

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

WALLYSON SANTOS ARAUJO

QUALIDADE PÓS-COLHEITA E APTIDÃO TECNOLÓGICA DE FRUTOS
DAS CULTIVARES DE ABACAXI 'TURIAÇU' E 'TURIPAZ'

São Luís
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

WALLYSON SANTOS ARAUJO

QUALIDADE PÓS-COLHEITA E APTIDÃO TECNOLÓGICA DE FRUTOS
DAS CULTIVARES DE ABACAXI 'TURIAÇU' E 'TURIPAZ'

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

São Luís
2024

WALLYSON SANTOS ARAUJO

Engenheiro Agrônomo

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA E APTIDÃO TECNOLÓGICA DE FRUTOS DE
ABACAXI 'TURIAÇU' E 'TURIPAÇ'**

Aprovada em: 20/08/2024

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

FABRÍCIO DE OLIVEIRA REIS

Data: 06/03/2025 11:39:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis (Orientador)

Doutor em Produção Vegetal

Universidade Estadual do Maranhão



Documento assinado digitalmente

JOSE RIBAMAR GUSMAO ARAUJO

Data: 06/03/2025 16:17:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo (examinador)

Doutor em Agronomia (Horticultura)

Universidade Estadual do Maranhão



Documento assinado digitalmente

HARVEY ALEXANDER VILLA VELEZ

Data: 06/03/2025 10:50:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Harvey Alexander Villa Vellez (examinador)

Doutor em Engenharia de Alimentos

Universidade Federal do Maranhão



Documento assinado digitalmente

GIVAGO LOPES ALVES

Data: 07/03/2025 08:42:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Givago Lopes Alves (examinador)

Doutor em Agroecologia

Universidade Estadual do Maranhão



Documento assinado digitalmente

ASSISTONE COSTA DE JESUS

Data: 06/03/2025 11:03:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Assistone Costa de Jesus (examinador)

Doutor em Produção Vegetal

Universidade Estadual do Norte Fluminense

Araujo, Wallyson Santos

Qualidade pós-colheita e aptidão tecnológica de frutos das cultivares de abacaxi 'turiçu' e 'turipaz'. / Wallyson Santos Araujo. – São Luis, MA, 2024.

63 f

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis.

1. Ananas comosus var. comosus L. 2. Potencial agroindustrial.
3. Estádios de maturação. 4. Bromelina.

CDU: 634.774

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a Deus por guiar meus passos e me conduzir através das diversas etapas da vida.

Um sincero agradecimento à minha família, especialmente aos meus pais e ao meu irmão, pelo apoio incondicional, compreensão, conselhos e carinho durante esta jornada.

Quero estender minha gratidão aos meus primos, em particular à Juliana, que sempre esteve presente e foi uma fonte constante de incentivo em minha caminhada.

As minhas tias Rosângela e Rita, que sempre acreditaram no meu potencial e sempre acompanharam todo o processo até aqui com inúmeros gestos de companheirismo.

Aos meus amigos, Ewerton, Ricardo, Emanuel, Wilitan e Valdir, agradeço pela colaboração em todas as fases do projeto, pelo apoio nas dificuldades e pelos momentos de descontração compartilhados ao longo deste período acadêmico e também a Luís e Adrielle por sua contribuição no laboratório.

A Lucas, Ramiro, Caio e Flávio, expresso minha gratidão pelo companheirismo, contribuição e compreensão durante esses anos e que se mostraram disponíveis para ajudar e entender no momento em que mais precisei.

Aos meus amigos George e Sabrina, quero estender minha gratidão pela fonte constante de incentivo, pelo voto de confiança, por acreditarem em minha carreira profissional e por nunca desistirem de me motivar.

Aos meus amigos do campo, Livino e Jeca, meu sincero agradecimento por compartilharem sua experiência na produção de abacaxi, pela orientação e pelo apoio constante.

Ao meu orientador, professor Fabrício Reis, sou grato pela acolhida no grupo e pelo apoio incansável na elaboração deste trabalho.

Aos professores Gusmão Araujo, Ricardo Lucas e Harvey, meu profundo agradecimento pelo suporte e orientação ao longo do caminho e à Universidade Estadual do Maranhão e ao Programa de Ciências Agrárias pelo suporte e oportunidade ao longo desta pesquisa.

Agradeço também a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e não foram mencionados nominalmente.

*Dedico primeiramente a Deus, a toda minha
família e aos amigos que me acompanharam e
torceram por essa conquista.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS.....	II
RESUMO.....	IV
ABSTRACT	IV
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Aspectos Gerais da Abacaxicultura	14
2.2 Características botânicas.....	17
2.3 Abacaxi Cultivar ‘Turiaçu’	19
2.4 Características de Qualidade Pós-colheita.....	21
2.5 Potenciais para Agroindústria	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Valores médios do somatório mensal de precipitação, temperaturas máxima e mínima durante o período de janeiro de 2021 a dezembro 2022..... 28
- Figura 2** - Realização da coleta de solo na área experimental do cultivo de abacaxi de ‘Turiaçu’ para acompanhamento técnico 29
- Figura 3** - Acompanhamento das etapas de indução floral do plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ da safra 2020/21: A- Planta antes da indução; B- Início do processo de florescimento; C- Processo de desenvolvimento da inflorescência; D- Inflorescência em fase de desenvolvimento e diferenciação das malhas..... 30
- Figura 4** - Plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ da safra 2020/21..... 31
- Figura 5** - Duas cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estágios de maturação amarelado e verdoso 31
- Figura 6** - Número de lesões corticosas dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em duas safras..... 43
- Figura 7** - Valores médios da atividade da bromelina de frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estágios de maturação..... 51

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores médios de massa do fruto de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 36
- Tabela 2** - Valores médios de comprimento do fruto de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras 37
- Tabela 3** - Valores médios de comprimento da infrutescência dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 38
- Tabela 4** - Valores médios dos diâmetros da base e do meio dos frutos de abacaxi que apresentaram interação significativa entre as cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ com os estádios de maturação em duas safras..... 39
- Tabela 5** - Valores médios dos diâmetros do ápice e do meio dos frutos de abacaxi que não apresentaram interação significativa entre as cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ com os estádios de maturação em duas safras..... 40
- Tabela 6** - Valores médios do diâmetro do eixo central dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 41
- Tabela 7** - Valores médios de massa da coroa dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 42
- Tabela 8** - Valores médios de rendimento de polpa dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 44
- Tabela 9** - Teor de açúcares redutores dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 45
- Tabela 10** - Valores médios do pH dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras 46
- Tabela 11** - Valores médios da Acidez Total Titulável dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 47
- Tabela 12** - Valores médios dos sólidos solúveis totais dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras..... 48

Tabela 13 - Valores médios da relação SS/AT (Rácio) dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.....	50
--	----

RESUMO

O abacaxi é uma fruta tropical amplamente apreciada e de grande relevância econômica no Brasil, o quarto maior produtor mundial. Entre as cultivares nacionais, a ‘Turiaçu’, cultivada no Maranhão, apresenta um alto potencial produtivo, mas ainda requer pesquisas para otimizar sua produtividade e superar desafios relacionados à qualidade dos frutos. Diante desse cenário, a cultivar ‘Turiaçu’ tornou-se foco de estudos que buscam compreender suas características e aprimorar seu desempenho econômico por meio de avanços agronômicos e tecnológicos. Este estudo tem como objetivo caracterizar os frutos da cultivar ‘Turiaçu’ e sua variedade clonal ‘Turipaz’, auxiliando na definição de técnicas de manuseio pós-colheita e na padronização da qualidade para comercialização in natura ou processamento industrial. A pesquisa foi realizada entre 2021 e 2023, em parceria com produtores do município de Turiaçu – MA, e analisou 120 frutos das safras 2021/2022. Os resultados indicaram diferenças significativas entre as cultivares. A ‘Turiaçu’ destacou-se como uma opção promissora para a industrialização, devido ao maior teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e bromelina, especialmente quando colhida no estágio de maturação pintado. Já a ‘Turipaz’ demonstrou boa viabilidade comercial, com menor suscetibilidade a lesões corticosas, o que pode favorecer sua comercialização no mercado de frutas frescas.

Palavras-chave: ‘Turipaz’, *Ananas comosus var. comosus* L, potencial agroindustrial, estádios de maturação, bromelina.

ABSTRACT

Pineapple is a widely appreciated tropical fruit of great economic importance in Brazil, the fourth largest producer in the world. Among the national cultivars, ‘Turiaçu’, grown in Maranhão, has a high production potential, but still requires research to optimize its productivity and overcome challenges related to fruit quality. Given this scenario, the ‘Turiaçu’ cultivar has become the focus of studies that seek to understand its characteristics and improve its economic performance through agronomic and technological advances. This study aims to characterize the fruits of the ‘Turiaçu’ cultivar and its clonal variety ‘Turipaz’, helping to define post-harvest handling techniques and standardize quality for fresh commercialization or industrial processing. The research was carried out between 2021 and 2023, in partnership with producers from the municipality of Turiaçu – MA, and analyzed 120 fruits from the 2021/2022 harvests. The results indicated significant differences between the cultivars. ‘Turiaçu’ stood out as a promising option for industrialization, due to its higher content of total soluble solids, total titratable acidity and bromelain, especially when harvested at the painted ripening stage. ‘Turipaz’, on the other hand, demonstrated good commercial viability, with less susceptibility to cortical lesions, which may favor its commercialization in the fresh fruit market.

Keywords: ‘Turipaz’, *Ananas comosus* var. *comosus* L, agroindustrial potential, ripening stages, bromelain.

1 INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma fruta tropical apreciada mundialmente pelo seu aroma e sabor acentuados, considerada uma das frutas mais cultivadas no planeta e tem grande importância econômica para diversos países, incluindo o Brasil, que se apresenta como o quarto maior produtor mundial, com uma produção de 2,3 milhões de toneladas (FAO, 2022).

Segundo Bengozzi (2007), o Brasil tem uma pequena participação no mercado externo de abacaxi. Para se ter competitividade neste mercado é necessária a oferta de frutos de excelente qualidade. A qualidade de um fruto reúne seus atributos sensoriais, o valor nutritivo e a segurança alimentar que ele oferece (Chitarra e Chitarra, 1990). A qualidade interna dos frutos e suas características físicas são conferidas por um conjunto de constituintes físicos e químicos, responsáveis pelo sabor e aroma característicos e que são importantes para a sua aceitação final. Sabe-se que condições climáticas, estádios de maturação, diferenças varietais, nutrição mineral das plantas, entre outros fatores, exercem influência acentuada na composição química do abacaxi (Bengozzi, 2007; Williams et al. 2017; Viana et al., 2019).

O estado do Maranhão ocupou na safra de 2022, a sexta colocação da região Nordeste quanto à produção (24.570 toneladas) e área plantada (1.096 ha), entretanto a posição do estado na região sobe quando é comparada a sua produtividade (22,41 toneladas/ha) (IBGE, 2022). A produção do estado se concentra nos municípios de São Domingos do Maranhão, o maior produtor do estado com 45.045 t produzidas e ‘Turiaçu’ com 6.055 t produzidas no ano de 2022 (IBGE, 2022). Apesar disso, o Maranhão precisa aperfeiçoar sua produção, em termos agrônômicos (produção e produtividade), no aumento da qualidade dos frutos (colheita e pós-colheita) e também na conquista de novos mercados e agregação de valores com o desenvolvimento de novos produtos através da industrialização dos frutos e não somente com a venda deles *in natura* (Ponciano et al., 2006; IBGE, 2018).

A cultivar ‘Turiaçu’, nativa do município de ‘Turiaçu’ – MA, foi selecionada por agricultores familiares e se encontra em processo de domesticação e de inovações em seu sistema produtivo. Esta apresenta frutos muito apreciados no mercado consumidor regional, devido ao elevado teor de açúcares, massa média e polpa amarela, mas ainda é cultivado com técnicas rústicas e tradicionais. Somente a partir de 2006 tiveram início as pesquisas de campo, que tinham o objetivo de caracterizar a cultivar

em seus aspectos botânicos, morfológicos e fitotécnicos, e desenvolver tecnologias com o intuito de aumentar a produtividade e definir um padrão de qualidade dos frutos (Araujo et al., 2012; Reis et al., 2019). A cultivar ‘Turiaçu’, em que pese os avanços tecnológicos no sistema produtivo, ainda apresenta desafios a serem superados, mas também oportunidades para aprimoramento, frente às necessidades dos consumidores. Neste sentido, as novas variedades obtidas a partir do abacaxi ‘Turiaçu’ tradicional, como a ‘Turipaz’, cujos atributos de qualidade são similares, estão a exigir aprofundamento nas investigações a respeito do comportamento pós-colheita e obtenção de derivados.

Por tratar-se de uma cultivar nova no mercado e ainda pouco estudada, a cultivar ‘Turiaçu’ requer extensa caracterização de seus frutos, o que inclui o conhecimento do seu potencial agroindustrial. O estudo dos parâmetros que aumentam a qualidade dos frutos, é importante para definição de técnicas adequadas para o manuseio pós-colheita e para definir padrões de qualidade visando ao estabelecimento dos critérios de mercado e a boa aceitação do produto pelo consumidor (Andrade et al., 2015).

O estágio de maturação em que os frutos em geral são colhidos é um dos parâmetros que pode determinar a sua qualidade. Isto é mais importante para o abacaxi, que é uma fruta não climatérica (Viana et al., 2020). A colheita do abacaxi antes do amadurecimento reduz sua qualidade e pode causar rejeição por parte dos consumidores. Porém, a colheita de frutos em estágio excessivamente maduro resulta em rápida perda de qualidade, reduzindo sua vida útil. A melhor fase de colheita depende da interação das características fisiológicas intrínsecas de cada cultivar e da tecnologia de pós-colheita empregada (Chitarra; Chitarra, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a aptidão tecnológica dos frutos da cultivar ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em diferentes estádios de maturação, visando obter informações importantes usadas na tomada de decisões em relação ao momento de colheita de frutos destinados à comercialização *in natura* e/ou para o processamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais da Abacaxicultura

De acordo com dados divulgados pela Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas – FAO (2019) o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas tropicais, isso dar-se devido à diversidade do seu solo e do clima, sendo possível assim a produção de frutas de clima temperado e subtropical, ou seja, produtos com potencial para o mercado externo. O país destaca-se na produção mundial de frutas, ocupando a terceira posição, precedida da China e da Índia.

A produção de abacaxi é amplamente distribuída pelo Brasil, abrangendo quase todas as regiões e estados da Federação. No entanto, tanto o valor da produção quanto a área colhida desse produto apresentam variações consideráveis em nível nacional. (Carvalho, 2009). O país ainda apresenta modesta participação da fruticultura nas vendas externas brasileiras, de 0,42% em 2019, com leve incremento para 0,44% em 2020 (MAPA, 2021).

Neste cenário outros aspectos relevantes entram em cena e pautam discussões sobre o crescimento do mercado, fazendo-se necessário o estabelecimento de estratégias que busquem gerar uma maior comercialização dos frutos além de alternativas que versem sobre melhorias no processo produtivo, nas questões dos desperdícios, na gestão dos empreendimentos rurais e principalmente na agregação de valor ao produto (GERUM, 2019).

A fruticultura, por se tratar de uma atividade de intenso risco devido aos altos níveis de perecibilidade e questões relacionadas a exigência de qualidade, hábitos de consumo e entendimento sobre os benefícios funcionais e nutricionais, ainda enfrenta sérios problemas relacionados a logística de insumos ou mesmo de escoamento da produção, a concorrência, a sustentabilidade e a rentabilidade, ou seja, uma gama de aspectos que são relevantes e necessários para a gestão desta atividade (Rosa Neto, 2020).

O abacaxi constitui-se como uma das frutas tropicais mais cultivadas no país, além dos seus altos graus de exigência, ela apresenta um florescimento desuniforme o que acaba por comprometer a regularidade da produção, resultando em produtos que estejam fora do padrão comercial, conforme destaca Nogueira (2014), a presença de fungos causadores da fusariose configuram um grande problema para o desenvolvimento da cultura.

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2022), a produção mundial de abacaxi em 2022 foi de 29,4 milhões de toneladas. A Ásia é a maior região produtora do fruto no mundo, correspondendo a 45,07% da produção, esse total corresponde a aproximadamente 13,6 milhões de toneladas, em segundo lugar está as Américas, com 35,3%, o que corresponde a 10,3 milhões de toneladas, as outras regiões são a África (5,4 milhões de toneladas), com 18,6% da produção e Oceania (112 mil toneladas) representando 0,4% da produção mundial.

As Américas vivenciaram, um nítido crescimento de 12,57% entre os anos de 2012 e 2017, destaque para países como a Costa Rica, que corresponde a 15,60% da produção, a Colômbia, Peru, Venezuela e México. O Brasil por sua vez que também é considerado um grande produtor no continente, contudo registrou um declínio de 11,49%, esse resultado foi influenciado significativamente pelo período de estiagem que assolou e assola a região Nordeste do país, impactando assim no processo de plantio e rendimento das plantações (FAO, 2019).

De acordo com dados fornecidos pela Federação das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (2019), no período entre os anos de 2012 e 2016, a comercialização internacional do fruto representou 20,88% da produção de abacaxi *in natura*, chegando a movimentar em dólares americanos o equivalente a 21 bilhões. Vale destacar ainda que a região das Américas é a maior exportadora do fruto, já a Europa é a maior importadora.

O fruto pode ser exportado de diversas formas, dentre elas *in natura*, sucos, polpas, dentre outras, mas a que melhor oferece vantagens no que tange aos aspectos financeiros/econômicos, é quando passa pelo processamento, de acordo com dados FAO, a comercialização desse tipo de produto movimentou entre os anos de 2012 e 2016, aproximadamente 11 milhões de toneladas, o que corresponde a 12,2 bilhões de dólares americanos. Também cresceu a procura pelos produtos processados e apresentados comercialmente na forma de suco, néctar, sorvete, sobremesas gelificadas e outras (Pelegrine, 2000; Silva *et al.*, 2019).

De acordo com dados da literatura é provável que o abacaxi tenha sua origem na América Sul, disseminando-se a América Central e Caribe antes da chegada dos europeus. Devido ao seu aspecto de fácil dispersão e cultivo, ela chegou aos continentes Europeu, Africano e Asiático ainda durante o processo de colonização (UNB, 2016). O abacaxi, com o nome de “piña”, foi levado para a Europa como testemunho da

exuberância exótica das terras existentes a oeste do Atlântico. Espécie de fruto de fácil dispersão e cultivo, o abacaxi cruzou os mares do mundo a bordo de galeões e caravelas, chegando para ficar na África, na China, em Java, na Índia e nas Filipinas. Nesses locais, o abacaxi propagou-se com facilidade e rapidez, tendo sido muito bem aproveitado nos últimos cinco séculos (UNB, 2016).

Já no Brasil, de acordo com Matos (2000), estudos realizados pela Embrapa sobre a distribuição do gênero *Ananás* indicam que a sua origem se deu na região amazônica, indicando assim que a região Norte do país pode ser considerada como um segundo centro da diversificação desse gênero.

Difundido por todo o país pelo nome científico *Ananas comusus* (L.) Merril, nome que abrange todas as espécies, o fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração. A polpa apresenta cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o peso médio dos frutos de um quilo, dos quais 25% são representados pela coroa (Giacomelli, 1981; Mohd *et al.*, 2020)

O fruto de abacaxi geralmente é consumido *in natura*, ou como sorvete, doces, picolés, dentre outros produtos. Na agroindústria de processamento do fruto é gerada uma grande quantidade de resíduos, dentre os quais se encontram a casca, a coroa e o talo, considerados subprodutos de processamento, o talo pode ser usado para a obtenção de gomas e álcool etílico, já a matéria orgânica da casca e coroa é usada no fornecimento de alimentação a animais, de maneira fresca ou ensilada (Medina *et al.*, 1987; Vieira *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2021).

No que diz respeito a sua produtividade, a planta se destaca por apresentar níveis satisfatórios de produção mesmo em regiões onde a disponibilidade de água é limitada, isso ocorre devido a sua baixa transpiração e ao uso eficiente da água, além do fato de que suas folhas possuem formato de canaletas, capazes de captar pequenas quantidades de água, até mesmo do orvalho (Cunha *et al.*, 1999).

O processo produtivo da fruta é observado em todo território nacional de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), entre os anos de 2012 e 2018, as regiões Nordeste (35%), Norte (30%) e Sudeste (28%), lideram o ranking das regiões com alto potencial produtivo do abacaxi, seguidos das regiões Centro- Oeste (6%) e Sul (1%), respectivamente.

Dentro desse panorama sobre a presença do abacaxi nas regiões do Brasil, é necessário destacar que assim como o processo de plantio, as etapas de comercialização dos frutos são influenciadas pelas condições climáticas, variáveis econômicas, pelas estruturas dos canais de comercialização, pela logística e conforme já mencionado, pelas condições concernentes ao próprio fruto, que dizem respeito às características internas e externas que obedeçam e atendam a determinados padrões de consumo, atendendo assim às necessidades dos consumidores (CONAB, 2020).

A mudança no comportamento do consumidor quanto aos padrões de consumo de frutas tem sido verificada na última década. Assim, o mercado de frutas e hortaliças frescas está se adaptando ao crescimento do interesse pelos produtos minimamente processados (Rosa e Carvalho, 2000; Teixeira *et al.*, 2001). Segundo Pereira (2013), os consumidores, durante o processo de compra, buscam priorizar a coloração da casca, a firmeza da polpa, tamanho e aparência. No entanto, a acidez dessa fruta traz como principal causa o descontentamento.

A cultura do abacaxi sempre se destacou na fruticultura, não somente pela qualidade dos frutos, mas pela significativa rentabilidade da fruta e importância social de seu cultivo como atividade que requer intensiva mão-de-obra rural (Rosa Neto *et al.*, 2020).

2.2 Características botânicas

Por nome científico *Ananas comosus var. comosus L. (Mer.)*, o abacaxi é uma infrutescência tropical produzida pela planta de mesmo nome, designada ainda como monocotiledônea da família das Bromeliáceas da subfamília Bromelioideae. Seu nome possui origem indígena, do tupi *ananás* que significa “fruta saborosa” e geralmente o termo é usado para designar as espécies silvestres, já o nome abacaxi vem de “*iuaka'ti*” que significa “fruta cheirosa” termo originário da palavra abacaxi em português. Pode ser encontrado ainda no cenário mundial pelos nomes de *pina* em espanhol, *pineapple* em inglês ou *ananás* em Portugal (UNB, 2016).

O abacaxi é designado como uma planta herbácea perene, ou seja, que possui um ciclo de vida de vários anos, renovando-se debaixo do solo anualmente e formando novas folhas e flores. Possui folhas no formato de espadas canaliculadas e margens espinhentas e serreadas, ligadas à base da planta, medindo em média de 60 a 90 cm de comprimento (Lorenz *et al.*, 2002). O abacaxizeiro aparenta ser uma planta rústica

diante da sua boa tolerância a estresses abióticos, em especial a sua capacidade de adaptação a períodos relativamente prolongados de deficiência hídrica. No entanto, o seu cultivo comercial exige cuidados especiais, desde o pré-plantio até a colheita e pós-colheita (Reinhardt, 2021).

O fruto do abacaxi caracteriza-se por um aglomerado de uma ou duas centenas de pequenos frutos (gomos) em torno de um eixo central, onde cada “olho” presente na casca é um fruto verdadeiro que se originou a partir de uma flor, que formam um grande corpo denominado infrutescência, no topo do qual se forma a coroa (Silva *et al.*, 2001; Crestani *et al.*, 2010).

O florescimento natural do abacaxizeiro é bastante desuniforme, trazendo prejuízos ao produtor, pois dificulta os tratamentos culturais e a colheita, inviabilizando a exploração da soca (segundo ciclo) e afetando a comercialização do produto, devido à redução do tamanho médio dos frutos. A floração natural é muito influenciada por condições climáticas, sendo a temperatura ideal para se produzir frutos de boa qualidade entre 21°C e 23°C, já temperaturas acima de 40°C e abaixo de 5°C causam sérios problemas à planta (Couto, 2008).

A planta é exigente em luz, necessitando de 2.500 a 3.000 horas de luz por ano, ou seja, 6,8 a 8,2 horas de luz diária e precisa de 1.200 a 1500 mm de chuva bem distribuída durante o ano. Em locais com períodos secos prolongados, recomenda-se o uso de irrigação, já com relação a umidade do ar o ideal é de 70% ou mais para a cultura (Nascente *et al.*, 2005).

No que diz respeito ao processo de desenvolvimento da fruta, o cenário muda de acordo com as regiões do país, estudos apontam que a redução no período de crescimento do abacaxi é evidenciado ao observar que na região sul do Brasil, o período que vai do plantio até a colheita é de 24 meses, enquanto no Norte, mais próximo da linha do Equador, este período é reduzido para 12 meses. Em sua composição química, encontramos os seguintes elementos: abundância em açúcar (frutose), se amadurecido na planta, é muito rico em sais minerais e vitaminas A, B1, B2 e C, em que cada 100 g de polpa fresca de abacaxi contém aproximadamente 50 quilocalorias, 89% de água, 0,3% de proteína, 0,5% de lipídios, 5,8% de glicídios, 3,2% de celulose e 0,3% de sais, apresentando quantidade considerável de potássio, ferro, cálcio, manganês e magnésio (Crestani *et al.*, 2010).

2.3 Abacaxi Cultivar ‘Turiaçu’

Segundo Araujo *et al.* (2007), a origem do abacaxi ‘Turiaçu’ ainda é controversa, mas estudos apontam para seleção local, inicialmente domesticada por índios e depois propagada em larga escala por pequenos agricultores. Apesar de tantos anos de cultivo, o abacaxi ‘Turiaçu’ ainda é cultivado de forma simples e com baixo uso de tecnologias. Além disso, a produção em larga escala para atender o mercado local é assegurada pela alta produção de descendentes por planta, responsável pela renovação das áreas cultivadas.

O Abacaxi ‘Turiaçu’, cultivado nas áreas agrícolas de ‘Turiaçu’ e arredores, é reconhecido como um patrimônio cultural do Maranhão (MARANHÃO. Lei N° 10.517, de 17 de outubro de 2016). Sua prática de cultivo é hereditária, refletindo uma tradição enraizada na identidade local. Além de seu valor histórico, o Abacaxi ‘Turiaçu’ desempenha um papel essencial na gastronomia regional, conferindo um perfil sensorial particular no consumo *in natura*.

O nome ‘Turiaçu’ refere-se a um tipo ou cultivar de abacaxi originária e cultivada no município maranhense de ‘Turiaçu’, localizado na microrregião de Gurupi, fortemente influenciada pelo clima amazônico. A cultivar detém uma grande importância econômica na região, pois o município tem um grande potencial no fornecimento de frutos nos mercados regionais, principalmente na Baixada Maranhense e em São Luís, capital do estado, onde a fruta é muito procurada no segundo semestre, período referente a safra (Araujo, 2012).

A região de ‘Turiaçu’ possui clima tropical semi-úmido do tipo AW, com temperatura média anual de 27°C e precipitação média anual de 2.100 mm. Uma característica marcante dos locais de cultivo é o tipo de solo com predominância de plintossolos, em que há uma grande cobertura de cascalho, o que permite uma boa drenagem do solo em uma área considerada muito úmida, cujas características climáticas e pedológicas uniram-se para designar as características tão peculiares do abacaxi. Apesar do baixo nível de manejo da cultura quanto à adubação, os frutos são de boa qualidade, de peso razoável e alto teor de açúcares, indicando que o solo possui suprimento adequado de potássio que favorece o desenvolvimento do fruto (Araujo *et al.*, 2006).

Extremamente doce quando maduro, com polpa amarela e aspecto suculento, aroma peculiar e atraente, o abacaxi 'Turiaçu' é um dos orgulhos do Maranhão, muito apreciado e valorizado no mercado consumidor local, reúne duas características importantes como: a doçura do 'Pérola' e a coloração amarelo-ouro da polpa típica do 'Smooth Cayenne'. O teor de sólidos solúveis totais de 16,1°Brix configuram um produto que atende às exigências comerciais. O teor de acidez é baixo, requerendo ajuste no ponto de colheita para aproveitamento industrial (Pereira, 2013).

Segundo Aguiar Junior (2010), a cultivar 'Turiaçu' é de estatura média e ereta, com comprimento médio de folha D de 90,56 cm e espinhos verde-escuros nas margens das folhas. Araujo *et al.* (2012) em seu estudo com as análises biométricas e químicas da cultivar de abacaxi 'Turiaçu', encontraram resultados que indicam peso médio do fruto de 1.620 g, que se enquadra na média das demais cultivares. Possui altura e peso da coroa de 14,4 cm e 61,1 g, respectivamente, menores que as demais cultivares, o que pode constituir-se numa característica vantajosa no processo de transporte e comercialização. As plantas têm um número médio de 45 folhas por planta e o comprimento médio das folhas é de 72 cm. O diâmetro médio da planta é de 1,67 m (porte médio) e a altura do fruto dentro da planta foi de 33,5 cm, indicando que a planta não apresenta problemas de tombamento. O número de descendentes (estruturas de propagação vegetativa) por planta é de 10 a 12, conferindo ao abacaxi 'Turiaçu' uma vantagem comercial devido à sua alta fecundidade e facilidade de propagação (Almeida, 2000; Araujo *et al.*, 2008).

Somente a partir de 2006 iniciaram-se as publicações das primeiras pesquisas de campo com o abacaxi 'Turiaçu', com o objetivo de caracterizar a cultivar em seus aspectos botânicos, morfológicos e fitotécnicos e desenvolver tecnologias para aumentar a produtividade da cultura e definir um padrão de qualidade para os frutos (Araujo *et al.*, 2012). Segundo Araujo *et al.* (2006), a geração de tecnologias adequadas para a produção, industrialização e seleção de cultivares que atendam às exigências do mercado, entre outras, são fatores fundamentais que colocam as frutíferas da região amazônica em posição privilegiada permitindo a inserção de novas culturas tropicais originárias da domesticação de espécies nativas. No entanto, a evolução da fruticultura

regional está condicionada ao desenvolvimento de alternativas que garantam a produtividade dos agroecossistemas sem perder a sustentabilidade.

A experiência do produtor é a base do processo produtivo, uma vez que não há gastos com assistência técnica, apesar de se observar a preparação do solo, o trato cultural, o uso de nutrientes e o combate às pragas e doenças. A eficiência produtiva pode ser afetada pelo momento de plantio, preparação do solo, escolha da cultivar, cuidados culturais, colheita eficiente e mão de obra qualificada (CONAB, 2019). A falta de um estágio pré-estabelecido de maturação e sem a preconização de boas práticas agrícolas acaba inviabilizando a exportação do fruto, já que estes, muitas vezes, são colhidos em elevado estágio de maturação (Pereira, 2013).

O desenvolvimento desta cultura se enquadra no perfil da agricultura familiar, que em aspectos gerais produz alimentos e matérias-primas, gerando mais de 80% da ocupação no setor rural e favorecendo o emprego de práticas produtivas ecologicamente mais equilibradas, como a diversificação de cultivos, menor uso de insumos industriais e a preservação e resgate do patrimônio genético local. Assim, há uma reconfiguração sobre o meio rural, anteriormente sempre visto como fonte de problemas, passa a assumir-se como um genitor de soluções, vinculadas à melhoria do emprego e da qualidade de vida (Wanderley, 2001).

A variedade de abacaxi ‘Turiaçu’ é bem aceita no mercado regional, e além dela, existem outras seleções clonais em processo de domesticação, como a ‘Turipaz’, que está se destacando por suas características (Araujo *et al.*, 2012), e ‘Livino’ que segundo Reis (2020) apresenta características similares ao abacaxi ‘Turiaçu’ tradicional e em conformidade aos padrões adequados de consumo e processamento. Estudar a qualidade dos frutos, incluindo sua biometria em diferentes estágios de maturação durante o armazenamento, pode fornecer informações cruciais para a comercialização *in natura* (Vieira, 2019).

2.4 Características de Qualidade Pós-colheita

A cadeia de suprimentos de produtos *in natura* é caracteristicamente complexa devido à sua natureza perecível, incerteza de demanda e volatilidade de preços (Kumar *et al.*, 2020). A perda e o desperdício pós-colheita de frutas e vegetais são dois dos

principais desafios na cadeia de suprimentos de produtos *in natura*, devido ao seu impacto negativo no social, econômico e ambiental. Após a colheita, frutas e vegetais passam por uma série de operações de unidades pós-colheita, estágios de manuseio e armazenamento antes de chegar aos consumidores (Anand, 2022). Cerca de 20 a 60% da produção total de frutas e vegetais são perdidos e desperdiçados em vários níveis operacionais na cadeia de suprimentos (Widodo *et al.*, 2006).

As frutas são suscetíveis a danos causados por cargas externas, como impacto, vibração e compressão, durante a colheita, transporte e armazenamento (Rashvand *et al.*, 2022). Uma revisão das observações de campo e pesquisa durante os últimos 40 anos revelou que entre 40 e 50% dessa produção hortícola é perdida antes de chegar ao consumidor (Ahmad *et al.*, 2015). O abacaxi é, geralmente, transportado a granel, em caminhões de carga coberto com lona, com baixa proteção a intempéries climáticas que resultam em danos primários de perdas. Sendo as desordens fisiológicas e mecânicas o principal fator causal de perdas e alertam para a importância de selecionar cuidadosamente os produtos para venda, considerando que os fatores externos aos estabelecimentos podem estar causando grandes perdas (Almeida, 2020)

Um agravante verificado para a cultivar ‘Turiaçu’ é o curto período de comercialização da produção devido à distância considerável das áreas de cultivo aos centros de consumo e principalmente pela colheita dos frutos em estágio avançado de maturação, o que leva a um alto índice de perdas (Aguiar Junior, 2014). O abacaxi ‘Turiaçu’ aparentemente se comporta de forma diferente do fruto não-climatérico comumente observado em outras cultivares de abacaxi. Reis *et al.* (2019) observaram que o abacaxi ‘Turiaçu’ possui um índice químico de maturação de aproximadamente 1,72 vezes maior que o índice químico do Pérola, o que resulta em frutos mais doces. Esse processo de amadurecimento do abacaxi ‘Turiaçu’ é mais rápido que o das demais cultivares, com mudança rápida da coloração da casca, devido ao clima quente local, condições insuficientes de transporte e tempo de colheita insuficiente.

As perdas pós-colheita apresentam um constante desafio, considerando que as frutas possuem alto teor de água e nutrientes e, após a colheita até a senescência, ocorrem várias transformações, o que pode causar maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e à ocorrência de podridões (Fagundes *et al.*, 2001). O

estádio de maturação em que os frutos não-climatérios são colhidos determina a sua qualidade quando oferecidos ao consumidor. Os frutos de abacaxi, colhidos imaturos, além de baixa qualidade, têm alto índice de perda de água e são muito suscetíveis às desordens fisiológicas, que afeta negativamente o valor comercial da cv. ‘Turiaçu’ com a presença de lesões corticosas na casca dos frutos, inicialmente confundidas com sintomas da broca do fruto (Santos, 2013). Essas lesões, não penetram na polpa, mas sua mera presença parece afetar a aceitação no mercado, gerando desconfiança entre os consumidores quanto à qualidade do produto. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (Manica *et al.*, 2000).

O processamento ou armazenamento inadequado de produtos frescos pode levar à sua rápida deterioração devido à presença de microrganismos. Em particular, ao contrário dos patógenos de origem alimentar, leveduras e bolores estão bem adaptados às condições do suco de frutas, com baixo pH e alto teor de açúcar. Seu papel na deterioração de alimentos à base de frutas frescas é amplamente descrito (Pitt *et al.*, 2009; Tournas *et al.*, 2006), inclusive no abacaxi (Leneveu-Jenvrin *et al.*, 2020).

As frutas são consideradas matérias-primas de fácil deterioração e por isso hoje na indústria existem diversas maneiras de inibir as possíveis causas que levam ao favorecimento dessa deterioração. Tais reações, que podem ser tanto de origem microbiana quanto de origem enzimática, ocorrem em função das próprias características dos alimentos. Um dos métodos de conservação para as frutas é o seu processamento e a produção de sucos a partir da sua polpa. Esta atividade agroindustrial agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura* (Sidalc, 2003; Paula *et al.*, 2015).

2.5 Potencial para Agroindústria

O abacaxi caracteriza-se como uma das frutas mais apreciadas no mundo. Isso ocorre pelo fato de ser rico em vitaminas, sais minerais e açúcar. Possui ainda uma ampla diversidade de produtos, podendo ser utilizado como matéria prima para industrialização de produtos, tais como, sucos, geléias, licor e vinagre (Licodiedoff, 2008).

Devido a sua diversidade de aplicações, todas as partes podem ser utilizadas de maneira particular. O caule como matéria-prima para a indústria de alimentos e obtenção de álcool etílico e gomas; o restante do abacaxizeiro pode ser usado na alimentação animal, como material fresco ou ensilado; já o seu fruto é consumido ao natural, ou na forma de sorvetes, doces, picolés refrescos e sucos caseiros. Quando industrializado, o fruto pode apresentar-se como polpa, xarope, geléia, doces em calda ou suco engarrafado (Granada *et al.*, 2004; Medina *et al.*, 1897). A vantagem da produção de polpas e sucos é a possibilidade de se comercializar a fruta para qualquer parte do mundo, além do congelamento outras técnicas auxiliam na comercialização, por exemplo a elaboração e preservação da polpa da fruta: pasteurização na embalagem, pasteurização seguida de enchimento a quente (hot fill), pasteurização com adição de conservantes químicos e esterilização com envase asséptico (Moraes, 2021).

O abacaxi está entre os melhores produtos alimentícios do mundo. No entanto, identificar o sabor da fruta de abacaxi apenas a partir de sua aparência visual não é uma tarefa simples. O sabor de frutas (gosto) é um importante impulsionador do consumo, preferência do consumidor e aceitação. O sabor de abacaxi é uma fusão de notas doces e ácidas (Zhu & Yu, 2020) que, juntamente com a maturação determina o uso dos frutos.

A fruta de abacaxi gera mais desperdício em comparação com as frutas tropicais mais populares. A fruta gera de 45 a 55% dos resíduos (Banerjee *et al.*, 2018). Os principais resíduos do abacaxi são a coroa, a casca, as extremidades e o cilindro central, que são considerados rejeitos da indústria (Rogério *et al.*, 2007). No entanto, diversos autores destacam a potencialidade dos mais diversos usos do abacaxi e seus resíduos. O processamento de abacaxi produz os principais subprodutos na forma de casca (30–40%), núcleo (9–10%), caule (2–5%) e coroa (2-4%), todos com altas porcentagens de antioxidantes, vitaminas, enzimas, carboidratos e outros componentes (Sagar *et al.*, 2018).

De acordo com Diniz (2017), tanto a casca como o cilindro central do abacaxi podem ser considerados boas fontes de fibra alimentar, apresentando um papel importante no processo digestivo. Sendo possível aproveitar a casca do abacaxi no preparo de fermentado alcoólico (“vinho da casca do abacaxi”). Nascimento (2017) propõe o desenvolvimento de uma formulação de geleia de polpa de abacaxi utilizando

sua casca como reaproveitamento de resíduos orgânicos, tendo em vista seu potencial nutritivo e dos demais ingredientes utilizados, procurando assim obter um produto com maior valor nutricional.

Devido ao seu sabor atraente, nutrição rica em antioxidantes, o abacaxi se tornou cada vez mais popular, e a demanda por ele aumentou nos últimos anos. No entanto, o alto teor de umidade e o tempo de colheita concentrado dificultam a manutenção do abacaxi fresco, o que restringiu o desenvolvimento da indústria de abacaxi. Portanto, frutas frescas de abacaxi geralmente são processadas em vários produtos para prolongar sua vida útil, como sucos, latas, geléias, geléias e batatas fritas. Dentre esses produtos, o suco de abacaxi é um dos derivados de abacaxi mais populares (Difonzo *et al.*, 2019; Hounhouigan *et al.*, 2014).

Os derivados de abacaxi são produtos populares por seu aroma agradável, gosto e sabor único (Rattanathanalerk *et al.*, 2005). Além disso, frutas e suco de abacaxi são usados como ingredientes em muitos alimentos, como pizzas, bolos e sorvetes. Na China continental o abacaxi é uma fruta popular e é usado como ingrediente culinário, particularmente na preparação de pratos de carne de porco e frango. O abacaxi também é conhecido por uma série de atividades biológicas benéficas, como antioxidante (Larrauri *et al.*, 1997), atividades antibrowning (Chaisakdanugull *et al.*, 2007), anti-inflamatórias e antiplaquetárias (Hale *et al.*, 2005). As diversas aplicações a partir de seus frutos e derivados, tais como cascas, caules, folhas e coroas, contêm várias biomoléculas de interesse comercial, como as enzimas, dentre elas a bromelina, caracterizando o uso múltiplo e diversos dessa espécie (Campos *et al.*, 2020). Algumas dessas bioatividades são consideradas contribuídas pela bromelina, o complexo enzimático do abacaxi, enzima substancial para a promoção da digestão e componentes que contribuem para vários benefícios para a saúde, como anticancerígenos, antidiabéticos e anti-hipertensivos. Além disso, é uma grande fonte de vitaminas A, B, C e minerais como cálcio, magnésio, potássio e ferro (Ahmad, 2015b).

A bromelina, conhecida como um anti-inflamatório natural também é encontrada na fruta por meio do seu resíduo industrial, caracteriza-se como um grupo de enzimas do complexo proteolítico que protege o fruto de ataque por larvas de insetos, apresentando grande valor comercial devido à sua aplicabilidade, tal como exposto por

Manetti *et al.*, (2009), alguns ensaios clínicos foram publicados para apoiar as alegações terapêuticas dessa substância (Chakraborty *et al.*, 2021), ela é considerada ainda uma substância diurética e depurativa, sendo utilizada no tratamento de hematomas, contusões e também como expectorante de mucosidades no sistema respiratório (Manetti *et al.*, 2009).

A bromelina tem diversos usos, todos baseados em sua atividade proteolítica, e o abacaxi é a principal fonte dessa enzima. Porém, sua produção ainda é pequena frente à demanda do mercado, tornando-o um produto caro devido ao seu alto valor comercial (Gonçalves, 2000). Ao contrário da bromelina do caule, que é amplamente utilizada industrialmente, a bromelina do fruto não se encontra disponível comercialmente, apesar de grandes quantidades de frutas descartadas pelas fábricas de conservas de abacaxi (Devakat *et al.*, 2009). Com o aproveitamento da matéria prima proveniente desse descarte, existe um grande potencial de extração, que segundo Borracini (2006), a importância econômica da bromelina, também está relacionada com a produção de produtos farmacêuticos e a sua utilização na indústria alimentar como na clarificação de cerveja, fabricação de queijos, amaciamento de carnes, preparação de comida para bebês e alimentos dietéticos, além, do tratamento de doenças no aparelho digestivo, feridas e inflamação, preparação de colágeno hidrolisado, utilizado na indústria têxtil para amaciar fibras e na produção de detergente, além da utilização na produção de vinho para prevenir a precipitação indesejada de proteínas após o engarrafamento (Benucci *et al.*, 2011).

A produção de suco de abacaxi produz cerca de 25–35% do peso da fruta, que contém fibra dietética de cerca de $45,22 \pm 3,62\%$ e quase 98,88% pertencem à fração insolúvel (Selani *et al.*, 2014; Huang *et al.*, 2011). Essa alta quantidade de fibra presente no bagaço aumenta suas possibilidades de aplicação industrial e é um ingrediente funcional em vários produtos alimentícios (Selani *et al.*, 2014). Em um estudo recente, o bagaço de abacaxi é usado em salsichas como ingrediente para adicionar fibra dietética e propriedades antioxidantes a ele (Moltavo *et al.*, 2018).

O suco de abacaxi é uma das fontes de vitamina C e tem outros benefícios para a saúde. No entanto, contém uma alta concentração de ácido, o que degrada a qualidade sensorial e reduz a aceitação do cliente. O ácido cítrico representa 87% do ácido total, com o ácido málico como outro ácido orgânico significativo (Julian, 2021). Vários

métodos foram investigados para reduzir o sabor azedo do suco de abacaxi. A abordagem mais direta é a melhoria, que envolve a adição de açúcar ao suco ou à diluição do suco com água. No entanto, a adição excessiva de açúcar levanta preocupação com a saúde, e a diluição do suco causa mudanças significativas na cor, aroma e atributos sensoriais (Beelman e Gallander, 1979).

O conteúdo de açúcares nos sucos de frutas, combinado com sua acidez e perfil aromático, promovem os sabores exóticos e característicos de cada fruta (Carvalho *et al.*, 2003). O abacaxi é amplamente consumido em todo o mundo, principalmente como um subproduto da indústria de conservas, na forma de força única, reconstituída ou concentrada, e na composição da mistura para obter novos sabores em bebidas e outros produtos. Dentre toda produção de abacaxi do mundo, três quartos das 7,4 milhões de toneladas de abacaxi comercializadas são enlatadas ou na forma de suco. Em 2004, dois terços do abacaxi exportado consistiam em suco (simples ou concentrado), e o terço restante foi enlatado (aneles, fatias ou cubos). O mercado de abacaxi enlatado e suco de abacaxi aumentou quatro vezes em todo o mundo desde 1984, de 1,3 para 5,6 milhões de toneladas (equivalente a frutas frescas). O mercado de abacaxi processado é atualmente dominado pela Ásia, principalmente Tailândia, Filipinas e Indonésia e, mais recentemente, pelo Vietnã (Vagneron *et al.*, 2005).

Embora tenha vários benefícios para a saúde, o consumo de frutas como abacaxis vem diminuindo devido aos novos hábitos dos consumidores, que estão cada vez mais optando por alimentos convenientes e não perecíveis. Portanto, é necessário desenvolver processos e produtos que atendam às demandas dos consumidores e a utilização dos métodos usados pelas indústrias, ajudam a aliviar esse tipo de problema, pois geram produtos convenientes para os consumidores, ao mesmo tempo em que prolonga a vida útil dos alimentos perecíveis (Barreiras, 2023).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com a participação de produtores de abacaxi de ‘Turiaçu’ e os frutos das cultivares ‘Turiaçu’ e seleção clonal ‘Turipaz’ foram adquiridos junto a um produtor tradicional vinculado à Cooperativa de Produtores e Produtoras de Abacaxi, Outras Frutas e Hortaliças - COOPPAFRUTAH. O experimento foi implantado no povoado Serra dos Paz, no município de ‘Turiaçu’- MA, no período de 2020 a 2022. Localizado na microrregião do Gurupi, na Amazônia maranhense, o município de Turiaçu está situado nas coordenadas geográficas de latitude 01°39’48’’ S e longitude 45°22’18’’ W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw’, caracterizado como semiúmido, com uma temperatura média de 27°C (Figura 1), umidade relativa do ar de 85,9% e precipitação média mensal de 156,0 mm (INMET, 2023).

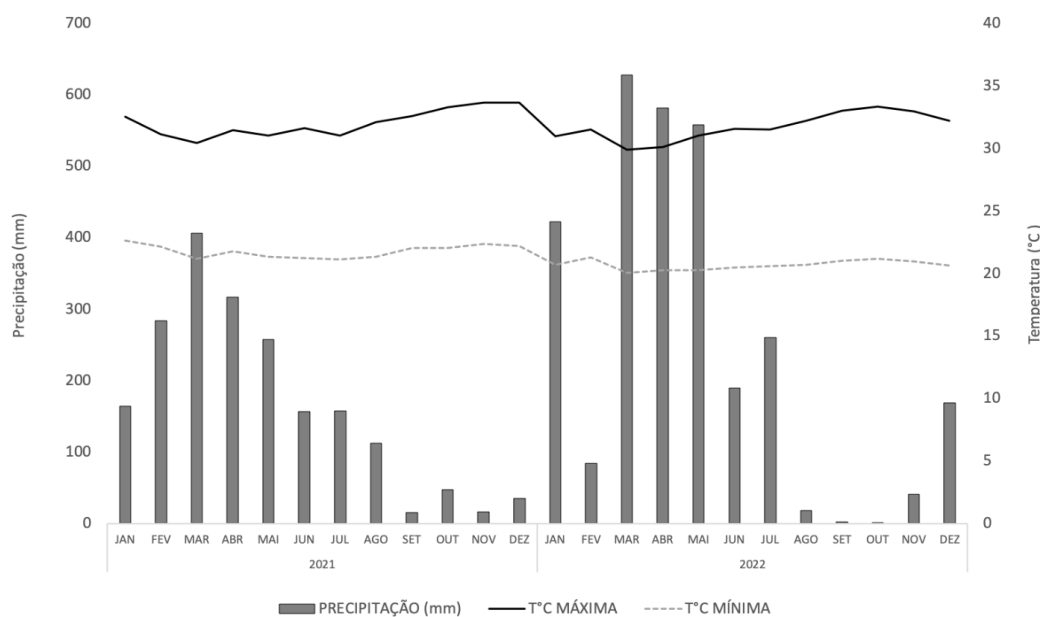


Figura 1. Valores médios do somatório mensal de precipitação, temperaturas máxima e mínima durante o período de janeiro de 2021 a dezembro 2022.

Para efeito desta pesquisa buscou-se, junto ao produtor parceiro, monitorar o processo produtivo e acompanhar as principais fases fenológicas da cultura. Logo após o plantio foram marcados dois talhões, um para cada variedade (com área de 169m²/ 563 plantas). As mudas foram plantadas no espaçamento de 1,0 x 0,30 (33.330 plantas/ha), utilizando a dose de fósforo e boro totais em fundação. O solo cultivado,

antes do plantio do abacaxi (Figura 2), apresentou na camada de 0 a 20 cm, as seguintes características: pH $\text{CaCl}_2 = 4,2$; matéria orgânica = 31 g Kg^{-1} ; P = $10,5 \text{ mg dm}^{-3}$; K = $0,17 \text{ cmolc dm}^{-3}$; Ca = $1,69 \text{ cmolc dm}^{-3}$; Mg = $0,57 \text{ cmolc dm}^{-3}$; H + $\text{Al}^{3+} = 9,05 \text{ cmolc dm}^{-3}$; soma de bases = $2,43 \text{ cmolc dm}^{-3}$; CTC = $11,48 \text{ cmolc dm}^{-3}$; V = 21,2%.



Figura 2. Realização da coleta de solo na área experimental do cultivo de abacaxi ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ para acompanhamento técnico.

Toda a área de plantio recebeu as mesmas condições de adubação, conforme a recomendação da análise de solo de 300 kg/ha de N, 60 kg/ha de P e 300 kg/ha de K conforme boletim 200, IAC e faixa de produtividade de 30 t/ha . A dose de N e K na adubação de cobertura foi parcelada em três vezes durante o período chuvoso; a dose de boro na forma de ácido bórico foi baseada em recomendação de Auderis (2013) e aplicada junto com o fósforo; para indução floral utilizou-se $1,0\text{g}$ de carbureto de cálcio aplicado na roseta foliar aos 12 meses (Figura 3).



Figura 3. Acompanhamento das etapas de indução floral do plantio de abacaxi ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ da safra 2020/21: A- Planta antes da indução; B- Emissão do botão floral; C- Processo de desenvolvimento da inflorescência; D- Inflorescência com flores abertas e início formação da infrutescência.

Foram avaliados 120 frutos por variedade nas safras 2020/2021 e 2021/22. Após a colheita, em dois estádios de maturação, os frutos foram acondicionados em caixas de isopor, com duas camadas de altura e envoltos em papel toalha para evitar injúrias durante o transporte e encaminhados para o Laboratório de Pós-Colheita (LAPOC) para caracterização físico-biométrica; em relação à sua aptidão tecnológica as análises foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal do Maranhão.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida 2 x 2 (Figura 4), composto por duas cultivares, dois estádios de maturação (Figura 5) e duas safras (2020/21 e 2021/22). Foram utilizadas as cultivares ‘Turiaçu’ (cv. tradicional) e a seleção clonal ‘Turipaz’. Os estádios de maturação no momento da colheita foram: frutos verdes ou verdosos (casca completamente verde) e frutos pintados (fruto com até 25% de casca amarela, com essa cor restrita ao centro dos frutinhos), conforme definição da Instrução Normativa/SARC/MAPA N° 001 (2002).

Estimou-se em 20 dias a diferença de tempo entre a colheita dos frutos nos dois estádios.



Figura 4. Talhões de abacaxi ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ da safra 2020/21.

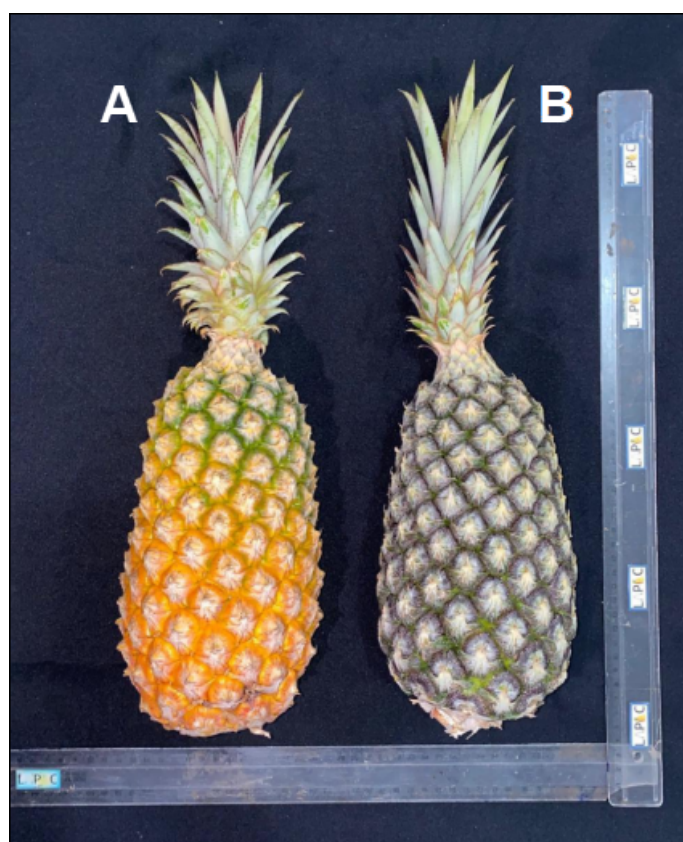


Figura 5. Cultivares ‘Turiaçu’(A) e ‘Turipaz’(B) em dois estágios de maturação (pintado e verdoso).

Para as análises biométricas, avaliou-se os frutos individualmente quanto à massa, em que o fruto foi pesado com auxílio de balança digital; comprimento do fruto, medido da base até a extremidade apical da coroa; comprimento da coroa, que após ser destacada do fruto, foi medida da base até a extremidade apical; e massa da coroa que, após ser destacada do fruto, foi pesada com auxílio de balança digital. Com o auxílio de um paquímetro digital foi determinado o diâmetro da infrutescência em cada secção (base, centro e ápice). As medidas da base e do ápice foram determinadas na segunda fileira de malhas a contar da extremidade do fruto e a do meio foi determinada na parte mediana do fruto; o diâmetro do eixo central foi medido exatamente na metade do fruto, em forma de cruz, com auxílio de paquímetro digital. Foi realizada também a quantificação das lesões corticosas típicas na superfície da casca dos frutos, conforme Santos (2013). Foi utilizado um pincel permanente para identificar as lesões, marcando-se um círculo ao redor delas para evitar contagens duplicadas no mesmo fruto. As lesões corticosas típicas, consideradas graves, foram caracterizadas por rachaduras ou fissuras entre os frutinhos, com desenvolvimento de excrescências corticosas de cor pardo-escuro, resultando em cavidades irregulares, às vezes abertas, podendo chegar a 1 cm de extensão (SANTOS, 2013).

Nas colheitas, os frutos de cada estágio de maturação foram divididos aleatoriamente em grupos de três frutos. Cada grupo de 3 frutos representou uma amostra para as análises químicas, o que contabilizou um total de dez amostras em cada estágio de maturação e de cada cultivar. Para tal, os frutos de cada amostra foram descascados e divididos em três regiões: apical, central e basal. De cada região do fruto foi retirada uma seção transversal com espessura de aproximadamente 1,0 cm e todas as seções transversais foram processadas para formar uma amostra composta. Cada amostra composta foi analisada em triplicata. Os valores de massa da polpa foram obtidos por meio da equação $[MP = MFc - (Mc + Mca)]$ e o rendimento da polpa pela equação $(RP(\%) = MP/MFc * 100)$. Onde MP = Massa da polpa; MFc = Massa do fruto com coroa; Mc = Massa da coroa; Mca = Massa da casca; Rp= Rendimento de polpa (%). A massa da polpa foi obtida por esse método, pois no momento do descascamento do fruto uma quantidade considerável de suco é perdida, o que subestimaria o rendimento de polpa.

A determinação de açúcares redutores foi realizada por meio do reagente ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), no qual, as amostras foram diluídas em água destilada (0,2 g/100 mL). Logo após, 1 mL da amostra foi adicionada em um tubo de ensaio e

acrescentado 1 mL de DNS. As amostras foram homogeneizadas e levadas ao banho maria 100°C, por cinco minutos, depois foram resfriadas em banho de gelo por cinco minutos, sendo adicionados 16 mL de tartarato duplo de sódio e potássio em cada tubo, as amostras foram homogeneizadas e analisadas em espectrofotômetro a 540 nm (MALDONADE, 2013). O resultado da densidade ótica foi correlacionado com a curva padrão conforme sugerido pela metodologia, e o resultado corrigido para porcentagem (m/m).

A determinação do pH das amostras foi realizada antes de iniciar a análise de acidez total titulável. O titulador automático Metrohn 794 Basic Titrino realiza uma leitura inicial do pH da amostra antes de começar a titulação e esta leitura é o valor de pH da amostra processada. A metodologia seguida é descrita no International Standard ISO 1842:1991 (E) segunda edição - Fruit and vegetable products Determination of pH.

A acidez titulável total (ATT) foi determinada utilizando 5g de amostra, pesada até a 4ª casa decimal em béquer de 100 mL, foi adicionado então 60 mL de água destilada. A solução foi então submetida a agitação magnética (durante toda a análise). A solução da amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N em bureta digital, até o pH da amostra ter alcançado o ponto de virada (pH entre 8,10 e 8,19). O pH da solução foi monitorado com um pHmetro, modelo mPA210. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100 g de amostra (ISO 750, 1998). Foram realizadas três leituras por repetição de cada amostra.

Para a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST), uma ou mais gotas de amostra foram colocadas no prisma do refratômetro digital de campo até cobrir totalmente a superfície, foi então realizada a leitura direta do aparelho. Foram realizadas no mínimo duas leituras por repetição de amostra, com diferença máxima entre as leituras de 0,2 °Brix (ISO 2173, 1978).

Para extração da bromelina, foram analisadas amostras pelo método de biureto. Foi empregada a metodologia de Abreu (2013), foram pesados 1,5 g de sulfato cúprico (99% pureza, NEON, Brasil) e 6,0 g de Tartarato de sódio e potássio (99% pureza, NEON, Brasil), dissolvidos em seguida em um béquer com 500 mL de água destilada. Adicionou-se 300 mL de solução de NaOH 10% (99% pureza, Isofar, Brasil) previamente preparada, com o auxílio de um funil. Transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 1000 mL, completando o volume com água destilada até o menisco.

Para realizar a curva de calibração, pesou-se 500 mg de caseína (padrão de proteína), transferiu-se para um béquer, adicionando em seguida 20 mL de água destilada e 1,0 mL de solução de NaOH 0,5 N (previamente preparada), agitou-se para a homogeneização e levou-se para uma chapa aquecedora, para melhor solubilização da proteína. Transferiu-se para um balão volumétrico de 50 mL e completou-se com água destilada até o menisco, homogeneizando a solução.

Preparada a solução padrão, a caseína foi transferida para balões volumétricos de 10 mL previamente enumerados e adicionadas etiquetas de 0,0 – 0,4 – 0,8 – 1,2 – 1,6 – 2,0 mL. Em seguida, foram adicionados 2,0 – 1,6 – 1,2 – 0,8 – 0,4 – 0,0 mL de água destilada e, completou-se com 8,0 mL do reagente de biureto em cada, sob agitação manual até homogeneização. Deixou-se a solução em repouso por 30 minutos e fez-se a leitura da absorbância a 540 nm em espectrofotômetro (modelo 4255, MA Instruments, USA), e anotou-se os resultados.

Para a extração de bromelina a partir da polpa do abacaxi, foram realizados ensaios utilizando dispersões tamponadas, preparadas com 34 g de KH_2PO_4 (99% de pureza, Isofar, Brasil) e 43,5 g de K_2HPO_4 (99% de pureza, Isofar, Brasil) dissolvidos em 250 mL de água, com ajuste do pH entre 6,0 e 6,5. A extração seguiu a metodologia descrita por Pereira (2010).

Inicialmente, as amostras de abacaxi foram descongeladas em temperatura ambiente. Em seguida, 25 g da amostra foram pesados em uma balança semi-analítica e adicionados a 1,5 mL da solução tampão. O extrato foi precipitado conforme a técnica descrita por César (2005), utilizando 100 mL de álcool etílico 95% para cada 25 mL de extrato. O álcool foi adicionado lentamente sob agitação, reduzindo a temperatura do extrato para 5°C. A mistura foi homogeneizada por 15 minutos em tubo de ensaio e, posteriormente, centrifugada (modelo KA14, KASVI, Alemanha) a 5000 rpm por 20 minutos. O extrato obtido foi deixado em ambiente aberto por 24 horas para permitir a evaporação do álcool residual.

Para a determinação da atividade enzimática da bromelina, as amostras do extrato foram mantidas em temperatura ambiente. Em seguida, 45 mL do extrato foram retirados, deixando 5 mL para a homogeneização do precipitado. Após esse procedimento, 0,8 mL do extrato foi transferido para um Erlenmeyer com capacidade de 10 mL, seguido da adição de 8,0 mL do reagente de biureto e 1,2 mL de água destilada.

A mistura permaneceu em repouso por 30 minutos antes da leitura da absorvância a 540 nm em um espectrofotômetro. Os resultados foram então registrados.

Para cada característica avaliada foi realizado a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e as análises estatísticas foram realizadas ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico ExpDes.pt (Ferreira *et al.*, 2013) do software livre R (R Core Team, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa dos frutos apresentou diferença significativa entre as cultivares nos dois anos estudados. Na safra de 2021, a cultivar ‘Turipaz’ teve as maiores médias comparadas à cultivar ‘Turiaçu’, com frutos colhidos em estágio pintado sendo superiores aos colhidos em estágio verdoso (Tabela 1). Já na safra de 2022, a cultivar ‘Turiaçu’ obteve a maior média, diferenciando-se da ‘Turipaz’. Destaca-se que os frutos colhidos no estágio de maturação verdoso registraram as maiores médias em comparação aos colhidos no estágio pintado. Além disso, os frutos colhidos em agosto no estágio verdoso receberam uma quantidade superior de água em comparação aos colhidos em setembro no estágio pintado, conforme visto na Figura 1.

Tabela 1: Valores médios de massa do fruto de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Massa do fruto (kg)		Média (2021-22)
	2021	2022	
‘Turiaçu’	1,64 b	1,58 a	1,61
‘Turipaz’	1,74 a	1,40 b	1,57
CV (%) parcela	5,69	6,67	
Verdoso	1,63 b	1,55 a	1,59
Pintado	1,75 a	1,43 b	1,59
CV (%) subparcela	5,52	10,25	

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Junior *et al.* (2022), ao analisarem parâmetros físicos e químicos do abacaxi Pérola como indicadores de qualidade, observaram que a massa média dos frutos maduros foi de 1,9 kg. Essa constatação supera os valores encontrados nos abacaxis ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ nesta pesquisa. Contrastando com esses resultados, Lisboa *et al.* (2017) identificaram que a média da massa do abacaxi ‘Turiaçu’ colhido ainda verde foi inferior à média da massa dos frutos amarelados, com 1,18 kg e 1,37 kg, respectivamente. No entanto, é intrigante observar que, nesta pesquisa, a média do abacaxi pintado revelou-se menor que a massa do abacaxi verde, contrariando aos resultados anteriores de Lisboa *et al.* (2017).

O plantio geralmente se inicia entre fevereiro e março, quando as mudas atingem o tamanho ideal para o transplante e as áreas estão preparadas, coincidindo com o início das chuvas na região. O florescimento natural ocorre aproximadamente um ano depois, seguido pela formação e desenvolvimento dos frutos ao longo do período chuvoso. Em contraste, um plantio mais tardio resulta em frutos menores, pois o ciclo das plantas coincide com o final das chuvas. Isso leva a um desenvolvimento vegetativo mais lento, principalmente devido à resistência das raízes em penetrar no solo e absorver nutrientes (Aguiar Júnior, 2014).

As associações mencionadas são consideradas nas recomendações técnicas para a indução floral artificial do abacaxizeiro. Isso inclui a determinação da melhor época e idade da planta, levando em consideração o nível mínimo de crescimento para garantir a obtenção de frutos com peso adequado para diversos mercados, sendo que plantas mais vigorosas tendem a produzir frutos de maior massa (Lima *et al.*, 2002).

O comprimento de frutos com coroa (fruto inteiro) não apresentou interação significativa na safra 2021, entretanto, na safra 2022, foi afetado significativamente pelo estágio de maturação verdoeiro, em que a cultivar ‘Turiaçu’ formou frutos com comprimento médio de 41,45 cm, maior que a cultivar ‘Turipaz’, com 32,86 cm, no mesmo estágio de maturação (tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de comprimento do fruto de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Comprimento do fruto (cm)				
Variáveis	2021	Variáveis	2022	
			Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	40,17 ^{ns}	‘Turiaçu’	41,45 a	36,36 ^{ns}
‘Turipaz’	40,97 ^{ns}	‘Turipaz’	32,86 b	35,34 ^{ns}
CV (%) parcela	4,36	CV (%) parcela	7,48	
Verdoso	40,29 ^{ns}	CV (%) subparcela	9,01	
Pintado	40,85 ^{ns}			
CV (%) subparcela	5,25			

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Viana *et al.* (2020), ao analisar a qualidade do abacaxi PRF-632 colhido em estágios diferentes de maturidade, não encontrou diferenças significativas no comprimento do fruto. Lisboa *et al.* (2017) identificou que o maior comprimento total

do abacaxi ‘Turiaçu’ ocorreu no estágio maduro com média de 32,7 cm, enquanto que no abacaxi verdeo obteve média de 29,2 cm.

Para o comprimento da infrutescência, na safra 2022, a cultivar ‘Turiaçu’, apresentou média superior, diferindo da ‘Turipaz’, com valores de 20,64 cm para ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ 19,75 cm. Frutos colhidos no estágio de maturação verdeo, foram superiores aos colhidos pintados, diferindo entre si (tabela 3).

Tabela 3: Valores médios de comprimento da infrutescência dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Comprimento da Infrutescência (cm)	
	2021	2022
‘Turiaçu’	20,61 ^{ns}	20,64 a
‘Turipaz’	20,46 ^{ns}	19,75 b
CV (%) parcela	5,33	3,17
Verdoso	20,38 ^{ns}	20,90 a
Pintado	20,70 ^{ns}	19,49 b
CV (%) subparcela	5,00	4,98

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Valores inferiores foram encontrados por Berilli *et al.* (2014), ao avaliar quatro genótipos de abacaxi no estágio amarelo, em que as cultivares Vitória, Pérola, Gold e EC-93 apresentaram comprimentos de fruto de 13,6 cm; 16,1 cm; 13,4 cm e 11,7 cm, respectivamente.

Pereira *et al.* (2009) afirmaram que frutos de ‘Pérola’ que se desenvolveram com boa disponibilidade de água proporcionaram maiores comprimentos de frutos com e sem coroa. Reinhardt *et al.* (2004) mostraram comprimentos de 20,5 e 16,6 cm ‘Pérola’ e ‘Smooth cayenne’, respectivamente. Cabral e Matos (2005) relataram comprimento de fruto para abacaxi imperial de 18,5 cm. O abacaxi ‘Turiaçu’ possui comprimento de fruto sem coroa médio de 20,8 cm (Araujo *et al.*, 2012) semelhante aos valores obtidos do presente estudo.

Os diâmetros da base dos frutos das duas safras mostraram uma interação significativa entre as cultivares e os estádios de maturação. Notavelmente, os frutos ‘Turipaz’ no estágio verdeo apresentaram diâmetros de base maiores em comparação

com os frutos ‘Turiaçu’. No entanto, quando colhidos no estágio pintado, os frutos ‘Turiaçu’ na safra de 2021 apresentaram diâmetro de base superior aos de ‘Turipaz’, e não foram observadas diferenças significativas nos diâmetros da base dos frutos colhidos no estágio pintado na safra de 2022, conforme mostrado na tabela 4.

Tabela 4: Valores médios dos diâmetros da base e do meio dos frutos de abacaxi que apresentaram interação significativa entre as cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ com os estádios de maturação em duas safras.

Variáveis	D. Base (cm)		D. Base (cm)		D. Meio (cm)	
	2021		2022			
	Verdoso	Pintado	Verdoso	Pintado	Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	10,29 b	12,35 a	10,50 b	10,13 ^{ns}	10,09 b	10,29 ^{ns}
‘Turipaz’	10,85 a	11,58 b	10,96 a	9,93 ^{ns}	10,76 a	10,36 ^{ns}
CV (%) parcela	4,64		2,48		3,02	
CV (%) subparcela	4,69		2,94		2,76	

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

O diâmetro do meio dos frutos da cultivar ‘Turipaz’ na safra de 2021 apresentou médias superiores aos da cultivar ‘Turiaçu’ (tabela 5). Na safra de 2022, este parâmetro também apresentou interação significativa entre as cultivares e os estádios de maturação, com frutos ‘Turipaz’ colhidos em estágio verdoso apresentando as maiores médias (tabela 4).

Os frutos da cultivar ‘Turipaz’ apresentaram diâmetros do ápice superiores aos dos frutos da cultivar ‘Turiaçu’ em ambas as safras. Na safra de 2021, os frutos colhidos em estágios verdosos tiveram médias maiores em comparação com os colhidos em estágios pintados. Entretanto, na safra de 2022, não houve variações significativas entre os diferentes estádios de maturação, conforme indicado na tabela 5.

Tabela 5: Valores médios dos diâmetros do ápice e do meio dos frutos de abacaxi que não apresentaram interação significativa entre as cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ com os estádios de maturação em duas safras.

Variáveis	D. Ápice (cm)		D. Meio (cm)
	2021	2022	2021
‘Turiaçu’	8,95 b	8,57 b	10,42 b
‘Turipaz’	9,32 a	8,83 a	10,80 a
CV (%) parcela	3,42	4,27	4,70
Verdoso	9,34 a	8,77 ^{ns}	10,52 ^{ns}
Pintado	8,94 b	8,64 ^{ns}	10,70 ^{ns}
CV (%) subparcela	3,01	3,48	5,30

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Pesquisas conduzidas por Caetano *et al.* (2013), Omotoso e Akinrinde (2013) e Bello *et al.* (2015) destacam que o aumento da aplicação de nitrogênio está correlacionado positivamente com o diâmetro dos frutos de abacaxi. Além disso, efeitos similares foram observados para o potássio em estudos conduzidos por Annisa *et al.* (2013).

Caetano *et al.* (2013) destacam que o crescimento vigoroso das plantas durante a fase pré-florescimento tem um impacto significativo na produção de frutos, resultando em frutos maiores e mais pesados. Razzaque e Hanafi (2001) também observaram que o aumento no peso da planta está diretamente relacionado ao aumento no diâmetro dos frutos, especialmente evidenciado no abacaxizeiro, onde um maior diâmetro do talo (caule) contribui para a obtenção de frutos de maior tamanho.

Os resultados são semelhantes com as descobertas de Bofim Neto (2010) para a cultivar ‘Turiaçu’, onde o diâmetro do ápice variou de 8,25 a 8,77 cm, o diâmetro do meio de 9,83 a 10,36 cm e o diâmetro da base de 9,78 a 10,44 cm. O diâmetro do meio da cultivar ‘Turiaçu’ assemelha-se ao encontrado por Reis *et al.* (2019) na comparação da qualidade dos frutos com a cultivar Pérola (10,18 cm), superando os resultados de Viana *et al.* (2020) para a cultivar FRF 632 verdoso (9,58 cm) e amarelo (9,68 cm), embora todos sejam inferiores aos da cultivar ‘Turipaz’.

Todos os frutos apresentaram diâmetros menores no ápice em comparação com os diâmetros da base e do meio, indicando que essas cultivares geram frutos com formato cônico a cilíndrico, conforme a classificação do Ministério da Agricultura do Brasil para abacaxizeiros (BRASIL, 2003). A Embrapa (2007) destaca que o formato dos frutos é uma característica intrínseca à cultivar, crucial para detectar anormalidades, como saliências e excessivo formato cônico. A avaliação do diâmetro do fruto é importante pois a agroindústria tem preferência por aqueles de forma cilíndrica, pois permitem obter maior rendimento agroindustrial (Bello *et al.*, 2015).

Para o diâmetro do eixo central, nas duas safras, a cultivar ‘Turiaçu’, apresentou média superior, diferindo da ‘Turipaz’, com valores de 2,15 e 2,84 cm para ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ 2,03 e 2,21 cm. Frutos colhidos no estágio de maturação pintado, foram superiores aos colhidos verdosos, na safra 2021 (tabela 6). Valores de DEC menores indicam característica vantajosa para determinada cultivar, no caso a Turipaz, na medida que este tecido costuma ter a consistência dura e afeta a qualidade da polpa.

Tabela 6: Valores médios do diâmetro do eixo central dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Diâmetro do eixo central (cm)	
	2021	2022
‘Turiaçu’	2,15 a	2,84 a
‘Turipaz’	2,03 b	2,21 b
CV (%) parcela	7,34	10,53
Verdoso	1,99 b	2,52 ^{ns}
Pintado	2,19 a	2,52 ^{ns}
CV (%) subparcela	7,54	0

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Segundo Caetano *et al.* (2015), o diâmetro do eixo central do fruto não deve ser muito grande para permitir maior quantidade de polpa comestível, característica desejável em uma cultivar. Araujo *et al.* (2012) verificaram que o eixo central médio do abacaxi ‘Turiaçu’ foi de 2,5 cm. Cabral *et al.* (2009) relataram eixos centrais médios de 2,4 e 2,8 cm para ‘Pérola’ e ‘Smooth Caynne’, respectivamente. Para outras cultivares, a importância do eixo central está no processamento, portanto o eixo central é

descartado devido à sua consistência dura e alta acidez, mas este fato não está presente no ‘Turiaçu’, que tem consistência mais macia e pode ser utilizado junto a polpa, sem alterar o sabor (Aguiar Junior, 2014).

Na safra de 2021, os frutos colhidos em estágio verdoso apresentaram um efeito significativo nos parâmetros de massa da coroa, sendo superiores aos colhidos em estágio pintado. Na safra de 2022, observou-se uma interação significativa entre as cultivares e os estádios de maturação nos frutos colhidos também em estágio verdoso. Nesse contexto, a cultivar ‘Turiaçu’ destacou-se, apresentando uma média de 40 g a mais em comparação com a cultivar ‘Turipaz’ (tabela 7).

Tabela 7: Valores médios de massa da coroa dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

		Massa da coroa (kg)		
Variáveis	2021		2022	
		Variáveis	Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	0,11 ^{ns}			
‘Turipaz’	0,11 ^{ns}			
CV (%) parcela	12,28	‘Turiaçu’	0,11 a	0,07 a
Verdoso	0,11 a	‘Turipaz’	0,07 b	0,07 a
Pintado	0,10 b	CV (%) parcela	22,09	
CV (%) subparcela	10,25	CV (%) subparcela	13,09	

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

É possível que o estresse temporário que ocorre durante o crescimento da folha cause mudanças nas suas dimensões ou na epinescência (D'eeckenbrugge e Leal, 2003), o que pode justificar um maior crescimento da coroa.

A variação na massa da coroa entre os estádios de maturação dos abacaxis 'Turiaçu' e 'Turipaz' (2021) reflete não apenas na diversidade genética, mas também na resposta das plantas às variações ambientais sazonais (Pereira *et al.*, 2009). Essa variação é consistente com os resultados anteriores em cultivares como 'Vitória', 'Pérola', 'Smooth Cayenne' e 'Turiaçu', que apresentaram valores de 131,0 g, 108 a 214 g, 121,3 g e 61,1 g, conforme já relatado (Pereira *et al.*, 2009; Ventura *et al.*, 2010; Sampaio *et al.*, 2011; Araujo *et al.*, 2012).

As características dos frutos, como massa, tamanho, cor da casca, forma da coroa, cor da polpa e sabor, são fortemente afetadas pelo ciclo de crescimento em distintas estações (Joomwong e Sornsrivichai, 2005). Essa compreensão é fundamental para otimizar a produção e a qualidade dos abacaxis, levando em consideração a variabilidade sazonal e suas implicações nas características dos frutos.

A cultivar ‘Turiaçu’ apresentou um número maior de lesões corticosas em comparação com ‘Turipaz’ (figura 6), nas duas safras, sugerindo uma possível maior vulnerabilidade genética a distúrbios nutricionais ou fisiológicos. De acordo com Santos (2013), essas lesões corticosas não são causadas pela broca do fruto ou outra causa biótica, mas sim por um distúrbio nutricional associado à deficiência de boro.

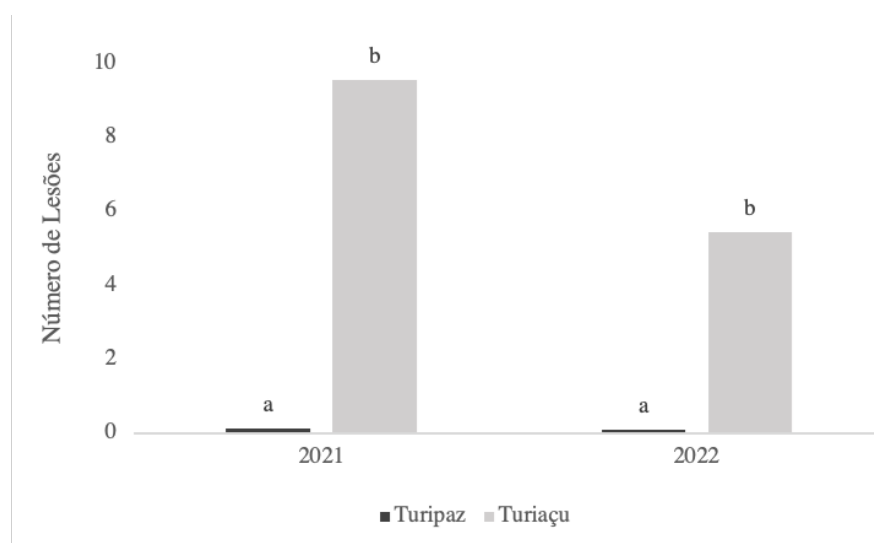


Figura 6: Número de lesões corticosas em frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em duas safras.

Lisboa *et al.* (2017) observaram que, no estágio verdejante, a cultivar ‘Turiaçu’ apresentou menor quantidade de lesões em comparação ao estágio pintado. Além disso, Santos (2020) destacou que a aplicação de calcário e boro no solo cultivado com ‘Turiaçu’ resultou em uma diminuição significativa das lesões por fruto. Essas lesões que se manifestam por rachaduras entre os frutinhos e exudação de excrecência corticosa, comprometem a aparência dos frutos, levando o consumidor a confundir-las com ataques de pragas (como a broca) ou outras causas. No entanto, apenas em casos muito graves essas lesões afetam a polpa.

Malézieux e Bartholomew (2003) identificaram a presença de pequenas rachaduras entre os frutinhos de abacaxi em desenvolvimento com deficiência de boro. Ramos (2006), ao cultivar abacaxis da cultivar Imperial em condições de deficiência de boro, observou rachaduras entre os frutinhos, excrecências corticosas e deformações

nos frutos. Siebeneichler *et al.* (2008) complementaram essas descobertas ao estudar também o abacaxi ‘Pérola’ com deficiência de boro, esses autores notaram sintomas mais intensos em frutos induzidos artificialmente, incluindo deformações, ausência de coroa, rachaduras e excesso de excrescências corticosas. Dell e Huang (1997) abordaram a má-formação dos frutos, destacando que pode resultar em deformações ou senescência prematura da parede celular, sendo influenciada pela ação do boro na estrutura da parede celular e na funcionalidade da membrana plasmática.

Bonfim Neto (2010) relacionou tais lesões à escassez de boro, identificando-as como um distúrbio fisiológico que impacta o valor comercial da cultivar ‘Turiaçu’. Essas observações destacam a relevância do boro no crescimento saudável dos frutos de abacaxi, com implicações práticas significativas para o manejo da cultura.

Para a variável rendimento de polpa, não foi observado efeito significativo nas cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ nas safras avaliadas (tabela 8), entretanto, na safra 2022, foi identificado o maior rendimento de polpa dos frutos, quando colhido no estágio de maturação pintado. O rendimento de polpa no caso do abacaxi, é indicado pela proporção entre o epicarpo, mesocarpo e a coroa. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o alto teor de polpa é uma das características mais procuradas, seja para comercialização da fruta *in natura* ou para fins industriais, pois esta fração tem um elevado interesse econômico.

Tabela 8: Valores médios de rendimento de polpa dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Rendimento de Polpa (%)	
	2021	2022
‘Turiaçu’	75,25 ^{ns}	72,90 ^{ns}
‘Turipaz’	75,12 ^{ns}	73,06 ^{ns}
CV (%) parcela	2,03	2,76
Verdoso	75,19 ^{ns}	71,78 ^b
Pintado	75,19 ^{ns}	74,17 ^a
CV (%) subparcela	0	2,12

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Para o abacaxi ‘Turiaçu’, Araujo *et al.* (2012) relataram um rendimento de polpa de 64,8%, sendo a média experimental encontrada neste estudo de 70,3%. Resultados semelhantes foram encontrados por Reis *et al.* (2019) que obtiveram rendimento de polpa do abacaxi ‘Turiaçu’ de 74,19% e abacaxi pérola de 76,02%. Küster *et al.* (2017) encontraram resultados diferentes ao caracterizar os frutos do abacaxizeiro 'Vitória' em relação à época de plantio e indução floral, com rendimento de polpa variando de 39% a 45%. Resultados inferiores também foram encontrados por Marques *et al.* (2020) para as cultivares Gigante de Tarauacá 50,83% e Rio Branco (RBR-1) 61,20%.

Os teores de açúcares redutores, expresso em porcentagem de glicose, não apresentaram diferenças significativas entres as cultivares e os estágios de maturação (tabela 9). evidenciando que as duas cultivares apresentam a mesma porcentagem de glicose. Ribeiro *et al.* (2011) avaliaram o teor de açúcares redutores no abacaxi *in natura*, encontrando um valor de 12,24%, valor bastante superior ao encontrado por Costa (2021), para o talo do abacaxi (1,95%), porém, compreensível, visto que é perceptível ao paladar um menor sabor adocicado associado ao talo.

Tabela 9: Teor de açúcares redutores dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Açúcares redutores (%)
	2022
‘Turiaçu’	0,03 ^{ns}
‘Turipaz’	0,03 ^{ns}
CV (%) parcela	15,90
Verdoso	0,03 ^{ns}
Pintado	0,03 ^{ns}
CV (%) subparcela	16,31

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Na safra de 2022, os resultados apresentam variações significativas no pH dos frutos entre os tratamentos, destacando a cultivar ‘Turiaçu’ com maior acidez (4,03). Os frutos colhidos em estágio verdoso registraram o pH mais ácido, atingindo 4,04 (tabela 10). Na safra de 2021, observou-se uma interação significativa entre as

cultivares e os estádios de maturação. Os frutos de ‘Turiaçu’ colhidos em estágio verde apresentaram maior acidez (3,76) comparados a ‘Turipaz’. Frutos da cultivar ‘Turipaz’ quando colhidos em estágio pintado, apresentaram a maior acidez (3,97) comparados ao ‘Turiaçu’.

Tabela 10: Valores médios do pH dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras

		pH		
Variáveis	2022	Variáveis	2021	
			Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	4,03 b	‘Turiaçu’	3,76 b	4,25 a
‘Turipaz’	4,09 a	‘Turipaz’	3,92 a	3,97 b
CV (%) parcela	1,91	CV (%) parcela	3,22	
Verdoso	4,04 b	CV (%) subparcela	2,34	
Pintado	4,08 a			
CV (%) subparcela	1,18			

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Essa variação contrasta com os achados de Bonfim Neto (2010) para a mesma cultivar em diferentes densidades (4,31 a 4,44), indicando a variação do pH em função das condições de cultivo. Valores superiores aos de Santos *et al.* (2020) e inferiores aos de Berilli *et al.* (2014) e de Brito *et al.* (2008) ressaltam a importância de considerar a interação de múltiplos fatores na determinação do pH em frutos.

O pH está associado ao processo de amadurecimento dos frutos e a acidez do abacaxi é principalmente devida aos ácidos cítricos e málico, contribuindo com 80% e 20% da acidez total, respectivamente (Gonçalves, 2000; Chitarra e Chitarra, 2006).

A composição química dos frutos varia ao longo do ano, e embora a produção seja geralmente no verão, a colheita é uniforme ao longo do ano devido à indução química da floração. No verão, as frutas têm menor acidez e maior teor de açúcar. Em contrapartida, os frutos precoces (fora de época) apresentam alta acidez e baixo teor de açúcar, devido à produção ocorrer em meses com temperatura ambiente mais amena (De Brito, 2008).

Para o parâmetro Acidez Total Titulável (ATT) é possível observar que na safra de 2022, os resultados apresentam variações significativas entre os tratamentos,

em que os frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ apresentaram as maiores médias (0,47 g de ácido cítrico por 100 g de polpa) em relação ao ‘Turipaz’, diferindo entre si. Já no estágio de maturação, os frutos pintados foram os que apresentaram as menores médias de ATT (0,43 g de ácido cítrico por 100 g de polpa), diferindo dos frutos verdesos (tabela 11). Na safra de 2021, observou-se uma interação significativa entre as cultivares e os estádios de maturação. Os frutos de ‘Turipaz’ colhidos em estágio pintado apresentaram maiores médias (0,55 g de ácido cítrico por 100 g de polpa) comparados a ‘Turiaçu’.

Tabela 11: Valores médios da Acidez Total Titulável dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras

		ATT		
Variáveis	2022	Variáveis	2021	
			Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	0,47 a	‘Turiaçu’	0,53 ^{ns}	0,39 b
‘Turipaz’	0,43 b	‘Turipaz’	0,51 ^{ns}	0,55 a
CV (%) parcela	10,32	CV (%) parcela	10,04	
Verdoso	0,47 a	CV (%) subparcela	8,24	
Pintado	0,43 b			
CV (%) subparcela	9,04			

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Os frutos das duas cultivares apresentaram médias de ATT semelhantes às encontradas por Aguiar Júnior (2014) para a cultivar ‘Turiaçu’ (0,47 g de ácido cítrico por 100 g de polpa) e inferior ao encontrado por Reis *et al.* (2019) para cultivar ‘Turiaçu’ verdoso (0,545 g de ácido cítrico por 100 g de polpa) e para cultivar Pérola verde (0,775 g de ácido cítrico por 100 g de polpa). Independente do estágio de maturação, os frutos apresentaram acidez inferior aos do genótipo ‘FR632’ colhidos verde (0,77) e maduro (0,85 g de ácido cítrico por 100 g de polpa) (Viana *et al.*, 2020), a cultivar Smooth Cayenne com valores de 0,85 g de ácido cítrico por 100 g de polpa e cultivar Vitória com valores de 0,81 g de ácido cítrico por 100 g de polpa (Bengozi *et al.*, 2007; Berilli *et al.*, 2014). Esta é uma característica altamente desejável, pois o balanço da relação SST/ATT revela o sabor, um equilíbrio entre doçura e acidez e representa um atrativo maior para o consumidor.

Até recentemente, em torno de uma década, os frutos de abacaxi Turiaçu tradicional eram colhidos maduros (entre os estágios colorido e amarelo), em que os teores de SST eram muito elevados (acima de 16 °Brix) e de ATT muito baixos (abaixo de 0,40) (Araujo et al., 2012), resultando em frutos extremamente doces e mesmo com sabor alterado. Os referidos estádios de maturação também deixavam pouca margem de tempo para comercialização dos frutos e, em muitos casos, ocorriam perdas devido problemas de conservação.

Os valores de ATT obtido dos frutos de abacaxi da cv. ‘Turipaz’ foram os menores, entretanto, estes também se encontram dentro dos padrões de regulamentações do MAPA (2018), que exige limite mínimo de 0,3 de ácido cítrico g/100 g de polpa.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) variaram entre as diferentes cultivares nas duas safras, seguindo a mesma proporção, sendo notável que os frutos da cultivar ‘Turiaçu’ registraram os maiores valores de SST, atingindo 14,74 e 14,56 °Brix, seguidos pelos 13,56 e 13,76 °Brix da cultivar ‘Turipaz’. No estágio de maturação pintado, observaram-se os valores mais elevados de SST, contrastando com os colhidos no estágio verdoso, como indicado na tabela 12.

Tabela 12: Valores médios dos sólidos solúveis totais dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Variáveis	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	
	2021	2022
‘Turiaçu’	14,74 a	14,56 a
‘Turipaz’	13,56 b	13,76 b
CV (%) parcela	5,09	3,92
Verdoso	12,67 b	12,78 b
Pintado	15,63 a	15,55 a
CV (%) subparcela	5,08	4,50

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

Os resultados para ‘Turiaçu’ se aproximam dos achados de Araújo *et al.* (2012), mas são inferiores aos de Reis *et al.* (2019) para a cultivar ‘Turiaçu’ em ponto

de maturação verdoso (15,2 °Brix). Quanto à ‘Turipaz’, apesar de apresentar os menores teores de SST no estágio verdoso, está em conformidade com as regulamentações do MAPA (2018), que estabelecem um mínimo de 11 °Brix para a colheita. A elevada temperatura e a escassez de chuvas durante a época de maturação na região (agosto a novembro) podem ter contribuído para os resultados favoráveis, conforme observado por Araujo et al. (2012), explicando o acúmulo dos altos teores de sólidos solúveis totais nos frutos cultivados nessa região.

Os teores de sólidos solúveis em frutos de abacaxi estão correlacionados com diversos fatores, como os dias de armazenamento e o estágio de maturação, conforme destacado por Shamsudin *et al.* (2009). A composição do açúcar no abacaxi pode ser influenciada pela época de cultivo, afetando as enzimas relacionadas ao metabolismo da sacarose, como indicado por Zhang *et al.* (2011).

Gonçalves e Carvalho (2000) afirmaram que a exposição a luminosidade alta durante o amadurecimento favorece a produção de sólidos solúveis, fato observado por Aguiar Junior (2014), que afirmou que muita nebulosidade e chuva não se formam nas áreas de cultivo entre outubro e dezembro, não havendo influência da nebulosidade na região de plantio resultando em frutos com maiores valores de sólidos solúveis totais.

Viana *et al.* (2020) também encontraram valores de SST maiores para frutos de abacaxi do genótipo FRF 632 colhidos no estágio de maturação amarelo (14,26 °Brix) do que no estágio verdoso (8,84 °Brix). Os elevados teores de SST no estágio amarelo pode estar relacionado ao grau de amadurecimento do fruto, uma vez que durante a evolução ou maturação do fruto, há um aumento da concentração de açúcares simples provenientes da hidrólise do amido (acumulado na fase de crescimento do fruto), até o completo amadurecimento (Ogawa, 2016).

Na safra de 2022, os frutos colhidos em estágio pintado mostraram um efeito significativo no parâmetro relação SST/ATT, sendo superiores aos colhidos em estágio verdoso. Já na safra de 2021, houve uma interação significativa entre as cultivares e os estágios de maturação nos frutos colhidos também em estágio pintado. Nesse contexto, a cultivar ‘Turiaçu’ se destacou, apresentando uma média superior em comparação com a cultivar ‘Turipaz’ (tabela 13).

A relação SST/AT é fundamental em produtos cítricos, pois os ácidos orgânicos que conferem acidez e os carboidratos responsáveis pelo sabor doce competem pelos mesmos receptores nos poros gustativos da língua, influenciando a percepção do sabor e indicando o estágio de maturação (Aguiar Júnior, 2010).

Tabela 13: Valores médios da relação SST/ATT (Ratio) dos frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estádios de maturação e duas safras.

Relação SST/AT (Ratio)				
Variáveis	2022		2021	
			Verdoso	Pintado
‘Turiaçu’	31,23 ^{ns}			
‘Turipaz’	32,09 ^{ns}			
CV (%) parcela	12,53			
Verdoso	27,14 b			
Pintado	36,17 a			
CV (%) subparcela	10,81			
		Variáveis		
		‘Turiaçu’	25,31 ^{ns}	41,20 a
		‘Turipaz’	23,11 ^{ns}	28,06 b
		CV (%) parcela	10,60	
		CV (%) subparcela	9,61	

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste tukey e ns = não significativo pelo teste F.

A média experimental da relação SST/AT encontrada foi considerada elevada em comparação com outras cultivares nacionais. Este valor elevado da relação SST/ATT no abacaxi ‘Turiaçu’ deve-se principalmente à sua baixa acidez, que intensifica a percepção de doçura em relação a outras variedades. Comparativamente, Araujo *et al.* (2012) reportaram uma relação de 42,3 para ‘Turiaçu’; ‘Pérola’ apresentou valores de 27,17 (Abílio *et al.*, 2009) e 22,17 (Berilli *et al.*, 2011); ‘Smooth Cayenne’ apresentou 30,43 (Abílio *et al.*, 2009), 31,09 no verão, 29,74 no inverno e 22,50 na estação chuvosa (Joomwong, 2006); e ‘Vitória’ apresentou 19,80 (BERILLI *et al.*, 2011).

Comparando os resultados da relação SST/AT desta pesquisa com os de Araujo *et al.* (2012) (42,3), observa-se uma redução; contudo naquele trabalho foi utilizado frutos no estágio colorido, cuja ATT era mais baixa. Mesmo assim, a relação SS/ATT obtida neste estudo é superior à de outras cultivares comercializadas nacional e internacionalmente. Os valores elevados da relação SST/AT para ‘Turiaçu’ e a ausência de variação sazonal sugerem uma qualidade organoléptica consistente ao longo do ano.

A relação SST/AT foi significativamente afetada pelo ponto de maturação. Joomwong (2006) demonstrou que os abacaxis ‘Smooth Cayenne’ colhidos no inverno apresentam uma relação SST/AT menor em comparação com outras estações. Pereira *et al.* (2009) indicaram que os maiores valores dessa relação foram encontrados em frutos que se desenvolveram em períodos com boa disponibilidade de água.

Os resultados da análise apontaram uma interação significativa entre os tratamentos, evidenciando que a cultivar ‘Turiaçu’ apresentou uma concentração mais elevada de bromelina na polpa em comparação com o ‘Turipaz’ colhido no estágio de maturação pintado. Nos frutos colhidos no estágio verdoeiro, as médias foram consideradas equivalentes entre si, conforme figura 7. É importante notar que a bromelina não está presente nos estágios iniciais de crescimento dos frutos, mas seu conteúdo aumenta rapidamente, mantendo-se elevado até a maturidade e diminuindo ligeiramente quando maduro (Ferreira *et al.*, 2017).

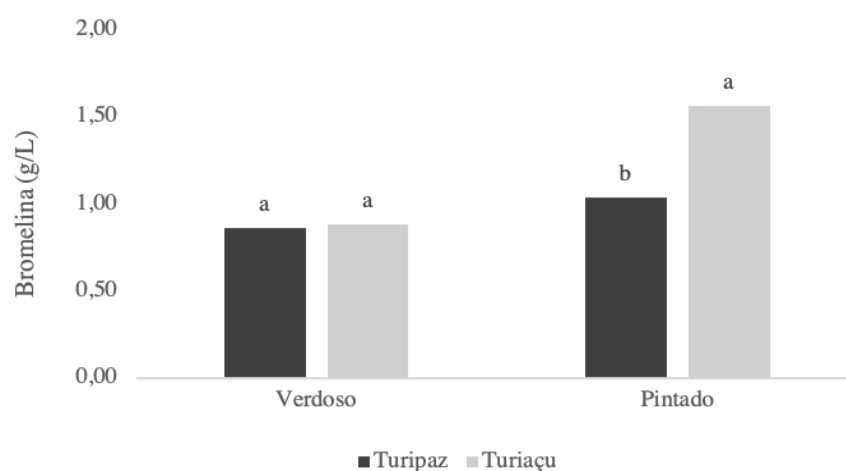


Figura 7 – Valores médios da atividade da bromelina de frutos de abacaxi das cultivares ‘Turiaçu’ e ‘Turipaz’ em dois estágios de maturação.

O estudo conduzido por Abilio *et al.* (2009) destaca a potencial utilização de resíduos de abacaxi, notadamente as cascas provenientes das indústrias de conservas e sucos, para a produção de bromelina. Os resultados revelaram que, com exceção do abacaxi Imperial, as cascas forneceram valores de atividade proteolítica e teores de proteínas consideravelmente superiores em comparação com suas respectivas polpas. Essa descoberta sugere a viabilidade econômica e ambiental de aproveitar esses resíduos como matéria-prima valiosa para a obtenção de bromelina. Ao contrário da papaína, a bromelina demonstrou ser uma enzima estável, não sendo afetada pelo amadurecimento do fruto, conforme enfatizado por Novaes (2013). Este aspecto ressalta ainda mais a relevância dos resíduos industriais de abacaxi na produção sustentável de bromelina.

5 CONCLUSÕES

Os frutos das cultivares estudadas apresentam maior massa e rendimento de polpa quando colhidos no estágio de maturação pintado. Este estágio de maturação é especialmente benéfico para a cultivar ‘Turiaçu’, que demonstra maior teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e bromelina, indicando sua aptidão para aplicações industriais.

A cultivar ‘Turipaz’ destaca-se por atender aos padrões de mercado, permitindo sua comercialização unitária. Além disso, apresenta formato mais cilíndrico, menor diâmetro do eixo central e baixa incidência de lesões corticosas, o que reforça seu potencial para o mercado de frutos *in natura*.

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, G. M. F.; HOLSCHUH, H. J.; BORA, P. S.; OLIVEIRA, E. F. de. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. **Rev. Bras. Frutic.** v. 31, n. 4, p. 1117-1121, 2009.
- AGUIAR JÚNIOR, R. A. **Desenvolvimento vegetativo, expansão da colheita e qualidade de frutos de abacaxi ‘Turiaçu’ em função da época de plantio e mulching.** Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 122f, 2014.
- AGUIAR JÚNIOR, R. A.; ARAUJO, J. R. G.; CHAVES, A. M. S.; SILVA, A. G. P.; FIGUEIREDO, B. T.; GUISTEM, J. M.; REIS, F. de O. **Avaliação de espaçamentos no sistema de plantio em fileiras duplas para a cultura de abacaxi Turiaçu.** Revista Brasileira de Fruticultura (Impresso), 2010.
- AHMAD, Mudasir et al. Effect of green tea powder on thermal, rheological & functional properties of wheat flour and physical, nutraceutical & sensory analysis of cookies. **Journal of food science and technology**, v. 52, p. 5799-5807, 2015.
- ALMEIDA, D. B. **Caracterização biométricas e físico-química do abacaxi Turiaçu.** São Luís: Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão, 49p, 2000.
- ALMEIDA, E. I. B.; FERRÃO, G. E.; MARQUES, J.I; SOUSA, W. S. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções.1. ed. São Luís: EDUFMA, 2020.
- ANAND, Santosh; BARUA, M. K. Modeling the key factors leading to post-harvest loss and waste of fruits and vegetables in the agri-fresh produce supply chain. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 106936, 2022.
- ANDRADE, M.G.; SILVA, S.M.; SOARES, L.G.; LIMA, R.P.; SOUZA, A.S.B.; MELO, R.S. Aspectos de qualidade de infrutescência dos abacaxizeiros “Pérola” e “Vitória”. **AGROTEC. Revista Agropecuária Técnica.** V.36, n.1, p. 96-102, 2015.
- ANDRADE, M.G.S.; SILVA, S.M.; SOARES, L.G.; LIMA, R.P.; SOUZA, A.S.B.; MELO, R.S. **Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros ‘Perola’ e ‘Vitória’.** Revista Agropecuária Técnica – AGROTEC, v.36, n.1, p.96-102, 2015.
- ARAUJO, J. R. G.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N. Fruteiras nativas - ocorrência e potencial de utilização na agricultura familiar do Maranhão. In: MOURA, E.G. (Coord). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil.** São Luís: UEMA/IICA. 2a Ed. 257-312 p. 2006.
- ARAUJO, J. R. G.; SILVA, U. O.; FIGUEIREDO, B. T.; CHAVES, A. M. S.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N. dos; COSTA, O. L. F.. **Perfil tecnológico e socioeconômico de agricultores tradicionais de abacaxi Turiaçu no**

Maranhão. In: Anais do XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Vitória, ES, v. 1, 2008.

ARAUJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A.A.; CHAVES, A.M.S.; REIS, F.O.; MARTINS, R.M. **Abacaxi ‘Turiaçu’: cultivar tradicional nativa do maranhão.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.34, n.4, p.1270-1276, 2012.

ARAUJO, J.R.G.; MARTINS, M.R.; SANTOS, F. N. Fruteiras nativas - ocorrência e potencial de utilização na agricultura familiar do Maranhão. 2ed. In: MOURA, E.G. (Coord.). **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil.** São Luís: UEMA/IICA, p.257-312, 2007.

BANERJEE, S.; Ranganathan, V.; Patti, A.; Arora, A. Valorisation of pineapple wastes for food and therapeutic applications. **Trends in food science & technology**, v. 82, p. 60-70, 2018.

BARREIRAS, Vinicius Reis. O desperdício de alimentos no Brasil e possíveis soluções. Monografia (Curso de Administração), Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 68p, 2023.

BEELMAN, R. B.; GALLANDER, J. F. Wine deacidification. In: **Advances in Food Research.** Academic Press, 1979. p. 1-53.

BELLO, S., A. Julca, C. Echevarria e R. Cruz. Efeito do nitrogênio no abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus* L. Merr.) 'Cayena Lisa' em Chanchamayo, Peru. J. Interamer. Soc. Trop. Hortic. V.56, p. 20-24, 2015.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 540-545, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/5231>>.

BENUCCI, Ilaria et al. Bromelain from pineapple stem in alcoholic–acidic buffers for wine application. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1349-1353, 2011.

BERILLI, S. D. S.; FREITAS, S. D. J.; SANTOS, P. C. D.; OLIVEIRA, J. G. D.; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 503-508, 2014.

BONFIM NETO, A. L. **Caracterização do sistema tradicional “tacuruba” de produção de abacaxi ‘Turiaçu’: Perfil dos agricultores familiares e perspectivas de inovação tecnológica.** Dissertação (Mestrado em agroecologia). 106f, 2010.

BORRACINI, H. M. P. **Estudo do processo de extração da bromelina por micelas reversas em sistema descontínuo.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo / Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. **Instruções para**

Execução dos Ensaio de Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Abacaxizeiro (Ananas comosus (L.) Merrill). 2003.

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. Imperial, nova cultivar de abacaxi. Cruz das Almas: Embrapa - CNPM, 4p, 2005.

CAETANO, L., J. VENTURA, A. COSTA E R. GUARÇONI. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitoria'. **Rev. Bras. Frutic.** v. 35, n. 3, p. 883-890, 2013. Doi: 10.1590/S0100-29452013000300027.

CARVALHO, L.M.J., DELIZA, R., SILVA, C.A.B., MIRANDA, R.M., MAIA, M.C.A. Identifying the adequate process conditions by consumers for pineapple juice using membrane technology. *Journal of Food Technology*. v. 1, n. 4, p. 150–156, 2003.

CHAIKAKDANUGULL, CHITSUDA; THEERAKULKAIT, CHOCKCHAI; WROLSTAD, RONALD E. Pineapple juice and its fractions in enzymatic browning inhibition of banana [Musa (AAA Group) Gros Michel]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 10, p. 4252-4257, 2007.

CHAKRABORTY, A. J. et al. **Bromelain a Potential Bioactive Compound: A Comprehensive Overview from a Pharmacological. Perspective Life**, v. 11, n. 4, 317p, 2021.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 256 p., 2006.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. 2a ed. revista e ampliada. Lavras: UFLA, 785p, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. p.320, 1990.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Compêndio de Estudos Conab – v.24, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab>. Acesso em: 26 jun. 2024.

COSTA, Y. A; SOUSA O. L. C. Secagem de subproduto gerado na agroindústria de processamento do abacaxi pérola. **DESVENDANDO A ENGENHARIA: SUA ABRANGÊNCIA E MULTIDISCIPLINARIDADE-VOLUME 2**, v. 2, n. 1, p. 409-424, 2021.

COUTO, Daniel Simões. **Avaliação da qualidade de suco de abacaxi (Ananas comosus L. merr cv. Smooth Cayenne) concentrado por osmose inversa**. 2008.

CRESTANI, M.; BARBIERIII, R. L; HAWERROTHI, F. J; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A. C. Das américas para o mundo – origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro – revisão bibliográfica. **Ciência rural**, santa maria, v. 40, n. 6, p.1473-1483, 2010. ISSN 0103-8478

CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S.; **O Abacaxizeiro. Cultivo, agroindústria e economia. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA)**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 480p, 1999.

D'EECKENBRUGGE, G.C.; LEAL, F. Morphology, Anatomy and Taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D.P., PAULL, R.E., ROHRBACH, K.G. (eds). The pineapple: botany, production and uses. Honolulu: CABI Publishing, Cap. 2, p. 13 – 32, 2003.

DE BRITO, C. A. K; SIQUEIRA, P. B; PIO, T. F; BOLINI, H. M.A; SATO, H. H. Caracterização físico-química, enzimática e aceitação sensorial de três cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 2, 2008.

DEL, B.; HUANG, L. Physiological response of plants to low boron. **Plants and Soil**, Dordrecht, v.193, p.103- 120, 1997.

DEVAKAT, R. V.; PATIL, V. V.; WAJE, S. S.; THORAT, B. N.; DEVAKATE, R.V; PATIL, V.V; WAJE, S.S; THORAT, B.N. Purification and drying of bromelain. **Separation And Purification Technology**, v. 64, n. 3, p. 259–264, 2009. doi:10.1016/j.seppur.2008.09.012.

DIFONZO, G. et al. Characterisation and classification of pineapple (Ananas comosus [L.] Merr.) juice from pulp and peel. **Food Control**, v. 96, p. 260-270, 2019.

DINIZ, M. P. F. **Aproveitamento da casca de abacaxi no preparo de fermentado alcoólico**. 27 f. Monografia – (Curso de Tecnólogo em Agroecologia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/648/1/Mith%20Phillpe%20Ferreira%20Diniz.pdf>. Acesso em: 26 jun. 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. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT 2019**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 25/04/2023.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT2022**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 25 jun.2024.

FERREIRA, E. B., NOGUEIRA, A. N., PAULA, M. C., LIMA, M. P. S. **ExpDes.pt: experimentais designs package. R package version (1.1.2)**. 2013. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes/index.html>> Acesso em: 27 Jun. 2024.

FERREIRA, L. A. A utilização de resíduos das agroindústrias de suco de abacaxi para a produção de bromelina. **Revista Sítio Novo**, v. 1, p. 247-257, 2017.

GERUM, AFA de A. et al. Fruticultura tropical: potenciais riscos e seus impactos. 2019.

GIACOMELLI, E. J.; PY, C. **Abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 101 p, 1981.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa/CTT, p. 13-27, 2000.

GRANADA, G. G.; ZAMBLAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p. 405 – 422, 2004.

HALE, L.P; GREER, P. K; TRINH, C.T; JAMES, C. L. Proteinase activity and stability of natural bromelain preparations. **Int. Immunopharmacol.**, v.5, n. 4, p. 783-793, 2005. Doi:10.1016/j.intimp.2004.12.007

HOUNHOUIGAN, Menouwesso H. et al. Effect of processing on the quality of pineapple juice. **Food Reviews International**, v. 30, n. 2, p. 112-133, 2014.

HUANG, Y.-L.; CHOW, C.-J.; FANG, Y.-J. Preparation and physicochemical properties of fiber-rich fraction from pineapple peels as a potential ingredient. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 19, n. 3, p. 4, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2024

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2021**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 20 jun. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2018**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 20 jun. 2024

INMET. **CATÁLOGO DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/paginas/catalogoaut>. Acesso em: 28 jun. 2024.

JOOMWONG, A.; SORNSRIVICHAI, J. Impact of cropping season in Northern Thailand on the quality of Smooth Cayenne pineapple. II. Influence on physicochemical attributes. **International Journal of Agriculture e Biology**, v. 8, p. 330-336, 2006.

JULIAN, H.; Khoiruddin, K. Pineapple juice acidity removal using electrodeionization (EDI). **Journal of Food Engineering**, v. 304, n. 5, p. 110595, 2021. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110595

JUNIOR, A. S. B.; LOPES, D. P.; MURIBECA, A. J. B.; SOUZA, R. F. Parâmetros físico-químicos como descritores de qualidade do abacaxi Pérola produzido em Salvaterra – Marajó/PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 16, n 1, p. 3788-3814, 2022.

KUMAR, A.; MANGLA, S.K; KUMAR, P; KARAMPERIDIS, S. Challenges in perishable food supply chains for sustainability management: A developing economy perspective. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 5, p. 1809-1831, 2020.

KUSTER, I. S.; ALEXANDRE, R. S.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, E. R.; ARANRES, L. O.; BONOMO, R.; KLEM, D. L. B. Influência da época de plantio e indução floral na qualidade de frutos de abacaxi 'Vitória'. **Revista Ifes Ciência**, v. 2, p.1-25, 2017.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LENEVEU-JENVRIN, C, CHARLES, F.; BARBA, F.J.; REMIZE, F. Role of biological control agents and physical treatments in maintaining the quality of fresh and minimally-processed fruit and vegetables. **Crit Rev Food Sci Nutr**.v.60, n.17, p. 2837-2855,2020. Doi:10.1080/10408398.2019.1664979

LICODIEDOFF, S. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físicoquímicas e sensoriais da geleia de abacaxi (Ananás comosus (L.) Merrill)** Dissertação de Mestrado UFPR Curitiba, PR, 119 f, 2008.

LIMA, V. P.; REINHARDT, D. H.; COSTA, J. A. Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cv. Pérola - 2: análises de crescimento e de correlações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 101-107, 2002.

LISBOA, C. S.; PINHEIRO, G. V.; FURTADO, S. P.; JUNIOR, A. C. V. N., OLIVEIRA, F. R; ARAÚJO, J. R. G. **Actas Portuguesas de Horticultura**, v. 1, p. 157-163, 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 542p. 2002.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. The pineapple, botany, production and uses. **plant nutrition**. cap 7, p.143-165, 2003. DOI:10.1079/9780851995038.0143

MALDONADE, Iriani R.; DE CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, Nathalie A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. 2013.

MANETTI, L. M.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE, J. R. A. Metabólitos secundários da família *bromeliaceae*. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1885–1897, 2009.

MANICA, I; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes**. 373p, 2000.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 37**, Edição 194, Seção: 1. p. 23, 2018. Disponível: <https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612> Acesso em: 28 de jun. 2024

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Estatísticas de comércio exterior**.2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MATOS, A. P. Abacaxi produção: aspectos técnicos. **Embrapa Mandioca e Fruticultura/Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, p. 17-51, 2000.

MARQUES, D. D.; MENEZES, R.S.; SARTOLI, R. A.; CARVALHO, C. E. G. Análises físicas e físico-químicas de duas cultivares de abacaxi do estado do Acre: Gigante-de-Tarauacá e Rio Branco. **Brazilian journal of development**. v. 6, n.4, p. 16674, 2020.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; De MARTIN, Z.J.; SOUZA, A. J. (Jr); LARA, J.C.C.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; MARQUES, J. F. Abacaxi cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos., 2 ed. **rev. ampl. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 285 p, 1987.

MOHD, M.; HASHIM, N.; AZIZ, A. A.; LASEKAN,O. Pineapple (Ananas comosus): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. **Food Research International**, v. 137, n. 3, p. 109675, 2020. DOI:10.1016/j.foodres.2020.109675

MONTALVO-GONZÁLEZ, E., AGUILAR-HERNÁNDEZ, G., HERNÁNDEZ-CÁZARES, AS, RUIZ-LÓPEZ, II, PÉREZ-SILVA, A., HERNÁNDEZ-TORRES, J., & VIVAR-VERA, M. DE LOS Á. Produção, propriedades químicas, físicas e tecnológicas da fibra alimentar antioxidante do bagaço de abacaxi e efeito como ingrediente em embutidos. **CYTA - Journal of Food** , v. 16, n. 1, p.831–839, 2018. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1465125>.

MORAES, I. V. M. **Produção de polpa de fruta congelada e suco de frutos**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2021.

NASCENTE, A.S.; COSTA, R.S.C da; COSTA, J.N.M. Cultivo do Abacaxi em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodAbacaxiRO/autores.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2024.

NASCIMENTO, A.L. **Desenvolvimento e Análise de Geleia de polpa e casca de abacaxi com gengibre**. Monografia (Curso de Farmácia)- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco, Luz, MG, 54p, 2017.

NOGUEIRA, S. R. Fungicidas no controle de fusariose do abacaxi no estado de Tocantins, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 447-455, 2014.

NOVAES, L. C. DE. L. **Extração de bromelina dos resíduos de abacaxi (Ananas comosus) por sistemas de duas fases aquosas e sua aplicação em hidrogel polimérico**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo,2013.

OGAWA, E. M. **Perfil Químico Associado ao Diferentes Estádios de Maturação do Abacaxi cv. Vitória Por ESI (-) FT-ICR MS e Estudo de Suas Atividades Biológicas na quimioprevenção de câncer.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 63p, 2017.

OMOTOSO, S.; AKINRINDE, E. Efeito de nitrogênio em alguns parâmetros de crescimento, rendimento e qualidade de frutas em abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr.) planta em Ado-Ekiti Southwestern, Nigéria. **Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci.** v. 3, n. 1, p. 11-16, 2013.

PAULA, F. J.; GUINE, R. P.; CRUZ-LOPES, L.; DUARTE, A. C.; FRAGATA, A. O.; REIS, M. A. Effects of pre-and post-harvest factors on the selected elements contents in fruit juices. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 33, n. 4, p. 384-391, 2015.

PELEGRINE, Daniela Helena; VIDAL, José Raniera Mazile Bezerra; GASPARETTO, Carlos Alberto. Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola). **Food Science and Technology**, v. 20, p. 128-131, 2000.

PEREIRA, A. P. A. **Fisiologia Pós-Colheita de abacaxi Pérola e ‘Turiaçu’: um estudo comparativo.** Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 83f, 2013.

PEREIRA, M. A. B. et al. Quality of pineapple commercialized by Cooperfruto: Miranorte/Tocantins/Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 4, p. 1049-1053, 2009.

PITT, John I. et al. **Fungi and food spoilage.** New York: Springer, 2009.

PONCIANO, N.J.; CONSTANTINO, C.O.R, SOUZA, P.M.; DETMANN, E. **Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cultivar perola na região Norte Fluminense.** *Caatinga, Mossoró*, v.19, n.1, p.82-91, 2006.

RAMOS, M. J. M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em abacaxizeiro cultivar imperial. Tese (Doutorado em produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 95f, 2006.

RASHVAND, M.; ALTIERI, G.; GENOVESE, F.; LI, Z.; RENZO, G. C. D. Numerical simulation as a tool for predicting mechanical damage in fresh fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 187, p. 111875, 2022.

RATTANATHANALERK, M; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food engineering**, v. 66, n. 2, p. 259-265, 2005.

RAZZAQUE, A. H. M.; HANAFI, M. M. Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. **Fruits**, v. 56, n. 1, p. 45-49, 2001.

REINHARDT, D. H. Abacaxi-práticas pós-Indução floral que podem aumentar o tamanho do fruto. Documentos, **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, 19p, 2021.

REINHARDT, D. H., MEDINA, V. M., CALDAS, R. C., CUNHA, G. A. P. DA ., ESTEVAM, R. F. H. Gradientes de qualidade em abacaxi'Pérola'em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 544-546, 2004.

REIS, F. O, ARAUJO; J. R. G., BRAUN, H.; NEVES JUNIOR, A. C. V.; PEREIRA, A. P. A. Fruit quality of a traditional pineapple cultivar ('Turiaçu') compared to the most popular cultivar (Pérola) in Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 4, p. 546-551, 2019.

REIS, RÉGILLA MARTINS FEITOSA DOS. **Qualidade dos frutos e reação à fusariose de seleções clonais de abacaxi 'Turiaçu'**. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão. São Luís – MA, 68p. 2020.

RIBEIRO, W.S.; BARBOSA, J.A.; CARNEIRO, G.G.; LUCENA, H.H.; ALMEIDA, E.I.B. Controle do fungo penducular do abacaxi pérola. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.13, n.1, p.1-6, 2011.

ROGÉRIO, M. C. P., BORGES, I., NEIVA, J. N. M., RODRIGUEZ, N. M., PIMENTEL, J. C. M., MARTINS, G. A., RIBEIRO, T. P., COSTA, J. B., SANTOS, S.F. & CARVALHO, F. C. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1 Consumo, digestibilidade parente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007. doi: 10.1590/S0102-09352007000300032

ROSA NETO, C.; SILVA, F.; ARAUJO, L. V. **Aspectos do setor de produção e comercialização da cadeia produtiva do abacaxi em Rondônia: um estudo exploratório**. 2020.

ROSA, O. O.; CARVALHO, E. P. Características microbiológicas de frutos e hortaliças minimamente processados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.34, n.2, p.84-92, jul./dez. 2000.

SAGAR, N. A; PAREK, S.; SHARMA, S.; YAHIA, E. M.; LOBO, M. G. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 17, n. 3, p. 512-531, 2018.

SAMPAIO, A. C.; FUMIS, T. F.; LEONEL, S.; Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 816-822, 2011.

SANTOS, A. W. O. **Controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. 'Turiaçu' fertilizando com boro**. Dissertação (Mestrado em

agroecologia). 2013.90f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão, 2013.

SANTOS, A.W.O. 2013. Controle de lesões corticosas na casca e qualidade de frutos de abacaxi cv. ‘Turiçu’ fertilizado com boro. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). 2013. 90f. – Centro de ciências agrárias, Universidade Estadual do Maranhão.

SANTOS, M. D. S. D. **Cultivo de abacaxi cv. ‘Turiçu’ sob níveis de calagem e boro em Latossolo Amarelo Distrófico**. Monografia (Curso de Agronomia), UFMA, Chapadinha, Maranhão, p.28, 2020.

SELANI, Miriam Mabel et al. Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement. **Food chemistry**, v. 163, p. 23-30, 2014.

SHAMSUDIN, R.; DAUD, W, R.W.; TAKRIF, M, S.; HASSAN, O. Rheological properties of Josapine pineapple juice at different stages of maturity. **International journal of food science & technology**, v. 44, n. 4, p. 757-762, 2009.

SIDALC, BDAGBAMB. Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas. Grado acad.: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, DF (Brazil). P. imprensa: Brasília, DF (Brazil). EMBRAPA Informação Tecnológica. 123 p, 2003.

SIEBENEICHLER, S. C; MONNERAT, P. H. e SILVA, J. A. da. Deficiência de boro na cultura do abacaxi “Pérola”. **Acta Amazonica**. Manaus - AM: v. 38, .4, p.651-656, 2008.

SILVA, C. R. R. Fruticultura tropical, UFLA/FAEPEP, Lavras, 230 p. 2001

SILVA, M. P.; PAULA, M. M. O.; REIS, D.J.; SILVA, V. R. O.; OLIVEIRA, F. C. Avaliação sensorial de refrigerante de abacaxi (*Ananás comosus*) com hortelã (*Mentha x Villosa*), **Higiene Alimentar**, v. 33, n. 289, 506-5010, 2019.

SOUZA, A.; ARAUJO, M.; GUIMARÃES, C.; OLIVEIRA, R. Utilização de subprodutos do abacaxi (*Ananás comosus*L. Merrill) na dieta animal. **Revista Novos Desafios**, v. 1, n. 1, p. 44-55, 2021.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão formosa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n.1, p. 47-50, jan./abr., 2001.

TOURNAS, V. H.; HEERES, J.; BURGESS, L. Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. **Food microbiology**, v. 23, n. 7, p. 684-688, 2006.

UNB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **História do abacaxi**. 2016. Disponível em: <https://web.unb.br/2016-07-22-12-22-22>. Acesso em: 20 jun. 2024.

- VAGNERON, I., G, FAURE.; LOEILLET, D. Existe um piloto na cadeia? Identificando os principais impulsionadores de mudança no setor de abacaxi fresco, 2005. Disponível em: <http://www.cirad.fr.com.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2024.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CAETANO, L. C. S. Abacaxi 'vitória': uma cultivar resistente à fusariose. *Revista Brasileira de Fruticultura (Impresso)*, v. 31, p. 1-2, 2010.
- VIANA, E. D. S.; REIS, R. C.; ROSA, R. C. C.; PÁDUA, T. R. P. D.; Matos, A. P. D. Quality and sensory acceptance of 'Pérola' pineapple grown in soil with application of organic fertilizer. *Ciência Rural*, v. 49, 2019.
- VIANA, E. S.; SASAKI, F. F. C.; REIS, R. C.; JUNGHANS, D. T.; GUEDES, I. S. A.; SOUZA, E. G. Quality of fusariosis-resistant pineapple FRF 632, harvested at different maturity stages. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 2, p. 541-549, 2020.
- VIEIRA, E. L. Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças. Bahia, ago.2019.
- VIEIRA, L. M.; DA SILVA, J. R. M.; OLIVEIRA, L. N.; SOUZA, Á. P. S.; MORAIS, M. C. Bromelina extraída do abacaxi-uma revisão. *Referências em Saúde do Centro Universitário Estácio de Goiás*, v. 3, n. 02, p. 53-60, 2020.
- WANDERLEY, N. **Raízes históricas do campesinato brasileiro**. In: TEDESCO (Org) *Agricultura familiar: realidade e perspectivas*. Passo Fundo- RS: UFP, 405 p, 2001.
- WIDODO, Kunkoro H. et al. A periodical flowering–harvesting model for delivering agricultural fresh products. *European Journal of Operational Research*, v. 170, n. 1, p. 24-43, 2006.
- WILLIAMS, P.A.; CRESPO, O.; ATKINSON, C.J.E.; ESSEGBEY, G.O. Impact of climate variability on pineapple production in Ghana. *Agriculture & Food Security*, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2017.
- Zhang, X.M.; DOU, M.A.; YANLI, Y.; LQ, D. Dynamic analysis of sugar metabolism in different harvest seasons of pineapple (*Ananas comosus* L. (Merr.)). *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n.14, p. 2716-2723, 2011.
- ZHU, GUANGYONG; YU, GENFA. A pineapple flavor imitation by the note method. *Food Science and Technology*, v. 40, p. 924-928, 2020.