MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS

JOÃO ELIAS LOPES COSTA

EFEITO DA APLICAÇÃO DO *Bacillus subtilis* SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO FRUTO DO ABACAXIZEIRO PÉROLA *Ananas comosus* (L.)

COLINAS DO TOCANTINS
2019

JOÃO ELIAS LOPES COSTA

EFEITO DA APLICAÇÃO DO *Bacillus subtilis* SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO FRUTO DO ABACAXIZEIRO PÉROLA *Ananas comosus* (L.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de pós-graduação *Lato Senso* em Agropecuária Sustentável do Instituto Federal do Tocantins, *campus* Colinas, sob a orientação do Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Agropecuária Sustentável.

COLINAS DO TOCANTINS
2019



Dados da Catalogação Anglo-American Cataloguing Rules – AACR2

C837e

Costa, João Elias Lopes

Efeito da aplicação do *BACILLUS SUBTILIS* sobre as características do fruto do abacaxizeiro pérola *ANANAS COMOSUS (l.)* / João Elias Lopes Costa. – Colinas do Tocantins: Edição do autor, 2019.

34 f.

Impresso por computador (fotocópia)

Monografia (Especialista em Agropecuária Sustentável.) - Programa de Pós-graduação *Lato Senso* em Agropecuária Sustentável, do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Colinas, 2019.

Orientador (a): Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva

1. Frutas – pós-colheita. 2. Abacaxi – pós-colheita. 3. Produtos químicos - pós colheita – frutas. . I. Título.

CDU: 631.56

CDD: 636.2

© 2019, propriedade intelectual do autor

EFEITO DA APLICAÇÃO DO *Bacillus subtilis* SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO FRUTO DO ABACAXIZEIRO PÉROLA *Ananas comosus* (L.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Pós-graduação *Lato Senso* em Agropecuária Sustentável, do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Colinas, como requisito para obtenção do título de Especialista em Agropecuária Sustentável, sob a orientação do Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva.

Aprovado em: _____/_____/_____

Conceito:_____

_____

Prof. Msc. Daniel Santana Colares
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

_____

Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

_____

Prof. Raimundo Filho Freire Brito
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

_____

Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas



RESUMO

O abacaxi pérola é considerado o cultivar mais comercializado no Brasil, principalmente para o consumo *in natura*. O que evidencia a necessidade da implantação de sistemas de produção eficientes, que possam obter frutos de qualidade e atender as atuais exigências do mercado. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do Serenade®, fungicida elaborado a partir da composição do *Bacillus subtilis*. A metodologia utilizada consistiu na aplicação do produto na cultura do abacaxizeiro pérola, após o Tratamento da Indução Floral (TIF), por meio da pulverização do fruto. Os principais resultados demonstraram que os frutos de abacaxi pérola analisados apresentam caraterísticas físicas e químicas que atendem ao mercado consumidor. Dentre as características morfológicas analisadas, a coloração da casca e o peso do fruto apresentaram modificações.

Palavras-chave: controle biológico. pós-colheita. qualidade.



ABSTRACT

The pearl pineapple is considered the most commercialized cultivar in Brazil, mainly for in natura consumption. This demonstrates the need to implement efficient production systems that can produce quality fruits and meet current market requirements. In this context, the present work aims to evaluate the effect of Serenade®, fungicide prepared from the composition of Bacillus subtilis. The methodology used consisted of the application of the product in the culture of the peach pineapple, after the Treatment of Floral Induction (TIF), by spraying the fruit. The main results showed that the analyzed pearl pineapple fruits present physical and chemical characteristics that serve the consumer market. Among the morphological characteristics analyzed, the color of the bark and the weight of the fruit showed modifications.

Key-words: biological control. post-harvest. quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui área de plantio dos abacaxis.....17

Figura 2 - Coloração da casca do fruto na fase de colheita.....26

Figura 3 – Coloração da casca do fruto na fase de pós-colheita 26

Figura 4 – Tratamento T0.....28

Figura 5 – Tratamento T01.....28

Figura 6 – Tratamento T02.....28

Figura 7 – Tratamento T03.....28

Figura 8 – Tratamento T04.....28

Figura 9 – Tratamento T05.....28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8

2. REVISÃO DA LITERATURA 9

2.1 Pós-colheita das Frutas 9

2.2 Pós-colheita de abacaxi 10

2.3 Produtos químicos utilizados na pós-colheita de frutas 12

2.4 Produtos naturais utilizados na pós-colheita de frutas 13

2.5 *Bacillus subtilis* 14

3. MATERIAL E MÉTODOS 16

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 19

4.1 Peso do fruto com coroa 19

4.2 Comprimento do fruto com coroa 21

4.3 Comprimento da coroa 22

4.4 Diâmetro médio do fruto 23

4.6 Sólidos solúveis totais (BRIX) 24

4.7 Coloração da casca 26

4.8 Sanidade pós-colheita 27

5. CONCLUSÃO 29

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

1. INTRODUÇÃO

O abacaxi *Ananas comosus* L. Merri constitui um fruto composto, pertencente ao gênero *Ananas*, da família Bromeliaceae, de considerável valor comercial e originário de regiões tropicais (PEREIRA, 2013). De acordo com Pedreira e Nascimento (2008), o abacaxizeiro representa um dos principais cultivos de frutas tropicais do Brasil, cuja comercialização tem se expandido no mercado mundial, sem expressiva participação do Brasil nesse mercado.

A participação brasileira no mercado externo do abacaxi é considerada insignificante, sendo concentrada apenas em negociações com países do Mercosul, sobretudo Argentina e Uruguai. Acredita-se que os dados mais importantes relacionados a exportação do abacaxi no Brasil são observados em 1998, onde as exportações alcançaram valor médio de US$3.853.644, com quantidade aproximada de 12,3 milhões de ton. Os países compradores, neste caso, resumiram-se a Argentina (92,70%), Uruguai (5,94%), Países Baixos (1,7%), Estados Unidos (0,14%) e outros (0,05%) (EMBRAPA, 2007). O Brasil ocupa lugar de destaque no cultivo desta planta, sendo considerado o segundo maior produtor mundial, respondendo por 15% da produção, correspondendo a 1.470,3 mil toneladas e área plantada de 60.016 há em 2010 (PEREIRA, 2013). Esta produção é destinada, principalmente ao mercado interno sendo os principais estados produtores correspondem ao estado de Minas Gerais, Pará e Paraíba (PEDREIRA; NASCIMENTO, 2008), sendo o Tocantins responsável por 4,2% na produção total de frutos de abacaxi no Brasil, o que corresponde a 66,6 milhões de frutos (SANTOS, 2018).

As principais cultivares de abacaxi exploradas comercialmente no Brasil são a Smooth Cayenne e a Pérola (PEREIRA, 2013). Porém, o tipo Pérola é considerado a mais importante variedade cultivada no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (SANTOS; SANT'ANA; SANTOS, 2014).

O abacaxi pérola apresenta como principais características, o peso do fruto variando entre 1000 a 1500g, podendo alcançar 1800g, com formato cônico e sabor pouco ácido, diferente da cultivar Smooth Cayenne. Além disso, apresenta polpa de cor amarelo-pálida ou branca sucosa, com sólidos solúveis de 14 a 16 °Brix, e firmeza em torno de 10,8N. Possui, quando maduro, pH na faixa de 3,4 a 3,9 e uma relação SST/ATT na faixa de 36,7 e 39,3, como ideal para consumo *in natura* (PEREIRA, 2013).

Segundo Pedreira e Nascimento (2008), estas características são fundamentais para atestar a qualidade dos frutos e devem ser garantidas por meio da implantação de técnicas de cultivo fundamentadas nas boas práticas de produção. Thé *et al.* (2003) ressalta que o aumento da produção brasileira de abacaxi ilustra a necessidade do desenvolvimento de estudos que possam apresentar alternativas capazes de atuar na conservação das características básicas do fruto do abacaxizeiro, nas fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do fungicida bactericida microbiológico elaborado a partir da composição do *Bacillus subtilis* sobre as características morfológicas, bioquímicas e sanitária do fruto do abacaxizeiro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Pós-colheita das Frutas

A pós-colheita de frutas representa a etapa posterior à colheita, que pode ser definida como conjunto de atividades ou procedimentos que tem por finalidade atuar na manutenção do produto fresco e, consequentemente, na garantia da qualidade do fruto. Segundo Santos Filho *et al*. (2014), esta etapa possui grande importância, uma vez que, é responsável por estabelecer princípios de conservação, que atuam na proteção das propriedades físicas e químicas do produto, de modo evitar a perda de seu valor nutritivo e sensorial.

De acordo com Nogueira (2014), o conceito de qualidade está diretamente relacionado a cinco atributos, que compreendem: a aparência visual, a textura o sabor e aroma, o valor nutricional e a segurança alimentar. Entretanto, a garantia destas propriedades depende diretamente de métodos adequados de conservação e manuseio de frutos, uma vez que após a coleta, estes frutos podem sofrer uma série de injúrias mecânicas que, dependendo da sensibilidade do produto, estarão sujeitos a danos (PARISI; HENRIQUE; PRATI, 2012).

Além disso, estão suscetíveis a uma série de transformações endógenas, que tendem a promover alterações nas características específicas do fruto (textura, cor, sabor, aroma, grau de maturação e senescência). Tais alterações podem promover a invasão de patógenos, contribuindo assim, para o rápido desenvolvimento destes microrganismos (SANTOS FILHO e*t al.*, 2014).

Segundo Santos *et al.* (2014), as perdas pós-colheita devem ser eliminadas ou, pelo menos, minimizadas, para evitar a ocorrência de desperdícios financeiros, assim como para aumentar a oferta de produtos. O mesmo autor ressalta ainda, que estas injúrias (mecânicas, patológicas e fisiológicas) nos frutos são, normalmente, resultantes de ações e processos ineficientes nas etapas de transporte, comercialização consumo. Desta forma, deve ser verificada a necessidade de adoção de medidas de controle, e quais seriam as mais apropriadas ao caso (SANTOS FILHO e*t al.*, 2014).

2.2 Pós-colheita de abacaxi

A qualidade do abacaxi constitui um dos principais fatores capazes de prejudicar a exportação brasileira, sendo, portanto, vital para sua efetiva participação no mercado frutícola internacional, uma vez que, este mercado só admite produtos que estejam em boas condições (tamanho, forma, cor, sanidade e odor). Neste contexto, vem surgindo, ao longo dos anos, inúmeros estudos, que visam criar, estabelecer ou avaliar possíveis métodos que possam manter a qualidade e aumentar a vida útil do abacaxi, na pós-colheita (EMBRAPA, 2000).

No Brasil, acredita-se que um dos principais problemas relacionados a cultura do abacaxi, para fins de exportação, seja o manuseio inadequado do fruto nas fases, em especial, de pós-colheita (EMBRAPA, 2000). Que compreende as etapas de: transporte e armazenamento, embalagem e rotulagem (NOGUEIRA, 2014).

O abacaxi possui uma alta atividade metabólica, de modo que, após o fruto ser separado da planta-mãe, passa a se tornar altamente perecível, podendo ocorrer inúmeras transformações endógenas, resultantes do metabolismo, que promovem mudanças nas características relacionadas a cor, textura, sabor e aroma, sendo altamente indesejáveis, sob o ponto de vista da qualidade (EMBRAPA, 2000).

Sendo assim, logo após a colheita na lavoura, os frutos de abacaxi a serem exportados ou destinados a mercados internos devem ser transportados para galpões próximos, onde serão submetidos a uma seleção, com a finalidade de eliminar os que apresentem defeitos e/ou possível deterioração (EMBRAPA, 2000). Nesta etapa, os frutos são selecionados quanto à qualidade e à sanidade, sendo classificados e separados de acordo com o tamanho, peso e grau de maturação, com base nos padrões requeridos pelos compradores e consumidores do produto (EMBRAPA, 2000).

Os frutos eliminados, por não atenderem aos pré-requisitos, são descartados, normalmente, na linha de embalagem ou direcionados para uso alternativo (mercado local,

instituições ou processamento industrial), desde que o defeito detectado não comprometa a segurança para o consumo e, consequentemente, ofereça risco a saúde (SENHOR *et al.*, 2009).

No transporte, estes frutos devem ser armazenados no veículo por meio de métodos seguros, que evitem a exposição prolongada do produto ao sol (responsável por reduzir a umidade), bem como a ocorrência de empilhamentos elevados, que poderão favorecer a deterioração do fruto e ocasionar rachaduras, arranhões ou ainda, qualquer tipo de alteração danosa, que implique na redução de sua qualidade (EMBRAPA, 2000). Além disso, o abacaxi não deve ser transportado junto a outras espécies de frutos, principalmente, a aquelas que liberam altos teores de etileno, como a banana, devendo assim, ser transportado de forma isolada (EMBRAPA, 2007). Com base, também, na temperatura de conservação exigida (SENHOR *et al.*, 2009).

Durante o transporte e comercialização do produto, segundo a EMBRAPA (2000), a qualidade do abacaxi pode ser prejudicada, também, pela penetração de agentes patogênicos por meio da secção do pedúnculo como, por exemplo, o fungo da podridão-negra (*Ceratocystis paradoxa e Chalara paradoxa*) ou podridão-mole (*Erwinia carotovora*). Uma vez que, a podridão-negra caracteriza uma manifestação patológica grave, de acelerada evolução, capaz de destruir o tecido do fruto, tornando-o mole, junto a presença de um odor acético. Nogueira (2014) complementa que, a ocorrência deste evento pode contribuir para a condenação de todo um lote ou partida.

Já a embalagem do abacaxi deve apresentar propriedades específicas de resistência à compressão, ao impacto, à vibração (proveniente do transporte) e à alta umidade (durante o trânsito e armazenamento). Por esta questão, os produtos destinados à exportação são, geralmente, acondicionados em caixas de madeira ou papelão, em que cada embalagem contém o mesmo número de frutos, com características semelhantes (estádio de maturação) (EMBRAPA, 2007). Ainda, segundo a Embrapa (2000), o abacaxi destinado à exportação não deve permanecer em temperatura ambiente por mais de 24 horas, após a colheita, no entanto, nos Estados brasileiros produtores de abacaxi, o acondicionamento dos frutos no transporte para a comercialização é realizado com o uso de capim seco em temperatura ambiente, principalmente nos Estados distantes dos grandes centros consumidores.

2.3 Produtos químicos utilizados na pós-colheita de frutas

Os principais produtos químicos direcionados a conservação pós-colheita do fruto de abacaxi caracterizam-se como inibidores, com propriedades antioxidantes. Dentre estes produtos, é possível citar: a cisteína, glutationa, 2-mercaptobenzotiazol e o ácido ascórbico, sendo este último considerado o inibidor natural mais importante (EMBRAPA, 2007).

De acordo com Feitosa *et al.* (2005), o ácido ascórbico constitui um produto utilizado para a desinfecção do fruto, em que sua principal função é atuar como antioxidante, prevenindo o escurecimento interno e outras reações oxidativas do abacaxi. De acordo com o manual da EMBRAPA (2007), o ácido ascórbico pode vir a intervir de duas formas no escurecimento: i) na redução das quinonas formadas pela ação das oxidases, transformando-se em ácido dehidroascórbico e, consequentemente, impedindo a formação de produtos escurecidos; ii) ou como inibidor de enzimas oxidativas.

Tais aditivos químicos, segundo Cruz *et al.* (2010), tem por função evitar o escurecimento enzimático, bem como evitar a perda do sabor e do aroma, o amaciamento dos tecidos e a perda da qualidade nutricional. Nesta categoria, além dos ácidos ascórbicos, há os ácidos cítricos, isoascórbico, eritórbico e EDTA (ácido etileno-diamino-tetracético). Há ainda, outros produtos químicos direcionados a inibir ou reduzir o desenvolvimento de leveduras, fungos e bactérias, principalmente, na superfície dos frutos, dentre estes, é possível citar: os ácidos benzoicos, sórbicos e sais de sódio, potássio e cálcio. Entretanto, devem estar de acordo com o limite máximo da concentração no fruto (tolerância) com base no que prevê a legislação (REIS, 2014).

A Instrução Normativa Conjunta, INC n° 2, de 7 de fevereiro de 2018, define procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos, destinados à alimentação humana, com a finalidade de estabelecer o monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos no território nacional. Desta forma, por meio da presente instrução fica estabelecido a obrigatoriedade da apresentação do receituário agronômico, que constitui o documento responsável por prescrever e fornecer orientação técnica para o uso de determinado agrotóxico. De modo que, o produtor primário e as unidades de consolidação devem manter os registros dos insumos agrícolas (RANGEL, 2018).

2.4 Produtos naturais utilizados na pós-colheita de frutas

Os produtos químicos utilizados na pós-colheita de frutos com a finalidade de controlar a ocorrência de patógenos apresentam inúmeras desvantagens, uma vez que, grande parte destes produtos são responsáveis por promover sérios danos ao meio ambiente e à saúde pública (CRUZ *et al.*, 2010). Encontrar alternativas eficientes, não poluentes e de baixo custo, capazes de reduzir as perdas pós-colheita vem, ao longo dos anos, sendo um desafio (RANIERI *et al.*, 2015).

Neste contexto, para evitar os danos e doenças provocados em frutos, bem como reduzir o uso indiscriminado de fungicidas, que são responsáveis por ocasionar inúmeros impactos socioambientais, o emprego de produtos naturais se torna fundamental (CRUZ *et al.*, 2012). A utilização de fungicidas contribui para o despejo de resíduos tóxicos no ambiente e em muitos casos pode vir a se tornar ineficiente, uma vez que, há patógenos que passam a adquirir resistência ao produto (REIS, 2014). Segundo o mesmo autor, constituem alternativas viáveis e com eficiência comprovada para o controle de doenças em frutos na pós-colheita, sendo substâncias orgânicas naturais capazes de estabelecer a segurança alimentar e a qualidade na armazenagem. Os principais produtos que podem ser utilizados para a conservação do abacaxi compreendem a quitosana e, os extratos e óleos essenciais (SENHOR *et al.*, 2009).

A quitosana pode ser definida como um produto composto por um polissacarídeo natural de alta massa molecular, comestível, derivado da quitina e extraído da carapaça de crustáceos, o qual tem por função atuar no controle de doenças, seja por meio da ativação de resistência no fruto ou ainda, pelo seu efeito direto sobre microrganismos. Este produto é responsável por formar um filme semipermeável, que permite modificar a atmosfera ao redor do produto e, consequentemente, reduzir os processos de respiração e transpiração do abacaxi, minimizando a perda de água (BRON *et al.*, 2018). Este recobrimento semipermeável tende a prolongar a vida útil pós-colheita e atuar, também, contra atividades antifúngicas e antibacterianas, sendo ideal para frutos que possuem uma alta taxa de maturação (REIS, 2014).

Já os óleos e extratos naturais e essenciais de plantas apresentam uma grande capacidade de controlar e atuar sobre os fitopatógenos, por meio de suas atividades antimicrobianas e antifúngicas, diretas e indiretas, que tendem a inibir o crescimento micelial e a germinação de esporos, assim como induzir o acúmulo de fitoalexinas (substâncias

químicas de baixo peso molecular que apresentam propriedades antimicrobianas) (REIS, 2014).

2.5 *Bacillus subtilis*

O *Bacillus subtilis* constitui uma bactéria não patogênica capaz de tolerar condições ambientais atípicas, a qual é amplamente utilizada em bioprocessos. Possui grande facilidade em produzir a surfactina e, por esta questão, apresenta grande potencial detergente, emulsificante, solubilizante, dispersante, sendo capaz, também, de atuar na produção de substâncias voláteis com atividade antifúngica (SOARES; DRUZIAN; LOBATO, 2018).

De acordo com Braga Junior (2015), bactérias deste gênero tem grande importância para o aumento do crescimento vegetal e influência positiva na germinação, desenvolvimento e rendimento da cultura, uma vez que, tendem a produzir substâncias que favorecem o crescimento e a melhoria da nutrição do fruto. Com base nas alegações do mesmo autor, o *Bacillus subtilis* possui efeito benéfico, capaz de atuar na supressão de doenças e produção ou alteração da concentração de fitormônios; fixação de N, pela solubilização de fosfatos minerais; oxidação do enxofre; solubilização de nutrientes; melhoria das condições do solo; e aumento de permeabilidade das raízes.

Proporciona o aumento fisiológico de metabólitos, responsáveis por desencadear a sensibilidade do sistema radicular as condições externas, de modo a propor facilidade na percepção e absorção de nutrientes, que pode levar a semente à rápida germinação (BRAGA JÚNIOR, 2015). Além disso, os bioprodutos a base de *Bacillus subtilis* são considerados efetivos na redução de enfermidades no campo, uma vez que, constituem alternativas menos agressivas ao meio ambiente, que tendem, consequentemente, a favorecer a redução de produtos químicos, responsáveis por provocar graves distúrbios ambientais (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

A formulação comercial à base de *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 é conhecida como Serenade® e registrada como fungicida/bactericida biológico no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento desde o ano de 2011 (BRANDI, 2015).

> Este produto possui diversos modos de ação no controle de fungos e bactérias. Através de um conjunto de lipopeptideos produzidos no processo de fermentação (surfactinas, iturinas e fengicinas), promove o controle efetivo de fungos através do rompimento de suas membranas celulares, extravasamento do conteúdo e morte de suas células. Compostos antibacterianos específicos também presentes no produto controlam uma ampla gama de bactérias, como *Pseudomonas*, *Xanthomonas* e *Clavibacter*. Sua capacidade comprovada de ativação de mecanismos de resistência da própria planta contra o ataque de patógenos complementa seu efeito fungicida e/ou bactericida (BRANDI, 2015, p. 16)

Sendo assim, conforme ressalta Lanna Filho et al (2010), a bactéria *Bacillus subtilis* atua na produção de uma grande diversidade de metabólitos antifúngicos, entre os quais, encontram-se os lipopeptídeos das famílias surfactina, iturina e fengicina. De acordo com o mesmo autor, o produto é capaz de promover o biocontrole, de natureza direta ou indireta. Do ponto de vista direto, as bactérias tendem a agir por antibiose, exercendo efeito contra os fitopatógenos, por meio da produção de substâncias antimicrobianas e da síntese de compostos voláteis, que tendem ocasionar competição por espaço e nutrientes.

Já o mecanismo indireto é exercido pelo fenômeno nomeado como resistência sistêmica induzida (ISR), o qual proporciona a sistemicidade da resposta de defesa contra patógenos. Este mecanismo é, geralmente, ativado por meio da síntese dos lipopeptídeos das famílias surfactinas e fengicidas (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010). A ISR está associada com a ativação da resposta de defesa do hospedeiro, especialmente a síntese de proteínas (LAHLALI *et al.*, 2013).

O *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 constitui, portanto, um fungicida bactericida microbiológico, não inflamável e corrosivo, com classificação toxicológica III (Mediamente tóxico). É considerado um produto pouco perigoso ao meio ambiente e indicado para combater as seguintes manifestações em frutos: amarelão (*Pythium spp.*), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), cancro cítrico (*Xanthomonas citri subsp. citri*), *damping-off* (*Rhizoctonia solani*), podridão-parda (*Penicilium* funiculosum), mancha de alternaria (*Alternaria solari*), mancha púrpura (*Alternaria porri*), mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*), mofo cinzento (*Botrytis squamosa e Botrystis cinerea*), podridão olho-de-boi (*Cryptosporiopsis perennans*), murcha de fusarium (*Fusarium subglutinans*), oídio (*Oidium magiferae*), podridão-do-topo (*Phytophthora* cinnamomi) e sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

A utilização do produto na etapa de pós-colheita foi favorável no estudo de Lahlali *et al.* (2013), uma vez que, 7 e 14 dias após a colheita, foi observada a redução da incidência de infecções na raiz, correspondendo, respectivamente, a 96 e 94%. O produto Serenade foi

considerado mais eficiente no controle do que o produto Sonata, sua eficiência está relacionada ao processo de antibiose, além disso, foi possível registrar que este elemento foi responsável por induzir a concorrência e resistência (ISR), como fator de biocontrole. Os metabólitos gerados atuaram sobre o patógeno e facilitaram o estabelecimento de agentes com potencial de biocontrole e, consequentemente, sua colonização, de modo a suprir outros concorrentes microbianos.

No trabalho de Serrano *et al.* (2013), o *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 apresentou eficácia no controle da sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*) em bananas. Enquanto que no estudo de Kon e Honma (2012), foi possível verificar que o produto efetuou o controle preventivo de Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) na manga. Em relação ao abacaxi, o de Brandi (2015), demonstrou que o *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 foi responsável por inibir o crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa* (podridão negra) em condições controladas, de modo que, notou-se que este fungo é sensível aos metabólitos da bactéria.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no setor de fruticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO) no *campus* Colinas do Tocantins, localizado em Colinas do Tocantins nas coordenadas 8°05'24.2"S 48°28'33.3"W. O bioma é do tipo cerrado. Foram coletados dados da distribuição das chuvas na fase de desenvolvimento do fruto, conforme

figura 1.

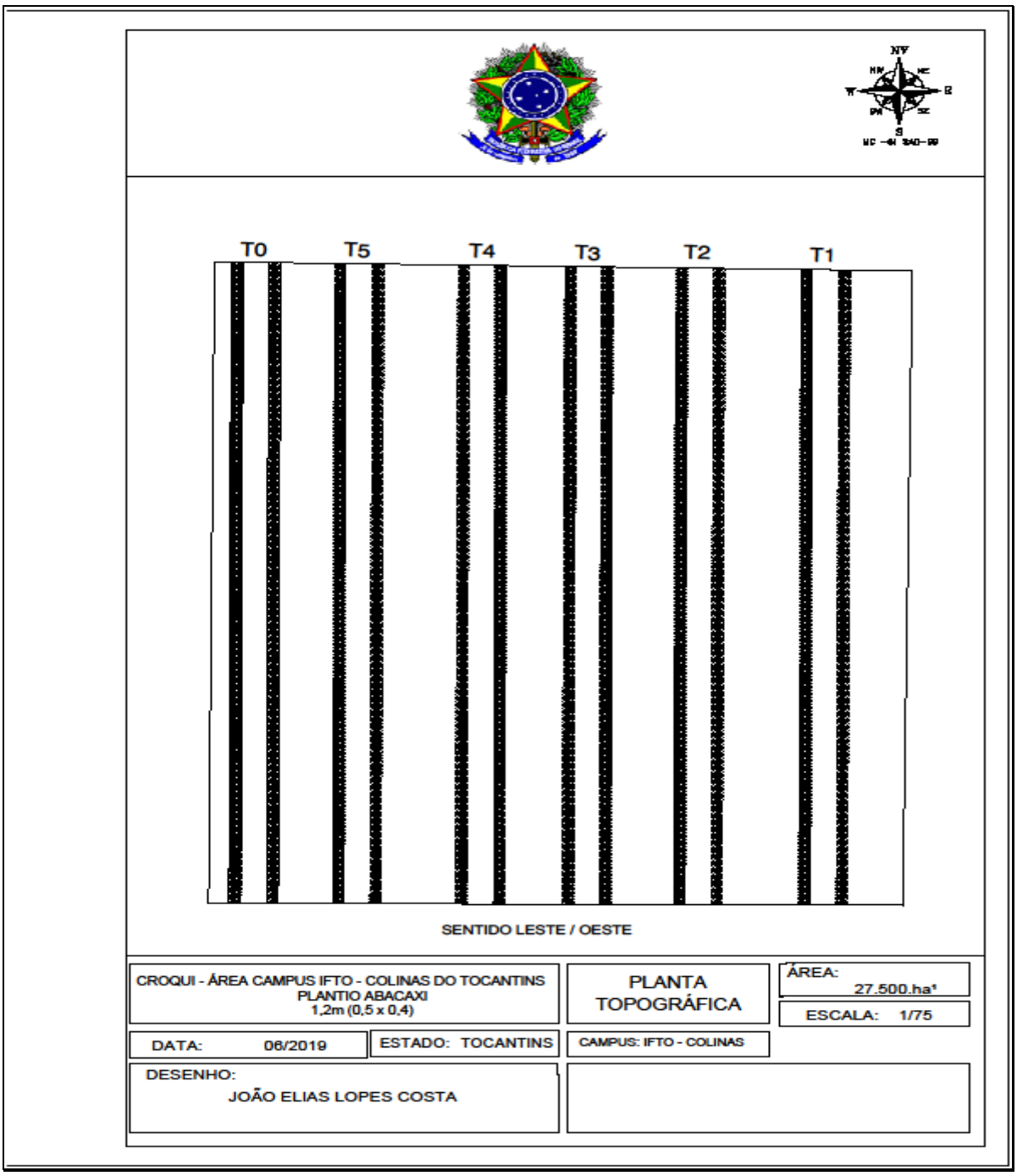


Figura 1 – Croqui área de plantio dos abacaxis.

O plantio foi executado em dezembro de 2017, orientado no sentido leste-oeste em linhas duplas na densidade de 27.500 plantas.ha^{-1} com espaçamento de 1,2m (0,5 x 0,4). Cada tratamento foi constituído de 100 plantas distribuídas em uma linha dupla, sendo cada linha simples constituída de 50 plantas. O experimento foi constituído com 600 plantas do abacaxizeiro pérola. O tratamento da indução floral (TIF) foi realizado, às 7 horas e 30 minutos, aos 365 dias após o plantio, em 17 de dezembro de 2018, utilizando o regulador de

crescimento do grupo etileno de ingrediente ativo denominado *etefom* 240g.l^{-1} na dose de 4,0 litros.ha^{-1} do produto comercial com aplicação, na roseta foliar, de 30 ml de calda por planta com 2% de uréia, utilizando pulverizador costal manual. A aplicação do *B. subtilis* no fruto do abacaxizeiro pérola foi iniciada aos 30 dias após o Tratamento da Indução Floral (TIF), por meio de pulverização utilizando pulverizador costal manual com bico cônico regulável. O produto comercial utilizado como fonte do microrganismo, onde que sendo o ingrediente ativo *Bacillus subtilis* 13,68g.l^{-1}, mínimo de 1 x 10^9 UFC.g^{-1} de ativo), registrado no Brasil pela multinacional Bayer Cropscience. A dose aplicada foi de 2,0 litros do produto comercial por hectare em cada aplicação. Os tratamentos foram os seguintes: T0 – testemunha sem aplicação do Serenade®, T1 – aplicação do Serenade® 30 dias após TIF, T2 – aplicação do Serenade® 30 e 60 dias após TIF, T3 - aplicação do Serenade® 30, 60 e 90 dias após TIF, T4 - aplicação do Serenade® 30, 60, 90 e 120 dias após TIF e T5 - aplicação do Serenade® 30, 60, 90, 120 e 150 dias após TIF, conforme descrito na tabela 1. Todos os tratamentos receberam aplicação de fungicida e inseticida para controle de *Fusarium guttiforme* (Fusariose) e *Strymon megarus* (Broca-do-Fruto), de acordo com a recomendação técnica, respectivamente. A colheita dos frutos foi realizada aos 150 dias após TIF, em 17/05/2019, para as avaliações, onde em cada tratamento foram colhidos 14 frutos, sendo 7 frutos de cada da fileira simples, resultando em 84 frutos colhidos para avaliação. Foram descartadas quatro plantas de cada linha simples nas extremidades, leste e oeste, das linhas simples. Os frutos foram analisados considerando as seguintes características: peso do fruto com coroa (kg), grau BRIX (ºbrix), peso da coroa (g), diâmetro médio do fruto (cm), comprimento do fruto sem coroa (cm), comprimento da coroa (cm), peso da coroa (g), coloração da casca e sanidade pós-colheita. As características foram avaliadas na colheita e pós-colheita, aos 150 dias após o tratamento da indução floral e aos 7 dias após a colheita, respectivamente. Os aparelhos utilizados nas medições compreenderam: balança digital, fita métrica de 100 metros e, refratômetro portátil da modelo K52-0.

Tabela 1 – Cronograma de aplicação do *Bacillus subtilis* linhagem QST 713

	TRATAMENTOS	TIF	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação	4ª Aplicação	5ª Aplicação
T0	Sem Serenade®	17/12/2018					
T1	Serenade® 30 DAI	17/12/2018	17/01/2019				
T2	Serenade® 30 + 60 DAI	17/12/2018	17/01/2019	16/02/2019			
T3	Serenade® 30 + 60 + 90 DAI	17/12/2018	17/01/2019	16/02/2019	18/03/2019		
T4	Serenade® 30 + 60 + 90 + 120 DAI	17/12/2018	17/01/2019	16/02/2019	18/03/2019	17/04/2019	
T5	Serenade® 30 + 60 + 90 + 120 + 150 DAI	17/12/2018	17/01/2019	16/02/2019	18/03/2019	17/04/2019	17/05/2019

DAI - Dias Após Indução; TIF – Tratamento da Indução Floral

A análise estatística foi realizada com o programa SISVAR versão 5.6 utilizando Análises Descritivas Básicas para a caracterização dos frutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Peso do fruto com coroa

De acordo com Almeida *et al.* (2004), estima-se que a maioria dos frutos de abacaxi pérola comercializados, apresente um peso entre 1,200g a 1,500g. No estudo de Pedreira e Nascimento (2008), as amostras de abacaxi Pérola alcançaram pesos entre 1.192g e 1425,8g, enquanto que no de Fagundes e Kiyoshi (2000), a variação da massa dos frutos ficou entre 1.070g a 1.528g. Já Gonçalves e Carvalho (2000), demonstraram que o peso desta cultivar esta entre 1.300g a 1.800g.

De acordo com a tabela 2, o tratamento T5, que recebeu 5 aplicações do produto, apresentou o valor de peso médio do fruto com 1.776g, na colheita para a característica peso do fruto com coroa, classificada como Classe 3 pela Norma brasileira de Classificação de Abacaxi (CEAGESP, 2003). O tratamento T1, que recebeu 1 aplicação do produto, apresentou o valor de peso médio do fruto com coroa 1.405g na colheita e classificada como Classe 2 da Norma Brasileira de Classificação de Abacaxi (CEAGESP, 2003).

Na avaliação de pós-colheita, transcorrido 7 dias após a colheita, foi observada perda de peso médio de 172g no tratamento T5 e de 112g no tratamento T1. A perda de 9,7% no peso do fruto no tratamento T5 e de 8,0% no tratamento T1 pode ser explicado, parcialmente, pela temperatura média de 25°C no armazenamento dos frutos, evidenciando a importância do controle deste fator na exposição do fruto durante a comercialização.

Tabela 2 – Peso do fruto com coroa

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	1188	1468	1694	147.1401	10,0%
T1	1110	1405	1690	183.6777	13,0%
T2	1302	1542	1756	141.8688	9,2%
T3	1254	1533	1916	174.6226	11,3%
T4	1486	1651	1974	128.2200	7,7%
T5	1569	1776	2044	162.0207	9,1%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	1268	1430	1784	198.8601	13,9%
T1	1026	1293	1790	263.6278	20,3%
T2	1210	1499	1662	170.5627	11,3%
T3	996	1271	1490	191.4461	15,0%
T4	1352	1568	1840	170.9503	10,9%
T5	1382	1604	1824	175.4765	10,9%

Apesar de alguns frutos, na etapa de colheita e pós-colheita apresentarem valores médios superiores a 1800g, segundo Pedreira e Nascimento (2008), o consumo in natura, no mercado interno brasileiro, a menor massa aceita para o fruto abacaxi é equivalente a 800g. Já para o mercado externo, a massa do abacaxi deve estar entre 700g a 2300g, sendo eliminados aqueles frutos pequenos, com peso inferior a 700g, e aqueles considerados muito grandes, superior a2300g. A classificação brasileira de abacaxi, Ceagesp (2003), evidencia ainda que, o valor máximo na classificação para o fruto, é de 2400g. O que demonstra que os valores obtidos de peso, se encontram dentro da margem aceitável para mercado de abacaxi fresco.

No estudo de Pereira (2013), após sete dias de coleta, obteve-se uma perda de massa entre 2% a 3% nos frutos de abacaxi pérola, porém, as amostras se encontravam acondicionadas em ambientes refrigerados. O que justifica esta variação, uma vez que, segundo o mesmo autor, o armazenamento do fruto sob condições do ambiente, é capaz de acelerar a perda de massa, em consequência do déficit de pressão de vapor. Neste mesmo experimento, após a refrigeração, o autor deslocou as amostras para um local com temperatura ambiente e, consequentemente, notou que a perda de massa nas cultivares deu-se constante.

Esta redução da massa, com base nas alegações de Pereira (2013), resulta da perda de turgescência. Souto *et al.* (2010) ressalta ainda que, as perdas de massa tendem a ser maiores em frutos armazenados em condições ambiente, por volta de 25°C, do que naqueles locais

com 8°C a 14 °C. Uma vez que, no estudo de Silva (1980), a perda de massa em abacaxis "Pérola" armazenados nestes ambientes, resultou em 28,5% em 23 dias.

4.2 Comprimento do fruto com coroa

Em relação ao comprimento do fruto com coroa é possível observar na Tabela 3, que os valores médios obtidos nas amostras ficam entre 32,7 cm a 35,9 cm na colheita e 32,4 cm a 35,2 cm na pós-colheita. No estudo de Fagundes e Kiyoshi (2000), as amostras apresentaram um comprimento entre 13,0 cm a 19,0 cm, enquanto que na pesquisa de Bleinroth (1987), o abacaxi pérola alcançou 22,0 cm. Tais diferenças, segundo Pedreira e Nascimento (2008), podem ser resultantes das práticas culturais e que, os frutos de maior massa, geralmente, possuem comprimentos maiores.

Tabela 3 – Comprimento do fruto com coroa

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	28	33.7	41	3.5121	10,3%
T1	28	32.7	38	3.1908	9,7%
T2	30	35.9	40	2.8947	8,0%
T3	28	34.7	43	3.6623	10,5%
T4	30	33.2	39	2.6364	7,9%
T5	31	34.9	39	2.1649	6,1%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	28	33.4	38	3.2587	9,7%
T1	28	32.4	38	3.7796	11,6%
T2	32	34.7	37	1.9760	5,6%
T3	29	34.1	42	4.5251	13,2%
T4	30	33.1	39	3.2367	9,7%
T5	33	35	38	1.9760	5,6%

O comprimento do fruto com coroa, no trabalho de Pedreira e Nascimento (2008), variou de 14,1 cm a 24,0. Os autores notaram, também, que os frutos menores apresentavam, geralmente, coroas maiores.

4.3 Comprimento da coroa

As coroas apresentaram um comprimento médio de 12,35 cm a 15, 57 cm na colheita, e 13,1 a 16,2 cm na pós-colheita, estando de acordo com as normas de qualidade dos Estados Unidos da América, para importação (PEDREIRA; NASCIMENTO, 2008). Uma vez que, a presente norma americana de qualidade estabelece, segundo os mesmos autores, que a coroa não deva ser menor que 9,2 e nem maior de que o dobro do comprimento do fruto.

Pedreira e Nascimento (2008) ainda complementam que, os frutos com coroa entre 50% a 150% do comprimento dos frutos podem receber a classificação extraclasse e classe 1. Além disso, foi possível notar em seus experimentos que, os frutos com o tamanho maior (19,9cm) apresentavam maior massa (1669,2g) e coroas menores.

Tabela 4 – Comprimento da coroa

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	8	13.1	22	3.3936	25,8%
T1	11	14.5	17	1.8292	12,6%
T2	10	15.5	23	3.3676	21,6%
T3	11	17.0	23	3.4862	20,5%
T4	10	12.3	16	2.2051	17,8%
T5	10	13.7	19	2.6364	19,1%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente %
T0	10	13.1	21	3.7607	28,6%
T1	11	14.8	19	2.7343	18,4%
T2	12	14.4	16	1.2724	8,8%
T3	10	16.2	21	3.8607	23,7%
T4	10	11.8	15	1.7728	14,9%
T5	11	14.1	17	2.4103	17,0%

4.4 Diâmetro médio do fruto

Já os dados relacionados ao diâmetro do fruto variaram entre 10,5 cm a 11,1 cm na colheita, e 10,51 a 11,55 na pós-colheita, como ilustra a Tabela 5.

Tabela 5 – Diâmetro do Fruto

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	9	10.5	12	0.7559	7,1%
T1	9	10.7	12	0.6903	6,4%
T2	10	11.1	11	0.4608	4,1%
T3	10	10.9	12	0.4870	4,4%
T4	10	10.9	12	0.4340	3,9%
T5	10	10.9	12	0.7513	6,8%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (cm)	Valor Médio (cm)	Valor Máximo(cm)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	9	11.0	12	0.6904	6,2%
T1	9	10.6	11	0.7895	7,4%
T2	9	10.6	11	0.3716	3,5%
T3	9	10.5	11	0.5146	4,8%
T4	10	10.8	11	0.3861	3,5%
T5	10	11.5	12	0.4429	3,8%

Pedreira e Nascimento (2008) observaram oscilações entre 9,7 cm a 11,1 cm no diâmetro do fruto. Fagundes e Kiyoshi (2000) alcançaram valores semelhantes, suas amostras de abacaxi pérola ficaram entre 9,8 cm a 11,3 cm, enquanto que no estudo de Reinhardt e Cunha (1982), foi possível observar uma variação de 10,9 cm a 11,4 cm. Tais dados demonstram que os resultados obtidos no presente trabalho estão em concordam com os dados dos autores citados, uma vez que, a maior variação do diâmetro médio encontra-se entre 10,5 a 11,5cm.

4.5 Peso da coroa

O peso médio da coroa dos frutos variou entre 104,0g a 121,9g na colheita, e 101,02 g a 116,07g na pós-colheita, como é possível observar na Tabela 6. Estes valores representaram, respectivamente, 7,08% e 5,79% da massa do fruto na colheita e, 7,94% e 7,23% da massa do fruto pós-colheita, demonstrando que ocorreu perda de peso durante a pós-colheita nas condições do estudo. Pedreira e Nascimento (2008) apresentaram uma variação de massa da coroa, do abacaxi pérola, entre 250,9g a 394,8g, representando de 20,5% a 30,5% da massa do

fruto. Porém, estes valores discordam da maioria dos outros autores, como Carvalho *et al.* (1981) e Ledo *et al.* (2004), em que a variação da massa ficou entre 93,3g a 214,3g.

Tabela 6 – Peso da Coroa (g)

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	80	104.0	124	9.7744	9,3%
T1	89	112.4	145	16.0772	14,2%
T2	66	112.9	160	20.5185	18,1%
T3	105	116.9	135	6.9837	5,9%
T4	104	112.0	120	5.8374	5,2%
T5	103	121.9	142	11.3265	9,2%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	96	101.1	113	5.6912	5,6%
T1	104	109.3	113	2.7568	2,5%
T2	93	103.2	112	6.1799	5,9%
T3	98	101.0	103	2.9965	2,9%
T4	108	109.5	110	0.9467	0,86%
T5	112	116.0	120	2.4432	2,1%

Já, segundo Pereira (2013), o peso da coroa representa em média 6,96% do peso do fruto, cujo comprimento médio é, geralmente, de 14 cm. Estas variações podem ser resultantes do tipo de processo produtivo, uma vez que, segundo Ledo *et al.* (2004), as plantas que são induzidas por doze meses tendem a produzir coroas com maior massa do que aquelas induzidas por dez meses.

É possível notar, também, que o peso médio da coroa sofreu alterações após a etapa de colheita, na maioria dos tratamentos a coroa obteve um aumento de massa, apenas no T3, reduziu. O maior aumento de massa pode ser observado no T2 (27g) e o menor no T4 (4g). Este crescimento.

4.6 Sólidos solúveis totais (BRIX)

Os valores médios referentes ao Brix, que se refere ao percentual de sólidos solúveis totais (SST) presentes no fruto, ou seja, a quantidade de açúcares totais na polpa do fruto seguem apresentados na Tabela 7, os quais demonstram que esta característica bioquímica está acima dos padrões exigidos pela Norma Brasileira de Classificação de Abacaxi, definida pela CEAGESP (2003), sendo exigido o teor igual ou superior a 12° brix para a colheita do

fruto. Vale notar que os valores encontrados na colheita evidencia que esta etapa do cultivo poderia ser antecipada em função dos teores encontrados aos 150 dias após o TIF, pois apresentam em todos os tratamentos teor superior a 12° brix, possibilitando ao produtor a antecipação do processo de comercialização em função do encurtamento do ciclo reprodutivo do abacaxizeiro nas condições do estudo.

Tabela 7 –Brix (sólidos solúveis totais)

COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	13	14.3	15	0.6021	4,1%
T1	13	13.4	14	0.4251	3,1%
T2	13	14.5	16	0.6922	4,7%
T3	14	14.9	15	0.0760	0.50 %
T4	14	14.5	15	0.3771	2,5%
T5	14	14.5	15	0.3490	2,4%
PÓS-COLHEITA					
Tratamentos	Valor Mínimo (g)	Valor Médio (g)	Valor Máximo(g)	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
T0	13	14.1	15	0.4614	3,2%
T1	14	15.0	15	0.2878	1,9%
T2	13	14.7	15	0.5469	3,7%
T3	13	14.1	15	0.7368	5,2%
T4	13	14.5	15	0.7234	4,9%
T5	13	14.0	14	0.1397	0,9%

Pedreira e Nascimento (2008) ressaltam que, as condições climáticas têm um papel fundamental nos teores de açúcar, visto que, em seu estudo os frutos apresentaram um teor inferior ao recomendado, de 11,3°Brix a 11,9°Brix. Um fato resultante da colheita precoce do fruto ou da presença de baixa luminosidade no cultivo. No estudo Fagundes e Kiyoshi (2000) também foram observados valores de 12,5°Brix e 14,7°Brix.

Nas condições climáticas da região e pelo manejo adotado no cultivo, é fundamental realizar monitoramento do BRIX durante o desenvolvimento dos frutos, de modo a verificar os teores e assim efetuar a colheita na época ideal, facilitando o processo de comercialização dos frutos.

4.7 Coloração da casca

Os dados relacionados a coloração do fruto, na colheita e pós-colheita, podem ser observados na Figura2 e 3, onde os dados encontrados nos experimentos foram comparados com a Norma Brasileira de Classificação do Abacaxi (CEAGESP, 2003).

Figura 2 – Coloração da casca do fruto na fase de colheita

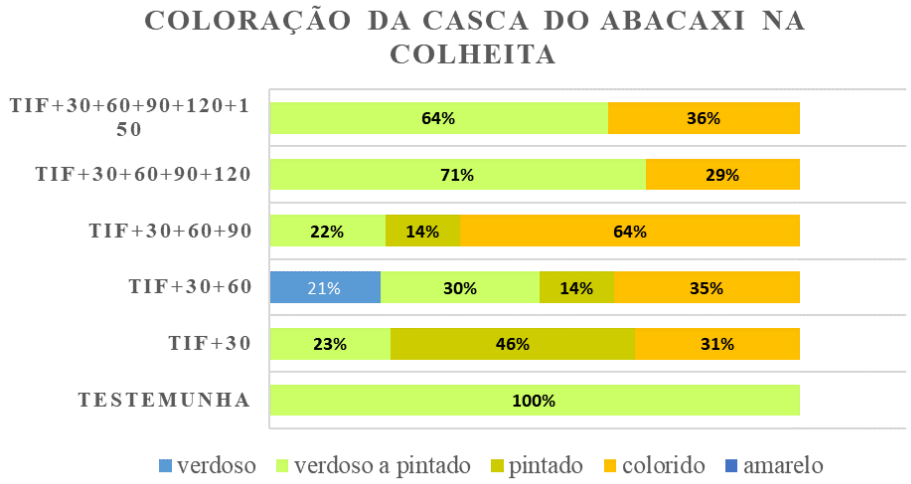
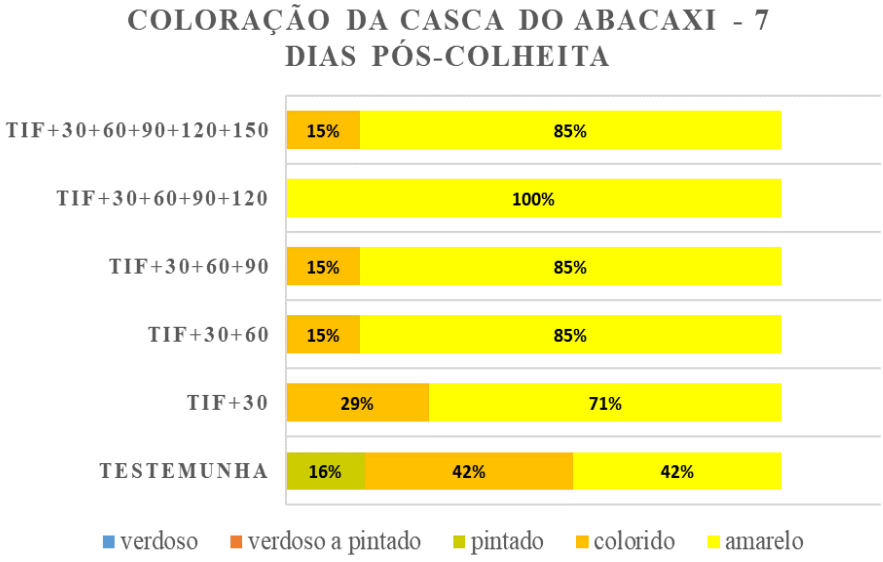


Figura 3 – Coloração da casca do fruto na fase de pós-colheita



A coloração da casca do fruto, o formato do fruto e da coroa, são fatores importantes, uma vez que, são responsáveis pela aceitação do consumidor (PEDREIRA; NASCIMENTO, 2008). Na etapa de colheita, como ilustra o gráfico 2, a coloração predominante foi “verdoso a pintado” em todos os tratamentos. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 que receberam

aplicação do *B. subtilis,* apresentaram frutos com coloração da casca classificada como colorida, mas, o tratamento T0 que não recebeu aplicação do *B. subtilis* não apresentou esta coloração. Esta modificação pode estar relacionada com a aplicação do *B. subtilis*, pois de acordo com Lanna Filho *et al* (2010), o *Bacillus subtilis* promove, dentre outras, a solubilização de nutrientes e síntese de fitormônios, proporcionando o aumento da atividade metabólica da planta e segundo Martins *et al.* (2012) a degradação da clorofila, permite que os carotenoides possam sobressair conferindo maior efeito colorido aos frutos.

Na Figura 2 (colheita) é possível notar que nenhum fruto apresentou qualquer porcentagem da coloração amarela, enquanto que na Figura 3 (pós-colheita), todos os frutos apresentaram, pelo menos, 42% de amarelo.

Na pós-colheita, o tratamento T0 proporcionou o menor percentual de frutos amarelos aos 7 dias após a colheita dos frutos, demonstrando que a coloração da casca dos frutos evoluiu no período de armazenamento, tornando-se amarela, sem que ocorresse modificações quanto à maturação interna, conforme dados na tabela 7 que apresenta os teores de grau brix, corroborando assim, a fisiologia dos frutos não-climatéricos.

4.8 Sanidade pós-colheita

São várias as doenças e anomalias que afetam o fruto do abacaxizeiro na fase de pós-colheita, a podridão negra é considerada a doença com maior gravidade na pós-colheita, principalmente quando os frutos são destinados ao mercado de fruta fresca, como é caso da maioria dos estados brasileiros produtores de abacaxi. Esta doença é causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa*, em sua fase imperfeita e chamado de *Ceratocystis paradoxa* na fase perfeita, no entanto não foi encontrada a presença deste patógeno nos frutos avaliados. No entanto, durante o período de pós-colheita do estudo, foi verificada e identificada visualmente a presença do fungo *Aspergillus spp*. O tratamento T0 e T1, conforme figura 4 e 5, apresentaram infecção no pedúnculo após 7 dias transcorridos da colheita, por outro lado, os tratamentos, T2, T3, T4 e T5, conforme figuras 6 a 9, que receberam de 2 a 5 aplicações do *B. subtilis*, não apresentaram infecção visual causada pelo fungo.

Figura 4 – Tratamento T0



Figura 5 – Tratamento T1



Figura 6 – Tratamento T2



Figura 7 – Tratamento T3



Figura 8 – Tratamento T4



Figura 9 – Tratamento T5



5. CONCLUSÃO

Por meio dos dados levantados, bem como apresentados no presente trabalho é possível concluir que o fungicida Serenade® pode ser considerado uma alternativa eficiente no cultivo do abacaxi pérola, uma vez que, as características físicas e químicas das amostras do fruto, encontraram-se dentro do padrão da Ceagesp. Além disso, estão em concordância com grande parte dos trabalhos técnico-acadêmicos direcionados a este fruto. Fica evidente, também, que os seus efeitos pós-colheita poderiam ser mais efetivos caso sua aplicação fosse combinada com outro método de conservação, como a refrigeração. Que tenderia a favorecer condições climáticas mais aceitáveis e benéficas ao abacaxi, e a ação do fungicida.

O fungicida Serenade® é capaz de oferecer, também, baixa toxidade, aceitabilidade ecológica e biodegrabilidade, sendo uma opção viável e ambientalmente correta, a qual pode vir a substituir o crescente uso de produtos químicos, responsáveis por promover uma grande degradação no ambiente, capaz de alterar o equilíbrio dos ecossistemas e, consequentemente, a capacidade de suporte do planeta. Sua ação foi capaz, também, de aumentar a produtividade da cultura de abacaxi pérola e contribuir para o biocontrole de enfermidades, uma vez que, as amostras chegaram a alcançar 12°Brix em apenas 5 meses de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. O.; VILAR, L. C.; SOUZA, L. F. S.; REINHARDT, D. H.; MACEDO, C. M. **Peso médio do abacaxi no Brasil: Um tema em discussão. Bahia Agrícola**, v. 6, n.3, p. 41 – 45, 2004.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. et al. (Ed.). ***Abacaxi*: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, 1987, p. 133-164.

BRAGA JUNIOR, G. M. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Tocantins. Gurupi, 2015.

BRANDI, F. **Formulações comerciais de *Bacillus spp.* No controle de prodridão abacaxi da cana-de-açúcar**. 2015. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 2015.

BRON, I. U.; BENATO, E. A.; DIAS, G. M.; LURENTIZ, J. S.; CASTRO, M. F. D. P. M.; CIAO, P.; VALENTINI, S. R. T. **Tecnologias eficazes na pós-colheita: Qualidade máxima, desperdício mínimo**. 2018. Disponível em: <http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=1190>. Acesso em: 19 de abril de 2019.

CARVALHO, V. D. **Estudo dos componentes químicos de frutos e parte vegetativa do abacaxizeiro (Ananas comosus L.) visando aproveitamento industrial**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 3, n.1, p. 11-14, 1981.

CENTRO DE QUALIDADE DE HORTICULTURA (CQH)/COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (Ceagesp). **Programa brasileiro para a modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi.** São Paulo: Ceagesp, 2003.

CRUZ, M. J.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M. E.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, N. **Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira cv.** Tommy Atkins. Revista Ciência Agrotec., Lavras, v. 34, n. 2, p. 428-433, mar./abr., 2010.

EMBRAPA. **Abacaxi: Aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2000, 77p.

EMBRAPA. **Abacaxi: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2000, 45p.

EMBRAPA. **Abacaxi: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2007, 56p.

FAGUNDES, G. R.; KIYOSHI, Y. O. **Características físicas e químicas do abacaxi 'Pérola' comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília-DF**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 22-25, 2000.

FANTE, C. A. **Caracterização, qualidade e conservação pós-colheita de maçã "Eva" (*Malus sp.*)**. 2011. 107p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

FEITOSA, R. M.; QUEIROZ, A. J. M.; NORONHA, M. A. S.; FIGUEIREDO, R. F.; **Armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com ácido ascórbico.** Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 7, n. 1, jan./jun., 2005.

Ferreira, D. F**. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

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

KON, I.; HONMA, L. O. **Eficácia agronômica de formulação de *Bacillus subtilis* (cepa QST 713) visando o controle de antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*) na cultura da manga (*Mangifera indica* L.) durante o período de florada**. Tropical Plant Pathology 35 (suplemento), Brasília, DF, 2010. p. S66.

LAHLALI, R.; PENG, G.; GOSSEN, B. D.; MCGREGOR, F. L.; YU, F. Q.; HYNES, S. F.; HWANG, M. R.; MCDONALD, S. M. **Evidence that the Biogungicide Serenade (*Bacillus subtilis*) Suppresses Clubroot on Canola via Antibiosis and Induced Host Resistance**. Biological Control, v. 103, n. 3, 2013, p. 245-254.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis***. Revista Trópica, v. 4, n. 2, p. 12, 2010.

LEDO, A. S.; GONDIM, T. M. S.; OLIVEIRA, T. K.; NEGREIROS, J. R. S.; AZEVEDO, F. F. **Efeito de indutores de florescimento nas cultivares de abacaxizeiro RBR-1, SNG-2 e SNG-3 em Rio Branco-Acre.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 395-398, 2004.

LEITE, D. T.; ARTHUR, V.; MATRAIA, C. **Estudo de diferentes doses de radiação gama nas características físico-químicas de Abacaxi Smooth Cayenne e Pérola minimamente processado.** INAC, v. 1, n. 1, p. 01- 05, 2005.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; SILVA, A. P.; CUNHA, G. A. P.; MENDONÇA, R. M. N.; VILAR, L. C.; MASCENA, J.; LACERDA, J. T. **Conservação pós-colheita de abacaxi "pérola" produzido em sistemas convencional e integrado.** Rev. Bras. Frutic, v. 34, n. 3, p. 695-703, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. AGROFIT. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>. Acesso em 22 de jun. 2019.

NOGUEIRA, N. T. **Qualidade Pós-colheita do abacaxi em função das épocas de plantio associadas ao uso de irrigação**. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2014.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. **Perdas pós-colheita: Um gargalo na produção de frutos.** Pesquisa & Tecnologia, v. 1, n. 2, 2012.

PEDREIRA, A. C. C.; NASCIMENTO, R. V. N. **Variação sazonal da qualidade do Abacaxi** cv. Pérola em Goiânia, Estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 38, n. 4, p. 262-268, 2008.

PEREIRA, A. P. A. **Qualidade pós-colheita de frutos de abacaxi "Pérola" e "Turiaçu": Influências das condições de armazenamento e avaliação sensorial**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2013.

RANIERI, E.; SCHWAN, K. R.; OLIVEIRA, J. S. B.; MESQUINI, R. M.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M. E. S. **Utilização de compostos bioativos de plantas medicinais na pós-colheita de tomate.** Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 3, jul./set., p. 160-165, 2015.

RANGEL, L. E. P. **Instrução normativa conjunta** INC n° 2, de 7 de fevereiro de 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/comeca-a-valer-em-agosto-sistema-de-rastreabilidade-de-vegetais-frescos/InstruoNormativaConjuntaINC02MAPAANVISA07022018.pdf>. Acesso em 22 de jun. 2019.

REIS, H. F. **Conservação pós-colheita de Mamão Formosa (*Carica papaya L.*) e controle alternativo *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides***. 2014. 130p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2014.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, A. P. da**. Indução floral do abacaxi cv. 'Pérola' em função da época da última adubação**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 4, n.1, p. 7-14, 1982.

SANTOS, E. M.; MIRANDA, M. V. C.; OLIVEIRA, C. J.; MESQUITA, F. O.; MEDEIROS, J. S.; SANTOS, W. O. **Caracterização da distribuição e algumas perdas de pós-colheita do maracujá amarelo produzido no município de Cuité – PB**. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 10, n.1, p. 07 -13, 2014.

SANTOS, M. L. G. **Processo pirolítico da biomassa residual do abacaxi**. 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade de Riberão Preto. Ribeirão Preto, 2018.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P. A.; CARVALHO, J. N.; SILVAL, F. L.; SILVA, M. **Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita**. Revista Verde, v. 4, n. 3, p. 13 – 21, Mossoró, 2009.

SERRANO, L.; MANKER, D.; BRANDI, F.; CALI, T. **The use of *Bacillus subtilis* QST 713 and *Bacillus pumilus* QST 2808 as protectant fungicides in conventional application programs for black leaf streak control**. ISHS Acta Horticulturae, Korbeek-Lo, n. 986, 2013.

SILVA, M. A. **Fisiologia pós-colheita de abacaxi cvs. Pérola e Smooth Cayenne.** 1980. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas. 1980.

SOARES, C. C.; DRUZIAN, J. I.; LOBATO, A. K. C. **Estudo prospectivo de patentes relacionadas a utilização do *Bacillus subtilis* em bioprocessos**. Cad. Prospec., v. 11, Edição especial, p. 295-303, 2018.

SOUTO, R. F.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O.; SOUZA, B. S.; MENEGUCCI, J. P. **Respostas pós-colheita de abacaxi "pérola" no tratamento com calor e armazenagem refrigerada**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, n.1, p.047-056, 2010.

THÉ, P. M.; GONÇALVES, N. B.; NUNES, R. P.; MORAIS, A. R.; PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; CARVALHO, V. D. **Efeitos de tratamentos pós-colheita sobre os fatores relacionados à qualidade de Abacaxi** CV. Smooth Cayenne. Revista Bras. Agrociência, v. 9, n. 2, p. 163-190, abr./jun., 2003.