - An hypothesis on the role of naphtaleneacetic acid in flower induction in the pineapple. **Amer. J. Bot.**, 43, 411-418.

GOWING, D. P., 1958. - An antagonism of indolbutyric acid for indolacetic acid. **Plant Physiol.**, 33.

GOWING, D. P., 1958. - The induction of flowering in pineapples by exposure to shortday length. **Piant Plzysiol.**, 33 (suppl.), XIV-XX.

GOWING, D. P. Experiments on the photoperiodic response in pineapple. **American Journal of Botany**, v. 48, n. 1, p. 16-21, 1961.

GOWING, D. P.; LEEPER, R. W. Studies on the Relation of Chemical Structure to Plant Growth-Regulator Activity in the Pineapple Plant IV. Hydrazine Derivatives, Compounds with an Unsaturated Aliphatic Moiety and Miscellaneous Chemicals. **Botanical Gazette**, v. 123, n. 1, p. 34-43, 1961.

GUYOT, A.; PY, C. Controlled flowering of pineapple with ethrel, a new growth regulator. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 5, p. 341 347, May, 1970.

- HARAHAP, F. et al. Pineapple rooting in vitro from Sipahutar, North Sumatra, Indonesia, with addition of sucrose and IBA. **Journal of Hunan University Natural Sciences**, v. 48, n. 7, p. 166-179, 2021.
- HEISLER, M. G.; JÖNSSON, H. Modeling auxin transport and plant development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 25, p. 302-312, 2006.
- HU, C. et al. Effects of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid on cucumber fruit development and metabolism. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 5, p. 1126, 2019.
- HUSSAIN s. M., FARUQUE! A. H., SIDDIQUE M.A., 1973. - Through growth regulators, flower induction in pineapple. **Indian Horticulture**, 18 (3), 11-12.
- IICA – Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura. *Abacaxi (Ananas spp.)*. San José, CR: **IICA**, 2017. 1 CD-ROM (formato PDF). Disponível em: https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_abacaxi_0c9.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024
- JORDÁN, M.; CASARETTO, J. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. **Squeo, F, A., & Cardemil, L.(eds.). Fisiología Vegetal**, p. 1-28, 2006.
- JORGENSEN, K. R. Investigation of pineapple fertilizing methods and flower induction. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Brisbane, v. 26, p. 483-493, 1969.
- JUNGHANS, D. T. e CABRAL, J. R. S. Variedades. In: SANCHES, N.F; MATOS, A.P. (Ed) *Abacaxi, o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília- DF: **Embrapa**, p. 28, 2013.
- KARCZ, W.; LÜTHEN, H.; BÖTTGER, M. Effect of IAA and 4-Cl-IAA on growth rate in maize coleoptile segments. **Acta physiologiae plantarum**, v. 21, p. 133-139, 1999.
- KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2004. 452p.
- KERNS, K. R., COLLINS J. S. et KIM M., 1936 – Development studies of the pineapple. Origin and growth leaves and inflorescence. **New Phytol.**, 35, 305-317.
- KERNS, K. R., 1936. - Method and material for forcing flowering and fruit formation in plants. **US Pat.**, 2.047.874.
- KRAMER, E. M.; BENNETT, M. J. Auxin transport: a field in flux. **Trends in plant science**, v. 11, n. 8, p. 382-386, 2006.
- KINET, J. M., SACHS R. M., BERNIER G. 1981. The physiology of flowering. The development of flowers. **Boca Raton: CRC Press**.
- KOU X., ZHAO X., WU B., WANG C., WU C., YANG S., ZHOU J e XUE Z. 2022. Auxin response factors are ubiquitous in plant growth and development, and involved in crosstalk between plant hormones: A Review, **Applied Sciences**, 12(3): 1360.
- KUMARI, U. 2020. Effect of NAA and Ethrel on flowering and fruit characteristics of *Ananas comosus* (L.) Merr. var. Queen, PhD Thesis, **Birsa Agricultural University**, Bihar, India.
- LACOEUILHE, J. J., 1974 a. - Les residus de culture de l'ananas. **Fruits**, 29 (7-8), 501-504.
- LACOEUILHE, J. J., 1974 b. - Densite de plantation de l'ananas en Cote-d'Ivoire pour 'exportation du fruit frais. **Fruits**, 29 (11), 717-720.

- LACOEUILHE, J. J., 1978 a. - La fumure N-K de l'ananas en Cote-d'Ivoire. **Fruits**, 33 (5), 341-348.
- LACOEUILHE, J. J., 1978 b. - Compte rendu des resultats de l'essai 90. **Document IRFA non publie**.
- LACOEUILHE, J. J., 1979 a. - Essai de stimulation de l'émission racinaire. **Reunion Annuelle IRFA**, doc. interne, n° 69.
- LEAL, F.; ANTONI, M. G. Espécies del género Ananas: origem y distribución geográfica. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, n.29, p.5-12, 1981.
- LEEPER, R. W., GOWING D. P. et STEWART W. S., 1962. - Decarboxylation of alpha naphthaleneacetic acid by pineapple leaves in sunlight. Intern. **J. of applied Radiation and Isotopes**, 13, 399-402.
- LEYSER, O. Auxin signalling: the beginning, the middle and the end. **Current opinion in plant biology**, v. 4, n. 5, p. 382-386, 2001.
- LIMA, V.P. de; REINHARDT, D. H.; COSTA, J.A. (2002). Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cv. Pérola – 2. Análises de crescimento e de correlações. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24: 101-107.
- LI, J., WU, Z., CUI, L. et al. (2014) Transcriptome comparison of global distinctive features between pollination and parthenocarpic fruit set reveals transcriptional phytohormone cross-talk in cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Plant Cell Physiol.** 55, 1325–1342.
- LIU, J.; HE, C.; SHEN, F.; ZHANG, K.; ZHU, S. The crown plays an important role in maintaining quality of harvested pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p. 18-24, Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.09.007>.
- LIU, X., XU, T., DONG, X., LIU, Y., LIU, Z., SHI, Z., WANG, Y., QI, M. e LI, T. (2016) - The role of gibberellins and auxin on the tomato cell layers in pericarp via the expression of ARFs regulated by miRNAs in fruit set. **Acta Physiol. Plant.** 38.
- LI Y-H, WU Y-H, WU B, ZOU M-H, ZHANG Z E SUN. 2011. Exogenous gibberellic acid increases the fruit weight of „Comde de Paris “pineapple by enlarging flesh cells without negative effect on fruit quality, **Acta Physiologiae Plantarum**, 33: 1715–1722.
- LUDWIG-MÜLLER J e JD COHEN. 2002. Identification and quantification of three active auxins in different tissues of *Tropaeolum majus*. **Physiologia Plantarum** 115: 320–329.
- MACDONALD, H. - Auxin perception and signal transduction. **Physiologia Plantarum**, v. 100, n. 3, p. 423-430, 1997.
- MAITA, A.; MARTNEZ, T.; PEREZ, S.; NOGUEIRA, J. Study on the floral induction, growth and development of pineapple. In: THE THIRD INTERNATIONAL PINEAPPLE SYMPOSIUM, 1998, Thailand. Abstracts ... Thailand: **International Society for Horticultural Sciences**, 1998. p. 20.
- MEHRLICH, F. D., 1950. - Pineapple plant culture. U.S. Pat. 2527-599.
- MIGINIAC, E., 1979. – Correlations entre organes et floraison chez quelques plantes à exigences photopériodiques. Disponible em: *Physiologie Vegetale*, 17 (2).

MUNRO, D. (1835) Classification of pineapple varieties. **Transactions of the Horticultural Society of London** (Ser.2) 1, 1–34.

NIGHTINGALE, D.T. Nitrate and carbohydrate reserves in relation to nitrogen nutrition of pineapple. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 103, p. 409-456, 1942.

NKANSAH, GO, OFOSU-ANIM J e MAWULI A. 2012. Gibberellic Acid and Naphthalene Acetic Acid Affect Fruit Retention, Yield and Quality of Keitt Mangoes in the Coastal Savanna Ecological Zone of Ghana, **American Journal of Plant Physiology**, 7: 243-251.

NOGALSKA, A.; CZAPLA, J. Yielding of spring barley depending on the application of growth regulators, and mixtures thereof with magnesium sulfate. **Pol. J. Nat. Sci**, v. 12, n. 3, p. 37-51, 2002.

NORMAN, J. C. The influence of flowering compounds on ‘Sugarloaf’ pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) in Ghana. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 49, p. 157-165, 1975.

NORMAN, J. C., 1980 a. - Studies on the development of Sugarloaf pineapple after inflorescence head emergence. **Beitriige trap. Landwirtsch. Veteri niirmed.**, 18 J., H 4.

NORMAN, J. C., 1980 b. - Effects of storage and type of planting material on Sugarloaf pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. **Gartenbauwissenschaft.**, 45 (6), 255-259.

OKIMOTO, M. C. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 110, n. 2, p. 217-231, 1948.

ONAHA, A.; NAKASONE, F.; IKEMIYA, H. Induction of flowering with oil-coated calcium carbide in pineapple. **Journal of Japanese Horticultural Science**, Tokyo, v. 52, n. 3, p. 280-285, 1983.

PADUA, T. R. P. de; MATOS, A. P. de; REIS, R. C.; VIANA, E. de S.; SASAKI, F. F. C. Plantio e densidade populacional para as cultivares de abacaxi Pérola e BRS Imperial em sistema orgânico de produção na região de Lençóis, Chapada Diamantina - BA. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2016. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 120). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153441/1/CircularTecnica-120-Publica028-15-Tullio.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2025.

PAL R., MAHATO S. K., CHHETRI, BINOY, SURESH C. P. 2015. Growth regulators influencing yield and quality of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr), **Ecology, Environment and Conservation**, 21(2): 879-884.

PANDEY V. 1999. Effect of NAA and GA3 spray on fruit retention, growth, yield and quality of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) cv. Banarasi Karaka, **Orissa Journal of Horticulture**, 27: 69–73.

PASQUALETTO, A. et al. HYBRID SQUASH FRUIT PRODUCTION WITH THE APPLICATION OF 2.4-D ON THE FLOWERS. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 1, p. 29, 2001.

PERROT-RECHENMANN, C. 2010. Cellular Responses to Auxin: Division versus Expansion, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(5): a001446–a001446.

- PIERIK, R. L. M. 1990. Cultivo in vitro de las plantas superiores. Department of Horticulture, **Agricultural University Wageningen**, The Netherlands. Palermo, Madrid, España. P 40 126.
- PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R.V. Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA, 2000, Ilha Solteira. Anais... Ilha Solteira: **UNESP / FAPESP**, 2001. p.129-147.
- PRAJAPATI, R. D, LAUA H. N., SOLANKI P. D. E PAREKH N. S. 2016. Effect of plant growth regulators on flowering, fruiting, yield and quality parameters of custard apple (*Annona squamosa* L.), Ecology, Environment and Conservation, 22: 177–179.
- POIGNANT, A., 1969 a. - Effet de deux hormones appliquees sur l'ananas pendant la formation du fruit. **Fruits**, 24 (7-8), 353-364.
- POIGNANT A., 1969 b. - Techniques de multiplication vegetative acceleree de J' ananas. **Document IRFA non publie**.
- PY, C., 1965 a. - Travaux de recherche sur ananas. **Reunion Annuelle IRFA**, doc. interne, n 87.
- PY, C., 1965 b. - Approches pour combler le deficit en eau, principal facteur limitant de la culture de l'ananas en Guinee. **Fruits**, 20 (7), 315-329.
- PY, C., 1965. - Les differents types de rejets d'ananas. **Fruits**, 10 (1), 10.18.
- PY, C., 1968 a. - Contribution a l'etude du cycle de l'ananas. **Fruits**, 23 (8), 403-413.
- PY, C., 1970. - Les meilleures dates de plantation des ananas en Martinique en vue de la production pour l'usine. **Fruits**, 25 (3), 199-203.
- PY, C. et al. **L'Ananas. Sa cultura, ses produits**. Paris: Maisonneuve & Larose, 1984. 562p
- PY, C.; SILVY, A. Traitements hormones sur ananas. Méthodes pratiques pour diriger la production. **Fruits**, Paris, v. 9, n. 3, p. 101-123, mar, 1954.
- PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, Claude. **The pineapple. Cultivation and uses**. 1987.
- RAMALHO, A. R.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; ROCHA, R. B.; MARCOLAN, A. L.; CASSARO, J. D.. Comunicado técnico 349: Características das cultivares de abacaxizeiros cultivados no Estado de Rondônia. Porto Velho: **Embrapa**, 2009.
- RANJAN R., PUROHIT S. S. e PRASAD V. 2003. Plant Hormones: Action and Application. **Agrobios**, India, 183–189.
- RAUL-SALAZAR, C.; DANILO-RIOS, C. Acción de algunas hormonas sobre la floración y fructificación de la piña (*Ananas comosus*, L., Merr.). **Revista ICA**, Bogotá, v. 6, n. 4, p. 379-395, 1971.
- RAPOSO JR, R. et al. Uso do 2, 4-D em Mistura com o Ethephon e Carbureto de Cálcio na Cultura do Abacaxi. **Planta Daninha**, v. e019219257, 2019.
- REINECKE, D. M., OZGA, J.A., ILIÉ, N., MAGNUS, V., KOJIÉ-PRODIÉ, B., 1999. Molecular properties of 4-substituted indole-3-acetic acids affecting pea pericarp elongation. **Plant Growth Regul.** 27,39-480.

REINHARDT, D. H. R. C. Abacaxi – práticas pós-indução floral que podem aumentar o tamanho do fruto / Domingo Haroldo Reinhardt – Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2021. 19p. il.; 21 cm. - (Documentos/Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-4996, 248). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136154> >. Acesso em: 15 jul. 2024

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. Controle da Floração. In: SANCHES, N.F; MATOS, A.P. (Ed) Abacaxi, o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília- DF: **Embrapa**, p. 102 -114 2013.

REINHARDT, D. H. R. C.; COSTA, J. T. A. CUNHA, G. A. P. da. Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral do abacaxi ‘Smooth Cayenne’ no Recôncavo Baiano. I. Crescimento vegetativo, produção de mudas e florescimento natural. **Fruits**, Paris, v. 41, n. 1, p. 31 41, jan, 1986.

RODRIGUES, A. G. Smoke and ethylene and pineapple flowering. **Journal of Agriculture** University of Puerto Rico, Rio Piedras, v. 16, p. 5-6, 1932.

ROYAL BOTANIC GARDENS, KEW. *Ananas bracteatus* (Lindl.) Schult. & Schult.f. In: Plants of the World Online. **Kew Science**, 2025. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:120190-1>. Acesso em: 23 mai. 2025.

ROYAL BOTANIC GARDENS, KEW. *Ananas ananassoides* (Baker) L.B.Sm. In: Plants of the World Online. **Kew Science**, 2025. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:120187-1>. Acesso em: 23 mai. 2025.

SANEWSKI, G. M.; BARTHOLOMEW, D. P.; PAULL, R. E. (Ed.). O abacaxi: botânica, produção e usos. **Cabi**, 2018.

SANTHA K. K., ARAVIDAKSHAN M. e NAMBOODIRI K. M. 1983. Effect of different chemicals on flowering and fruiting development in pineapple, **South Indian Horticulture**, 31(4, 5): 181-186.

SARKAR A., PONGEN A., SEMA A e KANAUIA S. P. 2022. Influence of foliar application of nutrients and growth regulators on yield and quality in pineapple (*Ananas comosus* L.), **Annals of Plant and Soil Research**, 24(2): 300-304.

SENAPATI S. K., PATEL M. K. e SAHOO S. C. 2020. Effect of integrated manuring and growth regulators on yield and quality of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) **The Pharma Innovation Journal**, 9(5): 38-40.

SENAPATI, S. K. 2020. Effect of integrated manuring and growth regulators on pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) grown as a component crop in coconut based cropping system model, Ph.D. Thesis, **Odisha University of Agriculture & Technology**, Odisha, India.

SILVA, S.; TASSARA, H. Abacaxi. In: SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001. p.25-27.

- SILVA, A. E. S. da. Desenvolvimento da Fruticultura. **Incaper em Revista**, Vitória, v.1, n.1, 2010. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/678/1/Revista-Incaper-2010biblio.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro 2024.
- SILVY A., 1954. - Le developpement de l'inilorescence de l'ananas. Doc. interne IRFA
- SIMÃO, S. O abacaxizeiro. In: SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.249-288.
- SKUTNIK, E. et al. Senescence of cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliottiana*. Part I. Chlorophyll degradation. **Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus**, v. 3, n. 2, 2004.
- SOLER A., 1982. - Communication personnelle.
- SOUZA, E. H.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. C.; COSTA JUNIOR, D. S.; SANTOS-SEREJO, J. A.; AMORIN, E. P.; LEDO, C. A. S. Genetic variation of the *Ananas* genus with ornamental potential. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Berlin, v. 59, p. 1357-1476, 2012.
- STERN RA, FLAISHMAN M. e BEN-ARIE R. 2007. Effect of synthetic auxins on fruit size of five cultivars of Japanese plum. **Scientia horticulturae**, 112(3): 304-309.
- SU L., BASSA C., AUDRAN C., MILA I, CHENICLET C., CHEVALIER C., BOUZAYEN M., ROUSTAN J. P. e CHERVIN C. 2014. The Auxin Sl-IAA17 Transcriptional Repressor Controls Fruit Size Via the Regulation of Endoreduplication-Related Cell Expansion. **Plant and Cell Physiology**, 55(11): 1969–1976.
- SUMAN M., PENCY D. S., MEGHAWAL D. R. e SAHU O. P. 2017. Effect of plant growth regulators on fruit crops, **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, 6: 331–337.
- SURESH C. P., PAL R., DEB P., BHUTIA K. D., ROY A. e HASAN M. A. 2010. Effect of NAA and Ethrel on yield and quality of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr), Newsletter of the pineapple Working Group, **International Society Horticultural Science**. Hawaii, 17: 20.
- SUWANDI T., DEWI K. e CAHYONO P. 2016. Pineapple harvest index and fruit quality improvement by application of gibberellin and cytokinin. **Fruits**, 71(4): 209 214.
- TEISSON, C., 1973 c. – Developpement et croissance de l'inflorescence d'*Ananas comosus* (cv Cayenne Lisse). **Fruits**, 28 (6), 433-439.
- TEISSON, C. Étude sur la floraison naturelle de l'ananas en Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v. 27, n. 10, p. 699-704, out, 1972.
- TEISSON C., 1979 a. - Quelques observations sur le metabolisme crassulaceen. **Reunion Annuelle IRFA**, doc. interne, n 12.
- TEISSON C., 1979 b. - Un nouveau generateur d'ethylene : le Bayer HOL 1274. **Reunion Annuelle IRFA**, doc. interne, n 9.
- TEISSON C., 1979 c. - A la recherche d'un traitement d'induction florale de l'ananas par voie solide. **Fruits**, 34 (9), 515-523.
- TEISSON C., 1979 d. - Essais 519 et 549 : effets d'un ombrage excessif sur la qualite du fruit. **Document IRFA non publie**.

TEISSON C., 1979 f. - Rapport de visite aux îles Hawai. **Reunion Annuelle IRFA**, doc. interne, n° 103.

TEISSON C., 1979 g. - Le brunissement interne de l'ananas. I et II. **Fruits**, 34 (4), 245-261.

TERRY R. M., 1975. - Use of plant growth regulators in Hawaii on pineapple. **Hawaii Agric. Exp. Sta. Misc. Pub./**, 124, 37-39.

UNB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **História do abacaxi**. 2016. Disponível em: <http://web.unb.br/2024-06-02>.

UT, L. V. e MAI, V. T. B. 2019. Effect of gibberellic acid and urea on the growth of pineapple fruit (*Ananas comosus* (L.) Merr.), VNUHCM **Journal of Natural Sciences**, 3(2): 82-89.

VAN OVERBEEK, J. Flower formation in the pineapple plant as controlled by 2, 4-D and naphthaleneacetic acid. **Science**, v. 102, n. 2659, p. 621-621, 1945.

VAN OVERBEECK, J.; CRUZADO, H.J. Note on flower formation in the pineapple induced by low night temperatures. **Plant Physiology**, Maryland, v. 23, p. 281-285, fev, 1948.

VIDYA V. A., NARAYANASWAMY, P. e SURESH D. E.. 2016. Effects of plant growth regulators on fruit set and yield of pomegranate cv. Bhagwa”, **International Journal of Current Research**, 8(04): 29008-29010.

WILLIGE, B. C., ISONO, E., RICHTER, R., ZOURELIDOU, M., SCHWECHHEIMER, C., 2011. Gibberellin regulates PIN-FORMED abundance and is required for auxin transport-dependent growth and development in *Arabidopsis thaliana*. <http://dx.doi.org/10.1105/tpc.111.086355>.

YADAV S., SINGH J. P., GUPTA S. e YADAV J. S. 2021. A Study on Foliar Feeding of GA3 and NAA on Fruit Drop, Retention, Yield and Quality of Ber Fruit (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) cv. “Banarasi Karaka”. **Biological Forum – An International Journal**, 13(3): 608-612.

XU, S. et al. Auxin inhibits lignin and cellulose biosynthesis in stone cells of pear fruit via the PbrARF13-PbrNSC-PbrMYB132 transcriptional regulatory cascade. **Plant Biotechnology Journal**, v. 21, n. 7, p. 1408-1425, 2023.

ZHANG, Q.; GONG, M.; XU, X.; LI, H. e DENG W. 2022. Roles of auxin in the growth, development, and stress tolerance of horticultural plants, **Cells**, 11(17): 2761.

ZHAO, Y. - The role of local biosynthesis of auxin and cytokinin in plant development. **Current opinion in plant biology**, v. 11, n. 1, p. 16-22, 2008.

ZUCOLOTO, M.; OLIVEIRA, V. de S.; FERREIRA, L. de S. - A cultura do abacaxizeiro. Alegre - ES: **CCAE-UFES**, 2023. ISBN 978-65-0069688-6.