



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA -
PMPIT

STEFANE POLLYANE RIBEIRO DE PAIVA

PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO PARA A REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO
FÚNGICA DE *Fusarium guttiforme* EM MUDAS DE ABACAXI 'PÉROLA'

UBERABA – MG

2019



STEFANE POLLYANE RIBEIRO DE PAIVA

PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO PARA A REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO
FÚNGICA DE *Fusarium guttiforme* EM MUDAS DE ABACAXI 'PÉROLA'

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Inovação Tecnológica, na linha de pesquisa Processos Tecnológicos, com eixo temático Desenvolvimento e Aplicação de Bioprocessos na Indústria, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura

UBERABA – MG

2019

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

P17p

Paiva, Stefane Pollyane Ribeiro de
Proposta de um procedimento para a redução da contaminação
fúngica de *Fusarium guttiforme* em mudas de abacaxi 'pérola' /
Stefane Pollyane Ribeiro de Paiva. – 2019.
53 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) –
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019
Orientadora: Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura

1. Abacaxi. 2. Fusariose. 3. *Fusarium guttiforme*. I. Okura, Mônica
Hitomi. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 634.774

STÉFANE POLLYANE RIBEIRO DE PAIVA

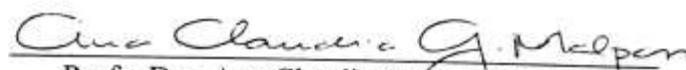
PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO PARA REDUÇÃO DA
CONTAMINAÇÃO FÚNGICA DE *FUSARIUM GUTTIFORME* EM MUDAS DE
ABACAXI 'PÉROLA'

Trabalho de conclusão apresentado ao
Programa de Mestrado Profissional em
Inovação Tecnológica da Universidade Federal
do Triângulo Mineiro, como requisito para
obtenção do título de mestre.

Uberaba, 22 de fevereiro de 2019

Banca Examinadora:


Prof. Dra. Mônica Hitomi Okura
Orientadora – UFTM


Prof. Dra. Ana Claudia Granato Malpass
Membro Titular – UFTM


Prof. Dr. Daniel Angelucci de Amorim
Membro titular – EPAMIG

Dedico este trabalho à minha família. Para minha mãe Neusa, minha irmã Stella, em memória do meu pai José, especialmente ao meu esposo Homero por todo apoio, atenção e carinho durante o percurso, ao meu filho Miguel por ser minha fonte de luz e inspiração e a minha sogra Leninha por me auxiliar durante toda a caminhada.

“A base do sucesso é o respeito. Saiba que se você não foi bem-sucedido muito se deve à falta de empreender em respeito. Respeito próprio, respeito em manter-se rígido diante suas convicções e respeito ao próximo (MENDES, Homero).”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha orientadora Professora Dra. Mônica Hitomi Okura por compartilhar sua sabedoria, pela paciência, cuidado e por todo seu apoio sempre com muita dedicação.

A EPAMIG pela parceria no projeto, especialmente a Daniel Angelucci de Amorim por todo suporte.

A Maria Helena Silva e ao Waldemar pela ajuda empreendida, foi essencial para o desenvolvimento da pesquisa.

A Professora Ana Carolina Favero - IFTM pelo auxílio na obtenção das mudas na primeira etapa desse projeto.

A Cooperciso / Frutal, em especial ao Presidente Luiz Júlio Dias Vieira, ao Júlio César Leonel e aos Abacaxicultores de Aparecida de Minas pelo entusiasmo, colaboração em disponibilizar as mudas de abacaxi para a realização da pesquisa.

A minha amiga Wanessa Maria dos Santos pela amizade, incentivo e ajuda.

A Gabriela graduanda do curso de engenharia de alimentos pela ajuda prática com as análises de hipoclorito de sódio e ozônio.

Ao estatístico Sérgio Zullo pelas consultorias de estatística que foram imprescindíveis ao prosseguimento do trabalho.

A FAPEMIG pelo amparo a pesquisa.

Muito Obrigada!

RESUMO

O grande problema atado ao abacaxi, sobretudo na cultivar Pérola é a suscetibilidade à fusariose, principal doença fúngica que acomete os abacaxizeiros. Visando diminuir a disseminação do fungo *Fusarium guttiforme* nas mudas de abacaxi 'Pérola' de forma não agressiva, no presente trabalho foram utilizados métodos alternativos, a radiação Ultravioleta (UV), sanitização com hipoclorito de sódio 1% e ozonização. Em parceria com a Empresa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG localizada na cidade de Uberaba, no estado de Minas Gerais (MG), foram coletadas 910 mudas de abacaxi 'Pérola', do tipo filhote contaminadas com fusariose para execução de testes, sendo 270 mudas para uso do tratamento com Radiação Ultravioleta (UV), 320 mudas para execução do tratamento com Hipoclorito de Sódio 1% e 320 mudas para a realização do tratamento com Ozonização. As mudas foram selecionadas em Aparecida de Minas, distrito da cidade de Frutal - MG onde estão localizados os produtores de agricultura familiar do fruto. Foram utilizadas técnica de contagem Spread Plate, avaliação microscópica para quantificar os microrganismos e após o tratamento plantaram-se as mudas para verificar seu desenvolvimento. Ao final das análises, o método utilizando Hipoclorito de Sódio 1% revelou-se o mais indicado. O qual apresentou 98,2% de redução de UFC/g no tratamento T4, expressou 42,5% de aumento no crescimento das plantas no tratamento T2 (tempo de 1 minuto, administrando 6,8 ml de NaOCl em 34 litros de água potável). E apontou redução de 62,3% da mortalidade das plantas, porém no tratamento T4, o qual foi elaborado no tempo de 15 minutos, aplicando 20,4 ml de NaOCl em 34 litros de água potável.

Palavras-chaves: Abacaxi 'Pérola'; Fusariose; *Fusarium guttiforme*

ABSTRACT

The major problem tied to pineapple, especially the cultivar Pérola is the susceptibility to fusariosis, the main fungal disease that affects pineapples. Aiming to combat the dissemination of the fungus *Fusarium guttiforme* in 'Pérola' pineapple seedlings in a non-aggressive way, in the present work were used alternative methods, Ultraviolet (UV) radiation, sanitization with 1% sodium hypochlorite and ozonization. In partnership with the Minas Gerais Agricultural Company - EPAMIG located in the city of Uberaba, state of Minas Gerais (MG), 910 'Pérola' pineapple seedlings were collected from the filhote type contaminated with fusariosis for testing, with 270 seedlings for use of treatment with Ultraviolet Radiation (UV), 320 seedlings for the treatment with Sodium Hypochlorite 1% and 320 seedlings for Ozonization treatment. The seedlings were selected in Aparecida de Minas, district of the city of Frutal - MG, where the producers of family agriculture of the fruit are located. Spread Plate counting technique, microscopic evaluation was used to quantify microorganisms and after treatment, seedlings were planted to verify their development. At the end of the analysis, the method using Sodium Hypochlorite 1% was the most indicated. Which presented a 98,2% reduction in CFU / g in the T4 treatment, expressed a 42,5% increase in plant growth in the T2 treatment (time of 1 minute, administering 6,8 ml of NaOCl in 34 liters of drinking water). And pointed out a 62,3% reduction in plant mortality, however in the T4 treatment, which was prepared in 15 minutes, applying 20,4 ml of NaOCl in 34 liters of drinking water.

Keywords: Pineapple 'Pearl'; *Fusarium*; *Fusarium guttiforme*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –Tipos de mudas.....	22
Figura 2 – Hipoclorito de Sódio 1%.....	28
Figura 3 – Etapas de preparação da solução com Hipoclorito de Sódio 1%.....	29
Figura 4 – Imersão das mudas em solução clorada.....	29
Figura 5 – Transporte e secagem das mudas tratadas.....	30
Figura 6 – Gerador de ozônio GO3500AA – INX.....	31
Figura 7 – Processo de ozonização das mudas.....	33
Figura 8 – Transporte e se secagem das mudas tratadas.....	33
Figura 9 – Processo de irradiação das mudas.....	36
Figura 10 – Mudas tratadas armazenadas para transporte.....	36
Figura 11 – Seleção dos tecidos lesionados com fusariose.....	37
Figura 12 – Mudas seccionadas, imersas em água peptonada e frascos com PDA.....	38
Figura 13 – Plaqueamento com a presença de <i>Fusarium Guttiforme</i>	39
Figura 14 – Delineamento em blocos.....	40
Figura 15 – Plantio das mudas tratadas.....	41
Figura 16 – Comparação pareada dos tratamentos.....	46
Figura 17 – Comparação pareada dos tratamentos.....	48
Figura 18 – Medição de muda de abacaxi ‘Pérola’.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais regiões produtoras de abacaxi no Brasil em 2017.....	18
Tabela 2 – Principais municípios produtores de abacaxi no estado de Minas Gerais em 2017.....	19
Tabela 3 – Planejamento do uso de hipoclorito de sódio 1% (Volume / Tempo).....	28
Tabela 4 – Planejamento dos tratamentos executados	28
Tabela 5 – Planejamento do uso de Ozônio / Tempo.....	32
Tabela 6 – Planejamento dos tratamentos executados.....	32
Tabela 7 – Planejamento do uso da radiação UV / Tempo.....	34
Tabela 8 – Planejamento dos tratamentos executados.....	35
Tabela 9 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Hipoclorito de Sódio 1%.....	43
Tabela 10 – Resumo do Teste de Hipóteses.....	43
Tabela 11 – Resumo Descritivo das análises com Hipoclorito de Sódio 1%.....	44
Tabela 12 – Comparação pareada dos tratamentos.....	45
Tabela 13 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Ozônio.....	47
Tabela 14 – Resumo do Teste de Hipóteses.....	47
Tabela 15 – Resumo Descritivo das análises com Ozônio.....	48
Tabela 16 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Ozônio.....	49
Tabela 17 – Resultado do crescimento das plantas em (cm) por tratamento realizado com Hipoclorito de Sódio 1% por bloco no plantio.....	50
Tabela 18 – Resultado do crescimento das plantas por tratamento realizado com Ozônio por bloco no plantio.....	51
Tabela 19 – Resultado do crescimento das plantas (cm) por tratamento realizado com radiação UV por bloco no plantio.....	53
Tabela 20 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Hipoclorito de Sódio 1% por bloco no plantio.....	53
Tabela 21 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Ozônio por bloco no plantio.....	54
Tabela 22 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Radiação UV por bloco no plantio.....	55

Tabela 23 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%.....	56
Tabela 24 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio.....	57
Tabela 25 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV.....	57
Tabela 26 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%.....	57
Tabela 27 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio.....	57
Tabela 28 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV.....	58
Tabela 29 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%.....	59
Tabela 30 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio.....	59
Tabela 31 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV.....	59
Tabela 32 – Avaliação do melhor tratamento.....	60

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

cm – Centímetro

DBC – Delineamentos blocos casualizados

DIC – Delineamentos inteiramente casualizados

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

FIG – Figura

ha – Hectares

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LSPA – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

m – Metro

Md – Mediana

mg – Miligrama

ml – Mililitro

N – Amostra

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

Pd – Poder do Teste

PDA – Potato Dextrose Agar

PMPIT – Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica

t – Tonelada

UFC – Unidades Formadoras de Colônias

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Abacaxi.....	17
3.2 Fusariose.....	21
3.3 Tratamentos.....	23
3.3.1 Radiação Ultravioleta.....	23
3.3.2 Hipoclorito de Sódio.....	24
3.3.3 Ozonização.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 Amostragem.....	27
4.2 Tratamentos.....	27
4.2.1 Hipoclorito de Sódio 1%.....	27
4.2.2 Ozonização.....	31
4.2.3 Radiação Ultravioleta.....	34
4.3 Microscopia.....	36
4.4 Análise Microbiológica – Técnica <i>Spread Plate</i>	38
4.5 Plantio.....	39
4.6 Métodos Estatísticos.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1 Análise Microbiológica.....	42
5.1.1 Hipoclorito de Sódio 1%.....	42
5.1.2 Ozônio.....	46
5.1.3 Radiação UV.....	49
5.2 Altura das Plantas.....	49
5.2.1 Hipoclorito de Sódio 1%.....	49
5.2.2 Ozônio.....	51
5.2.3 Radiação UV.....	52

5.3 Índice de Mortalidade.....	53
5.3.1 Hipoclorito de Sódio 1%.....	53
5.3.2 Ozônio.....	54
5.3.3 Radiação UV.....	55
5.4 Cálculo de Eficiência.....	56
5.4.1 Análise Microbiológica.....	56
5.4.2 Altura das Plantas.....	57
5.4.3 Índice de Mortalidade.....	58
6. Conclusão.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

Conhecido como Rei dos Frutos por sua exuberância e a presença da coroa, o abacaxi é um dos frutos tropicais de alta relevância no âmbito da comercialização mundial, pois apresenta agradáveis características marcantes como teor de acidez, cor, aroma e sabor. Em território brasileiro as cultivares Smooth Cayenne e Pérola, também conhecida como Pernambuco, são as mais comercializadas.

De acordo com Andrade et al. (2015) em 2012 o Brasil foi o terceiro maior produtor de abacaxi no mundo, com uma produtividade de cerca de 2,4 bilhões de toneladas, sendo que a espécie mais produzida e consumida no contexto nacional é o Pérola, principalmente, nas regiões norte e nordeste.

Os atributos do cultivar Pérola são descritos por Junghans e Cabral (2013) como fruto de formato cônico com peso entre 1 a 2 kg, casca verde no período de maturação, poupa de coloração branca ou creme, succulento, pouco fibroso, baixa acidez no ponto de colheita, folhas eretas, espinhos nos bordos e pedúnculo longo de aproximadamente 30 cm. Quanto a reprodução, apresenta percentual de indução natural do florescimento superior ao do Smooth Cayenne, produz uma grande quantidade de mudas do tipo filhote, porém nenhum ou poucos rebentões. A qualidade do fruto está relacionada a essas propriedades físicas extrínsecas, juntamente com as suas características físico-químicas intrínsecas da polpa que outorgam valor nutritivo, gosto e tolância.

Dependendo da variedade de abacaxi cultivado, do período de produção, da maturação e clima, há algumas alterações na composição química, mas essencialmente o valor nutricional do fruto está relacionado aos seus teores de açúcares solúveis, vitaminas e minerais. O abacaxi, já maduro apresenta sólidos solúveis em torno de 13° a 15° Brix, dentre as vitaminas a mais expressiva é o ácido ascórbico (vitamina C), com média de valor de 34,6 mg/100g. Os minerais potássio (K) com 131 mg/100g, cálcio (Ca) 22 mg/100g, magnésio (Mg) 18 mg/100g e fósforo (P) 13 mg/100g (VIANA et al., 2013).

O grande problema atado ao abacaxi, sobretudo a cultivar Pérola é a suscetibilidade à fusariose, principal doença fúngica que acomete os abacaxizeiros, visto que o agente causador infecta facilmente as mudas, plantas, inflorescências

em estágio de desenvolvimento e até mesmo frutos fazendo com que estes se tornem inviáveis para a comercialização e consumo *in natura*, causando prejuízos desde o plantio, queda da produtividade e prejuízos econômicos. Complementando esse fato Andrade et al. (2015) relatam que esse transtorno fitossanitário acarretado pelo fungo *Fusarium guttiforme*, resulta em perdas significativas de aproximadamente 30 a 40% de infrutescências e em torno de 20% de mudas.

Matos e Filho (2013) descrevem que em mudas e plantas infectadas, a base das folhas e a região afetada do caule exibem uma podridão-mole, de coloração marrom-clara, que fica mais escura com o tempo. Em combinação com a exsudação de resina, as plantas infectadas pelo fungo causador da fusariose, demonstram alterações no arranjo das folhas. Tendo como sintomas básicos “olho aberto”, folha mais curtas e mais numerosas, curvatura do talo, clorose que é o amarelamento ou branqueamento de tecidos clorofilados e levando a morte da planta. No fruto a podridão-mole aparece na polpa, a resina se acumula nos lóculos do ovário, apresenta odor de fermentação que exala dos tecidos infectados.

As principais medidas de contenção na fusariose consistem em queima das mudas contaminadas e a utilização de mudas saudias para novos plantios, porém o patógeno pode ser transportado pelo ar e por vetores, como formigas e outros insetos. Além disso conforme Caetano, Ventura e Balbino (2015) é realizado o controle químico pela pulverização de fungicidas, iniciando por volta de 40 dias após a indução da floração, tendo continuidade até o fechamento das últimas flores.

Visando diminuir a presença do fungo *Fusarium guttiforme*, de forma prática e eficiente, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência dos métodos de radiação ultravioleta UV, sanitização com hipoclorito de sódio 1% e ozonização no controle do fungo *F. guttiforme* em mudas de abacaxi ‘Pérola’ com intuito de obter mudas saudias para o plantio, possibilitando o crescimento de frutos saudáveis com suas características sensoriais e físico-químicas preservadas, tornando-os aptos para o consumo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Esse trabalho teve como objetivo propor um procedimento para reduzir a contaminação de fungo *Fusarium guttiforme* em mudas de abacaxi 'Pérola' das plantações de produtores rurais de uma região vulnerável do interior de Minas Gerais.

2.2. Objetivos Específicos

- Selecionar as mudas que estejam visivelmente contaminadas com fusariose;
- Separar as mudas em grupos por tipo de tratamento e número de amostras e submetê-las ao binômio tempo (min) x potência (mW/cm²) de radiação ultravioleta (UV);
- Separar as mudas em grupos por tipo de tratamento e número de amostras e submetê-las ao binômio tempo (minutos) x concentração de hipoclorito de sódio (ml);
- Separar as mudas em grupos por tipo de tratamento e número de amostras e submetê-las ao binômio tempo (min) x concentração de ozônio (mg);
- Avaliar a eficácia dos métodos utilizados pela técnica de contagem padrão em placa (técnica *Spread Plate*);
- Plantar as mudas tratadas e os respectivos grupos Controle, os quais não foram submetidos aos tratamentos, monitorá-las avaliando o brotamento, crescimento, desenvolvimento da doença e mortalidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Abacaxi

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais devido as condições de solo e clima, extensão territorial e posição geográfica, chega a produzir 40,2 milhões de toneladas, tornando-se encarregado por 4,8% da produção mundial, ficando atrás da China que em 2014 colheu 250,9 milhões de toneladas, o que reflete 30,2% do rendimento e da Índia que obteve colheitas de 89,9 milhões de toneladas, sendo 10,8% da produtividade. As frutas produzidas com expressividade em território nacional são a laranja, banana, abacaxi, melancia, castanha-de-caju e mamão, possibilitando a geração de cerca de 6 milhões de empregos diretamente ligados a fruticultura (ANDRADE, 2017).

Um fruto com uma produção brasileira de alta relevância é o abacaxi, fato este pode ser validado pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), que destaca que no ano de 1970 o Brasil possuía uma área colhida de 32.189 hectares (ha) e uma produção de 282.602 mil toneladas de abacaxi, ao decorrer dos anos avaliados no período de 5 em 5 anos houve um crescimento gradativo e em 2015 a área colhida passou a ser 69.165 hectares e a produtividade saltou para 1.801.415 milhão de toneladas. As principais regiões produtoras do país são Nordeste, Norte e Sudeste (IBGE, 2015).

Em relação ao ano 2017, as cinco principais regiões produtoras de abacaxi, Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, totalizaram a produção de 1.502.598 milhão de toneladas, de modo que a região Sudeste, na qual encontra-se o estado de Minas Gerais, produziu 411.467 mil toneladas. A seguir a Tabela 1 evidencia esses dados e as particularidades da produção dessas regiões.

Tabela 1 – Principais regiões produtoras de abacaxi no Brasil em 2017

Região	Área (hectares)	Produtividade (Kg/hectares)	Produção (t)
Norte	18.854	19.941	375.966
Nordeste	22.377	26.580	594.777
Sudeste	15.493	26.558	411.467
Sul	936	23.938	22.406
Centro-Oeste	4.456	21.989	97.982
Brasil	62.116	24.190	1.502.598

Fonte: adaptado do IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2017.

Ainda em 2017, dentre os estados produtores do fruto, os principais foram Pará 308,7 mil toneladas, Paraíba 268,3 mil toneladas e Minas Gerais com cerca de 242,1 mil toneladas. Seguidos por Bahia 125,1 mil toneladas, São Paulo 96,1 mil toneladas, Rio de Janeiro 93,1 mil toneladas, Rio Grande do Norte 84,4 mil toneladas, Amazonas 70,6 mil toneladas, Tocantins 66,6 mil toneladas e demais estados que totalizam 241,3 mil toneladas. Desta forma, tem-se uma produção nacional equivalente a 1.596,5 milhão de toneladas (IBGE, 2017).

Especificamente no estado de Minas Gerais, a região conhecida como Triângulo Mineiro, é a maior produtora de abacaxi, a Tabela 2 abaixo mostra a relação dos principais municípios produtores e suas respectivas quantidades em 2017.

Abordando as características do fruto de forma particular, Reis et al. (2012) enunciam que o abacaxizeiro é procedente da América do Sul e tem o nome científico de *Ananas comusus (L.) Merrill*, da família *Bromeliaceae*, subclasse das Monocotiledôneas e gênero *Ananas*. Mundialmente, os tipos de cultivares são classificadas em cinco diversas categorias, são elas: Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Mordilona Perolera. Esses são agrupadas dependendo do porte da planta, formato do fruto, importância das brácteas e as características morfológicas das folhas. A principal cultivar no mundo é a Smooth Cayenne, que produz frutos de polpa amarelo-pálida ou amarela, rica em ácidos e açúcares e a planta possui folhas quase sem espinhos.

Tabela 2 – Principais municípios produtores de abacaxi no estado de Minas Gerais em 2017

Municípios	Região	Área (hectares)	Produtividade (Kg/hectares)	Produção (t)
Monte Alegre de Minas	Triângulo	3.800	30.000	114.000
Frutal	Triângulo	2.000	30.000	60.000
Canápolis	Triângulo	1.200	34.000	40.800
Centralina	Triângulo	550	35.000	19.250
Fronteira	Triângulo	500	30.000	15.000
Total	Triângulo	8.050	30.938	249.050

Fonte: adaptado do IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2017.

Martins et al. (2012) complementam que o abacaxi Pérola é o preferido nacionalmente por sua polpa succulenta e saborosa, considerado excelente para o consumo fresco, e com grande potencial de comercialização internacional, sendo apreciado no Mercosul e na Europa. A cultivar Pérola é também conhecida como Pernambuco ou Branco de Pernambuco, apresenta médio porte e crescimento ereto. É vigorosa, com folhas de cerca de 65 cm de comprimento e espinhos nos bordos. O pedúnculo do fruto é longo em torno de 30 cm, gera grande quantidade de filhotes 5 a 15 presos ao pedúnculo, próximos da base do fruto. Tem forma cônica, coroa grande, quando maduro, a casca é amarelada, polpa branca, sucosa, com sólidos solúveis totais de 14º Brix a 16º Brix e baixa acidez. O peso do fruto varia de 1,0 - 1,5 kg, revela tolerância às doenças como a murcha associada a cochonilha *Dysmicoccus brevipes* e é suscetível a fusariose (CABRAL, 2000).

O rei dos frutos é adorado e popular por suas múltiplas formas de consumo, sendo *in natura*, em calda, enlatado, cristalizado, congelado, como picles e passas, usado na elaboração de doces, bolos, cremes e balas. Pode ser ingerido na forma de suco, refresco, xarope, vinagre, licor, vinho e aguardente e seus resíduos da industrialização são utilizados como matéria prima para a extração de álcool e ração animal. Em relação as suas características nutricionais, é rico em açúcar (quanto mais maduro, maior o teor de açúcar), sais minerais como potássio, cálcio, ferro, magnésio e manganês, vitaminas A, B1, B2 e C. Pode-se dizer que cada 100 g de

polpa fresca apresenta cerca de 50 Kcal, 89% de água, 0,3% de proteínas, 0,5% de lipídios, 5,8% de glicídios, 3,2% de celulose e 0,3 de sais. Quando preparado em forma de suco, cada 150 ml tem aproximadamente 150 Kcal e teor de açúcar entre 12 a 15%, nos quais 34% são açúcares redutores e 66% sacarose (CRESTANI et al., 2010).

Cabral (2000) aponta alguns itens como qualidades fundamentais de um abacaxizeiro, como características de suas folhas sendo curtas, largas e sem espinhos, crescimento veloz, produção precoce de rebentão situado na base da planta rente ao solo, produção de filhotes localizados superior a dois centímetros da base do fruto, casca de cor amarelo alaranjada, polpa amarela, concisa, mas não fibrosa, acidez moderada, teor de açúcar elevado e tendo a coroa média a pequena.

Para que o fruto se desenvolva com essas características mencionadas, é preciso atentar-se a algumas condições para o cultivo como: áreas onde as chuvas atinjam volumes de 1.000 mm a 1.500 mm anuais devidamente distribuídos ao longo dos meses, mesmo o abacaxi sendo resistente à seca. Baixa latitude, regiões localizadas entre os paralelos 25° Norte e 25° Sul entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio são as mais indicadas. Como é uma planta tropical e não suporta clima muito frio, o melhor são regiões de baixa altitude com menos de 400 m. A faixa ótima de temperatura está entre 22 °C e 32 °C, o abacaxizeiro pode suportar temperaturas fora dessa faixa, mas em temperaturas acima de 40 °C e abaixo de 5 °C a planta apenas resiste por períodos curtos. Umidade relativa do ar quando alta acima de 85% propicia a ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas. Luminosidade, ou seja, radiação solar tendo uma média de 6,5 horas por dia de exposição é satisfatória para a produção (REINHARDT; CUNHA; SOUZA, 2013).

De acordo com essas informações os mesmos autores esclarecem que temperaturas elevadas, escassez de chuva e baixa umidade, contribuem para a redução da produção e a qualidade das mudas. E que frutos produzidos durante os meses quentes apresentam baixo teor de acidez, aroma e sabor mais agradáveis. Nos períodos frios ocorre o contrário.

3.2. Fusariose

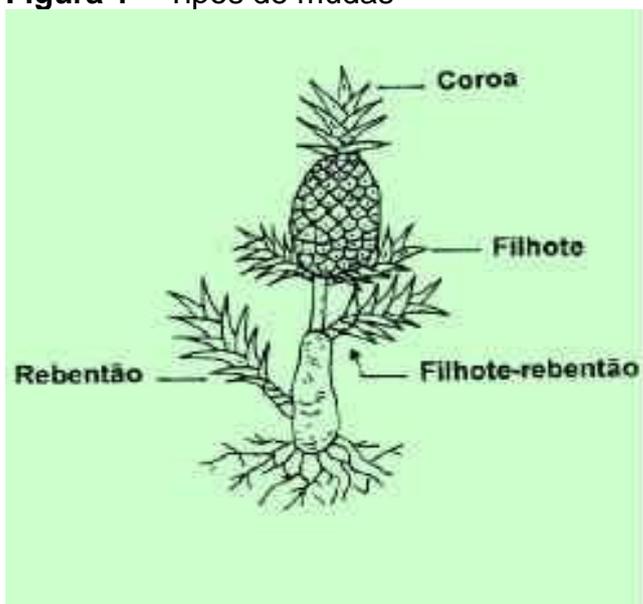
As cultivares de maior produção em território brasileiro como citado anteriormente, a Smooth Cayenne e Pérola, sofrem por serem genótipos suscetíveis à doença fusariose que é a mais severa na cultura de abacaxizeiro, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*. Essa ocasiona perdas de frutos e mudas, reduzindo a produção do plantio e a qualidade da fruta (CAETANO; VENTURA; BALBINO, 2015). Em território brasileiro, a fusariose foi relatada primeiramente em 1964 e essa doença está presente também na Bolívia, onde foi acidentalmente introduzida no início da década de 1990 (MATOS FILHO, 2013).

Nogueira et al. (2014) afirmam que a perda dos frutos pode chegar a ser de 50 a 100% e as mudas chegam a 50% ou mais, causando grande prejuízo econômico. O fungo infecta mudas, plantas em desenvolvimento vegetativo e frutos, estimulando lesões nos tecidos afetados, com exsudação de uma substância gomosa, impedindo sua comercialização. A cultivar Pérola é significativamente suscetível ao ataque de *Fusarium guttiforme* e a incidência da doença aumenta quando a frutificação ocorre em épocas chuvosas com temperatura amena. Elementos como pressão de inóculo, agressividade do patógeno e suscetibilidade do cultivar interferem no índice de doença, tornando-se necessário conhecer os mecanismos da interação planta x patógeno de modo que seja possível desenvolver e aperfeiçoar métodos para controle da doença.

Outros sintomas causados pelo *F. guttiforme* na planta são: a curvatura do caule, alteração na disposição das folhas no caule (filotaxia), encurtamento das folhas, déficit no desenvolvimento, morte da região apical e da planta, clorose caracterizada pela falta de produção suficiente de clorofila e nos frutos é possível ocorrer apodrecimento da polpa (MATOS; CORDEIRO; HADDAD, 2012).

A propagação da fusariose ocorre em sua maioria através das mudas durante o manejo no plantio. São utilizados diferentes tipos de mudas para plantação, conforme ilustrado na Figura 1, sendo a Coroa brotação do ápice do fruto, Filhote brotação do pedúnculo que é a haste que sustenta o fruto, Filhote-rebentão brotação da região de inserção do pedúnculo no caule ou talo e Rebentão brotação do caule (REINHARDT; SOUZA, 2000).

Figura 1 – Tipos de mudas



Fonte: Reinhardt; Souza, 2000.

A muda tipo Coroa como permanece no fruto fresco vendido ao consumidor, é menos acessível, pouco vigorosa, de ciclo do plantio à colheita mais longo, com maior pré-disposição a podridões, especialmente, podridão-negra *Chalara paradoxa*. No entanto, positivamente seu tamanho e peso apresentam-se uniforme, resultando em plantios com plantas de porte e desenvolvimento mais homogêneo. Já a muda tipo Filhote ou muda-de-cacho mostra-se vigorosa e de ciclo intermediário, é menos uniforme que as coroas e mais do que os rebentões, de fácil colheita e ampla disponibilidade, no caso da variedade Pérola (REINHARDT; SOUZA, 2000).

Além das mudas contaminadas serem consideradas o principal agente de dispersão da doença dentro de uma região produtora, como também de uma região para outra, há indícios de que a abelha arapuá *Trigona spinipes*, a broca-do-fruto *Strymon megarus*, a abelha melífera, *Apis melífera* e diversas espécies de formigas estão relacionadas no processo de infecção dos frutos como vetores. E o desenvolvimento de plantios de abacaxi em diversos períodos do ano e em áreas contíguas são elementos importantes na dissipação do patógeno, visto que ter plantas em vários estágios de desenvolvimento em uma mesma área, contribuí para a manutenção do inóculo durante todo o ciclo da cultura (MATOS et al., 2009). E Matos, Cordeiro & Haddad (2012) acrescentam que plantios abandonados devido à incidência da doença fúngica fusariose se tornam fontes significativas de inóculo.

3.3. Tratamentos

Sendo a fusariose uma doença de difícil controle as técnicas de combate são: eliminação de restos culturais, uso de material propagativo sadio, seleção pré-plantio das mudas, monitoramento da incidência da doença, erradicação de todas as plantas com sintomas de fusariose, aplicação de fungicidas sobre as inflorescências em desenvolvimento, implantação de um método de indução floral que proporcione o crescimento das inflorescências e colheita dos frutos em épocas desfavoráveis à incidência da doença (MATOS et al., 2009).

Melo et al. (2016) acrescentam que a utilização de agrotóxicos é cada vez mais contestada pelos danos ambientais e pela saúde humana, como também por poder promover a resistência de fitopatógenos a fungicidas. Com isso medidas alternativas de controle despertam grande interesse, levando à investigação e a elaboração de produtos eficazes e sustentáveis para o controle de fitopatógenos.

Com o objetivo de combater a disseminação do fungo *F. guttiforme* nas mudas de abacaxi 'Pérola' de forma não agressiva, no presente trabalho foram utilizados métodos alternativos, a radiação Ultravioleta (UV), sanitização com hipoclorito de sódio 1% e ozonização. Em relação a radiação UV, esta atua com ação germicida na destruição de microrganismos patogênicos e tem sido utilizada na desinfecção de ambientes, redução da carga microbiana de alimentos e água (WURLITZER; BORGES; PORTO, 2010).

3.3.1. Radiação ultravioleta

Data que a radiação ultravioleta foi descoberta em 1801 pelo cientista alemão Johan Ritter, quando percebeu uma forma invisível de luz além do violeta capaz de oxidar haletos de prata, conhecida por luz ultravioleta. Ocupa ampla faixa de comprimento de onda na região não ionizante do espectro eletromagnético, entre os raios X (100 nm) e a luz visível (400 nm). Sua aplicação deve ser feita diretamente sobre o alvo desejado. Essa radiação é um procedimento de baixo custo em relação a outros métodos de esterilização existentes e não gera resíduos químicos,

subprodutos indesejáveis e alterações sensoriais. Segundo Guedes et al (2009) comprimentos de onda superiores a 300 nm invalidam o efeito letal aos microrganismos.

Batista e Borges (2013) enfatizam que a radiação UV é um procedimento simples e eficiente por ser executado a frio e a seco. A UV-C que é a radiação com ondas curtas tem ação satisfatória, pois altera a estrutura celular dos microrganismos causando sua destruição. Os comprimentos de onda em torno de 260nm a 265nm são considerados eficientes, de modo que são absorvidos pelo DNA celular inativando os microrganismos de diversas espécies.

A exposição de frutos a baixas doses de UV-C desencadeia diversas alterações como a produção de complexos antifúngicos e retardamento do escurecimento enzimático e amadurecimento, porém a ação da luz UV-C pode ser limitada a superfície do fruto, porque a radiação tem poder de penetração restrito em sólidos (CIA et al., 2009).

3.3.2. Hipoclorito de Sódio 1%

Resende et al. (2010) enfatizam que a obtenção do hipoclorito de sódio (NaOCl) ocorre através do borbulhamento de cloro em solução de hidróxido de sódio, tendo assim alta capacidade antimicrobiana para sanitização de equipamentos, ambientes e utensílios, não apresentando característica corrosiva elevada como a de produtos clorados com altas concentrações de barrilha e soda cáustica. Os autores realizaram estudo utilizando hipoclorito de sódio no cultivo da variedade de soja MGBR 46, aplicando-o com pulverizador em cada parcela no campo e constataram que o NaOCl pode ser utilizado como tratamento alternativo para controlar a incidência do parasita fúngico Oídio (*Erysiphe diffusa*), porque apresentou a mesma eficácia do fungicida aplicado. Além disso, os autores concluíram que o hipoclorito não desempenha ação negativa na biodisponibilidade de zinco e de cobre para a soja, preservando o valor nutricional do grão em relação aos minerais.

Bruno e Pinto (2004) citam que o cloro, principalmente, na forma de sal de hipoclorito está sendo manuseado para o controle bacteriológico em indústrias de

hortifrútiis. Alguns fatores como concentração de cloro ativo da solução e o tempo de ação do sanitizante são essenciais para determinar a validade do efeito antimicrobiano do produto. Em um estudo realizado pelos autores foram obtidos resultados satisfatórios para as hortaliças salsa e coentro imersos por 20 minutos em água clorada, contendo 4 mg/L de cloro ativo, promovendo uma maior diminuição na carga microbiana.

Antoniolli et al. (2005) agregam que os compostos à base de cloro têm alta ação germicida, pois reagem com as proteínas da membrana das células microbianas, interferindo no transporte de nutrientes e oportuniza a perda de componentes celulares. O hipoclorito de sódio é o sanitizante químico mais utilizado por ter uma ação rápida, ser de fácil aplicação e se dissolver em água. Em estudo desenvolvido pelos autores com abacaxi 'Pérola' minimamente processado observou-se que sanitizar a polpa do fruto é essencial para a segurança microbiológica do produto e que a desinfecção da casca com NaOCl 200 mg/L, associada a sanitização da polpa com NaOCl 20 mg/L, resultou em queda populacional de microrganismos aeróbicos mesófilos e leveduras.

3.3.3. Ozonização

Uma alternativa que vem ganhando espaço no setor de processamento de alimentos é a utilização de ozônio com o objetivo de garantir a segurança do alimento. De acordo com Coelho et al. (2015) no século XIX o químico suíço Christian Friedrich Schönbein descobriu o gás ozônio (O^3). Em 1848 pensava-se que o ozônio era uma forma alotrópica do oxigênio, porém na década seguinte ficou esclarecido que sua composição é triatômica O^3 . O ozônio possui odor característico, de fácil percepção em concentrações muito baixas de 0,01 a 0,05 mg/L. Em concentrações elevadas apresenta coloração azulada e em temperatura ambiente e em concentrações baixas é um gás incolor.

Primeiramente em 1866 foi usado como um desinfetante de grande potencialidade no tratamento de água e desde então tem sido estudado e aplicado na purificação e desinfecção desta. Nos últimos 40 anos vem se desenvolvendo técnicas de ionização da água na Europa, especialmente na França e Alemanha

Ocidental. Nos Estados Unidos, a ionização da água surge como uma alternativa à cloração. Já no Brasil a ozonização passou a ser usada como um novo método de pré-cloração e pré-aeração no tratamento de águas superficiais a partir de 1983 (SILVA et al., 2011).

O ozônio foi utilizado pela primeira vez em câmaras frias de estocagem de carnes como conservador de alimentos em 1909. E apenas em 1982 que o ozônio foi declarado como substância reconhecidamente segura pelo FDA (*Food and Drug Administration*) com uso permitido apenas como sanificante para água engarrafada, fazendo com que aumentasse o interesse na aplicação do ozônio no processamento de alimentos, visto sua eficácia em baixas concentrações, pouco tempo de contato e sua decomposição em produtos não tóxicos (COELHO et al., 2015). Estudos desenvolvidos pelos autores em morangos minimamente processados mostraram que o uso de ozonização aquosa a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ por 5 min reduziu a contagem inicial de fungos filamentosos e de leveduras.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostragem

Em parceria com a Empresa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG localizada na cidade de Uberaba, no estado de Minas Gerais (MG), foram coletadas 910 mudas de abacaxi 'Pérola', do tipo filhote contaminadas com fusariose para execução de testes, sendo 270 mudas para uso do tratamento com Radiação Ultravioleta (UV), 320 mudas para execução do tratamento com Hipoclorito de Sódio 1% e 320 mudas para a realização do tratamento com Ozonização. As mudas foram selecionadas em Aparecida de Minas, distrito da cidade de Frutal - MG onde estão localizados os produtores de agricultura familiar do fruto. As análises foram realizadas no laboratório de Bioprocessos do Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica - PMPIT, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM.

4.2. Tratamentos

4.2.1. Hipoclorito de Sódio 1%

De maneira aleatória as mudas foram separadas em 4 tratamentos contendo 15 mudas com 5 repetições para avaliar a efetividade do método, ou seja, 75 mudas por tratamento (totalizando 300 amostras), sendo um grupo Controle o qual não foi submetido a solução clorada e 3 Grupos que foram expostos a 3 diferentes tempos e 3 concentrações de hipoclorito de sódio. Além das 75 mudas de cada teste que posteriormente foram plantadas e seus desenvolvimentos monitorados, foram acrescentadas 2 mudas no grupo Controle e 6 mudas em cada um dos outros 3 tratamentos (tendo no total 20 amostras), de modo que estas após serem cloradas foram encaminhadas para análises microscópica e microbiológica para averiguar a redução da contaminação fúngica.

A Tabela 3 mostra o tempo (minutos) e o volume de hipoclorito de sódio (ml) selecionados para a realização das análises.

Tabela 3 – Planejamento do uso de hipoclorito de sódio 1% (Volume / Tempo)

Tempo (min)	1	10	15
Hipoclorito 1% (ml)	6,8	13,6	20,4

Fonte: da autora, 2018.

Adiante a Tabela 4 ilustra o planejamento para execução das análises por tipo de tratamento e número de amostras, com a utilização do binômio tempo (minutos) X volume de hipoclorito de sódio 1% (ml).

Tabela 4 – Planejamento dos tratamentos executados

Tratamentos	Nº Amostras	Tempo (min)	Hipoclorito de Sódio 1% (ml)
Controle - T1	77	-----	-----
T2	81	1	6,8
T3	81	10	13,6
T4	81	15	20,4

Fonte: da autora, 2018.

Nos dias 03 e 04 de Julho de 2018, o experimento foi desenvolvido com Hipoclorito de Sódio 1% da marca Start (FIG. 2) e água potável. Sendo que para o tratamento T2 foram administrados 6,8 ml de hipoclorito de sódio 1% para 34 litros de água potável no tempo de 1 minuto. Para o tratamento T3 foram manuseados 13,6 ml de hipoclorito de sódio 1% para 34 litros de água potável em um tempo de 10 minutos. Já para o tratamento T4 foram manipulados 20,4 ml de hipoclorito de sódio 1% para 34 litros de água potável no tempo de 15 minutos.

Figura 2 – Hipoclorito de Sódio 1%

Fonte: da autora, 2018.

Para a execução do procedimento foram imersas 25 mudas de cada vez em um recipiente com a água clorada, obedecendo o tempo proposto por intervenção. Ao fim de cada tratamento a água era trocada e a concentração de cloro era medida novamente. Para a obter os 34 litros de água com precisão, a mesma foi medida em uma proveta de 1000 ml. E foi feito uso de pipeta para a conseguir o volume correto da solução de hipoclorito 1%. Na Figura 3 observa-se as etapas do procedimento de cloração da água.

Figura 3 – Etapas de preparação da solução com Hipoclorito de Sódio 1%



Fonte: da autora, 2018.

Figura 4 as mudas sendo cloradas de acordo com o respectivo tratamento.

Figura 4 – Imersão das mudas em solução clorada



Fonte: da autora, 2018.

Após serem cloradas, foram separadas 75 mudas de cada respectivo tratamento (T2, T3 e T4) e armazenadas em caixas plásticas, juntamente com o tratamento Controle (T1) para transporte até a EPAMIG para passarem pelo processo de cura por 32 dias, onde as mudas ficaram sob bancadas separadas por

tratamentos para que fosse possível a secagem das mesmas, retirando o excesso de umidade antes do plantio. E as 20 mudas restantes foram reservadas para as análises microbiológicas.

A Figura 5 ilustra as mudas armazenadas separadamente para transporte e em seguida passando pelo processo de cura, ou seja, secagem.

Figura 5 – Transporte e secagem das mudas tratadas



Fonte: da autora, 2018.

4.2.2. Ozonização

Aleatoriamente as mudas foram divididas em 4 tratamentos contendo 15 mudas com 5 repetições para averiguar a aplicabilidade do método, ou seja, 75 mudas por tratamento (resultando em 300 amostras), sendo um grupo Controle o qual não foi sujeito a ozonização e 3 Grupos que foram expostos a 3 diversos tempos e 3 diferentes concentrações de ozônio (O^3). Além das 75 mudas de cada teste que, posteriormente, foram plantadas e acompanhadas durante seus crescimentos, foram acrescidas 2 mudas no grupo Controle e 6 mudas em cada um dos outros 3 tratamentos (totalizando 20 amostras), de modo que estas após serem ionizadas foram encaminhadas para análises microscópica e microbiológica para analisar a diminuição da contaminação fúngica.

O aparelho utilizado foi o gerador de ozônio GO3500AA – INX (FIG. 6), produzido pela marca Ozônio Line. Esse é um equipamento que pode ser utilizado de forma portátil ou como uma unidade estacionária de geração de ozônio e é capaz de tratar água e ar. De acordo com seu manual de instruções, esse equipamento transforma parte do oxigênio do ar que capta em ozônio através de um método chamado “Descarga Corona”, fazendo com que as moléculas de oxigênio (O^2), ao passar pela unidade geradora, sejam quebradas e reagrupadas em ozônio (O^3).

Figura 6 – Gerador de ozônio GO3500AA – INX



Fonte: da autora, 2018.

O GO3500AA – INX possui uma geração de ozônio máxima com ar atmosférico de 3500 mg/h que é a capacidade do aparelho, ou seja, produz 58,33 mg/min de ozônio. Sendo assim, a Tabela 5 mostra o tempo (minutos) e a massa de ozônio (mg) eleitos para a realização do experimento.

Tabela 5 – Planejamento do uso de Ozônio / Tempo

Tempo (min)	7	15	30
Ozônio (mg)	408,31	874,95	1750

Fonte: da autora, 2018.

A Tabela 6 apresenta o planejamento para realização das análises por tipo de tratamento e número de amostras, com a utilização do binômio tempo (minutos) X massa de ozônio (mg).

Tabela 6 – Planejamento dos tratamentos executados

Tratamentos	Nº Amostras	Tempo (min)	Ozônio (mg)
Controle - T1	77	-----	-----
T2	81	7	408,31
T3	81	15	874,95
T4	81	30	1750

Fonte: da autora, 2018.

No dia 12 de Julho de 2018 foi realizado o experimento com manuseio de ozônio (O³), por imersão das mudas de abacaxi tipo 'Pérola' em água ozonizada. Para a realização desse processo foi administrado geração de 3 concentrações de ozônio de acordo com os 3 tempos diferentes escolhidos por análise. Para o tratamento T2 foram ozonizados 34 litros de água potável no tempo de 7 minutos. Para o tratamento T3 foram ozonizados 34 litros de água potável em um tempo de 15 minutos. Já para o tratamento T4 foram ozonizados 34 litros de água potável no tempo de 30 minutos.

A execução ocorreu da seguinte forma, foram imersas 25 mudas de cada vez em um recipiente com a água potável, em seguida o gerador de ozônio foi ligado sobre uma superfície plana e estável e o procedimento foi efetuado cumprindo o tempo indicado por tratamento. Ao final de cada intervenção a água era trocada e a

ozonização ocorria novamente (FIG. 7).

Figura 7 – Processo de ozonização das mudas



Fonte: da autora, 2018.

Depois de serem ozonizadas, 75 mudas de cada tratamento (T2, T3 e T4) foram selecionadas e acomodadas em caixas plásticas, acompanhado do tratamento Controle (T1) para serem transportadas até a EPAMIG para serem submetidas ao processo de cura por 32 dias, onde as mudas ficaram sob bancadas separadas por grupos para que fosse possível a secagem das mesmas, retirando o excesso de umidade antes do plantio (FIG. 8). Houve também a seleção de 20 mudas, essas amostras foram destinadas às análises microbiológicas para investigar o êxito da estratégia empregada.

Figura 8 – Transporte e se secagem das mudas tratadas



Fonte: da autora, 2018.

4.2.3. Radiação Ultravioleta (UV)

De forma aleatória as mudas foram divididas em 10 tratamentos contendo 5 mudas com 5 repetições para comprovar a eficácia da técnica, ou seja, 25 mudas por tratamento (totalizando 250 amostras), sendo um grupo Controle o qual não foi submetido a radiação e 9 Grupos que foram expostos a diferentes tempos e concentrações de radiação. Além das 25 mudas de cada teste que, posteriormente, foram plantadas e acompanhadas suas evoluções, foram acrescentadas 2 mudas por tratamento (totalizando 20 amostras), de modo que estas após serem irradiadas foram destinadas para análises microscópica e microbiológica para atestar a redução da carga fúngica.

A Tabela 7 mostra o tempo (minutos) e a potência da radiação UV (mW/cm²) escolhidos para a realização das análises.

Tabela 7 – Planejamento do uso da radiação UV / Tempo

Tempo (min)	3	10	20
Radiação (mW/cm²)	0,181	0,517	0,181 + 0,517

Fonte: da autora, 2018.

A lâmpada de vapor de mercúrio com potência de 0,181 mW/cm² foi ligada a um reator externo de 125 watts (W). Já a lâmpada de vapor de mercúrio com potência de 0,517 mW/cm² foi ligada a um reator externo de 250 watts (W). Para a realização do terceiro tempo (20 minutos), as duas lâmpadas foram ligadas simultaneamente.

Pode-se observar na Tabela 8 como foi feito o planejamento para execução das análises por tipo de tratamento e número de amostras, com a utilização do binômio tempo (minutos) X radiação UV (mW/cm²).

Tabela 8 – Planejamento dos tratamentos executados

Tratamentos	N° Amostras	Tempo (min)	Radiação UV (mW/cm²)
Controle - T1	27	-----	-----
T2	27	3	0,181
T3	27	10	0,181
T4	27	20	0,181
T5	27	3	0,517
T6	27	10	0,517
T7	27	20	0,517
T8	27	3	0,181 + 0,517
T9	27	10	0,181 + 0,517
T10	27	20	0,181 + 0,517

Fonte: da autora, 2018.

Para que fosse realizada a radiação, as mudas foram colocadas uma de cada vez dentro da câmara de UV, posicionadas em um becker diretamente abaixo da lâmpada de mercúrio para que recebessem a potência da luz. Assim que a muda foi acondicionada a lâmpada era ligada somente depois que a câmara estivesse totalmente fechada para que não houvesse contato direto com a radiação.

Com o propósito de expor todas as partes da muda à radiação, primeiramente a amostra foi colocada em pé com a parte superior para cima, na metade do tempo escolhido do tratamento a câmara era deligada e invertida a posição ficando a parte inferior para cima, a câmara era fechada e religada até concluir o tempo final (FIG. 9). As análises foram feitas durante o mês de Agosto e Setembro de 2018.

Depois de serem irradiadas as mudas foram separadas, 25 mudas de cada tratamentos armazenados em caixas plásticas (FIG. 10) para transporte até a EPAMIG encaminhadas para o plantio e 2 mudas de cada um dos 10 tratamentos reservadas para as análises laboratoriais.

Figura 9 – Processo de irradiação das mudas



Fonte: da autora, 2018.

Figura 10 – Mudas tratadas armazenadas para transporte



Fonte: da autora, 2018.

4.3. Microscopia

Após passarem pelos processos de cloração, ionização e radiação UV, as 20 amostras de cada método foram separadas e seccionadas, para expor as partes das mudas lesionadas pela fusariose. Essas partes de tecido da planta foram submetidas a microscopia no Laboratório de Bioprocessos do PMPIT para melhor visualização da doença nestas mudas, para em seguida serem submetidas as análises microbiológicas com objetivo de averiguar se houve redução da carga microbiana, constatando a eficácia dos métodos empregados.

A Figura 11 identifica os fragmentos das mudas com a presença da doença ocasionada pelo fungo *Fusarium guttiforme*.

Figura 11 – Seleção dos tecidos lesionados com fusariose



Fonte: da autora, 2018.

4.4. Análise Microbiológica – Técnica *Spread Plate*

A técnica utilizada foi descrita por SILVA et al., (2017).

Denomina-se técnica *Spread Plate*, o plaqueamento em superfície, que consiste em inocular a amostra e / ou suas diluições em contato direto com a superfície do meio sólido distribuído nas placas. A inoculação em superfície tem como benefícios: não expor os microrganismos ao calor do meio fundido, permitir a visualização de características morfológicas e diferenciais de colônias, facilitar a transferências de colônias, permitir o uso de meios que não podem ser fundidos depois de prontos e não exige que os meios sejam translúcidos.

Pesou-se 25 g da amostra em 225 ml de água peptonada esterilizada a 0,1%, considerando esta a diluição 10^{-1} , em seguida, realizou-se a diluição seriada até a diluição 10^{-5} , o volume da pipeta foi descarregado a partir da marca superior, com a ponta encostada na parede interna do tubo para que o líquido escorresse por sua parede. Inoculou-se 0,1 ml de todas as diluições em meio de cultura Potato Dextrose Agar, contido em placas de Petri. Em seguida as placas foram incubadas à temperatura de 25° C por 05 dias, até o crescimento visível das colônias.

A Figura 12 demonstra as mudas selecionadas como amostras de cada tratamento com Hipoclorito de Sódio 1%, Ozônio e Radiação UV, seccionadas e submergidas em água peptonada em frascos de balão de Erlenmeyer, sendo esta a primeira diluição 10^{-1} e ao lado está o meio de cultura PDA utilizado.

Figura 12 – Mudas seccionadas, imersas em água peptonada e frascos com PDA



Fonte: da autora, 2018.

Para a contagem foram selecionadas as placas sem espalhamento, com números de colônias entre 25 e 250. Na realização dos cálculos o resultado é expresso em Unidades Formadoras de Colônias - UFC/g. A Figura 13 possibilita visualizar o aparecimento de colônias com a presença do fungo *Fusarium guttiforme*.

Figura 13 – Plaqueamento com a presença de *Fusarium Guttiforme*



Fonte: da autora, 2018.

4.5. Plantio

As mudas tratadas foram plantadas em uma área cedida pela empresa EPAMIG, de forma aleatória para que não ocorresse favorecimento de nenhum dos grupos, em sulcos dispostos lados a lado e monitorados periodicamente para acompanhar o brotamento, desenvolvimento dos experimentos e índice de mortalidade. O plantio das mudas tratadas com Hipoclorito de Sódio 1% e Ozônio foi feito em Agosto de 2018 e o plantio das mudas do tratamento com radiação UV foi executado em Outubro de 2018. Foram coletados dados de altura inicial para que fossem comparados com as informações obtidas no final do processo.

De acordo com as orientações do fruticultor as plantas foram irrigadas, quando necessário, com a utilização de um sistema de gotejamento. Foram realizadas três adubações, a primeira por ocasião do plantio das mudas, aplicando-se no sulco do plantio, 20 g por planta de superfosfato simples. Outras duas

adubações de cobertura foram realizadas em meados de Novembro/18 e Janeiro/19, aplicando-se 12g e 14g de adubo 30-00-20 NPK, respectivamente. O fertilizante NPK tem em sua composição nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para o fortalecimento e crescimento da planta.

O delineamento do plantio foi feito em blocos, sendo que para os tratamentos com hipoclorito de sódio foram preparados 05 blocos com 04 parcelas contendo 15 mudas em cada, referentes aos 04 tratamentos (T1 a T4) realizados com tempo e concentração de NaOCl diferentes, totalizando 300 mudas.

Para os tratamentos executados com ozônio foram elaborados 05 blocos com 04 parcelas contendo 15 mudas em cada, referentes aos 04 tratamentos (T1 a T4) realizados com tempo e concentração de ozônio diferentes, resultando em 300 mudas.

E para os tratamentos realizados com radiação UV foram feitos 04 blocos com 10 parcelas contendo 06 mudas em cada, referentes aos 10 tratamentos (T1 a T10) realizados com tempo e concentração de UV diferentes, totalizando 240 mudas.

O espaçamento entre as plantas foi de 0,5 m x 0,5 m x 1,20. Sendo as mudas plantadas em fileira dupla. Periodicamente ocorreu a capinas manuais para controle de plantas invasoras. A Figura 14 retrata o delineamento em blocos e a Figura 15 o plantio das mudas dos 03 tratamentos.

Figura 14 – Delineamento em blocos



Fonte: da autora, 2018.

Figura 15 – Plantio das mudas tratadas



Fonte: da autora, 2018.

4.6. Métodos Estatísticos

Tratando-se de uma pesquisa com abordagem experimental e quantitativa, como enfatizado por Diehl (2004) onde houve o uso da quantificação dos dados desde sua coleta até a intervenção. Foram utilizados métodos estatísticos com o objetivo de quantificar as margens de erro dos resultados obtidos.

De acordo com Pontes e Correntes (2001) os testes não paramétricos ou de distribuição livre vem sendo aplicados quando os dados coletados da pesquisa não possuem normalidade ou homogeneidade de variâncias e também em casos de substituição aos habituais testes paramétricos quando não há a possibilidade de aplicação destes. Os testes não paramétricos têm como alicerce a ordenação dos dados por *ranks* e não em seu valor específico e na aleatorização onde se considera a probabilidade de reorganização dos dados. Sendo eficiente e de fácil interpretação dos resultados.

Para as análises microbiológicas e índice de mortalidade das plantas as amostras foram consideradas independentes (não pareadas), pois são constituídas por diferentes mudas dentro de cada grupo, cuja as respostas independem dos outros grupos. Já para a medição da altura das plantas as amostras foram consideradas variáveis dependentes (pareadas), pois as mesmas plantas foram medidas no início e ao final do experimento, visto que o objetivo foi avaliar o

desenvolvimento de cada planta a partir dessas medições iniciais e finais (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010).

Foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos sendo eles: Teste de Kruskal-Wallis (amostras independentes) e Teste de Friedman (amostras dependentes). Foi adotado o nível crítico de significância de 5%, ou seja, quando o Valor-p < 0,05 considerou-se que pelo menos um dos grupos apresentou desempenho dos demais. Em seguida sendo observada a diferença significativa entre os tratamentos, estes foram comparados de 2 a 2 para identificar quais tratamentos são efetivamente diferentes. Os testes foram realizados utilizando os softwares: Action Stat e o SPSS.

Além disso foi aplicado o Cálculo de Eficiência para averiguar os resultados do plaqueamento das análises laboratoriais, crescimento da planta e índice de mortalidade no plantio, utilizando Hipoclorito de Sódio 1%, Ozônio e Radiação UV. A fórmula do cálculo é:

$$EF = \frac{n^{\circ} \text{ inicial} - n^{\circ} \text{ final}}{n^{\circ} \text{ inicial}} \times 100$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise Microbiológica

5.1.1. Hipoclorito de Sódio 1%

As análises microbiológicas foram realizadas com 20 amostras selecionadas dos tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%. Após os resultados obtidos no plaqueamento, onde foi efetuada a contagem de microrganismos (UFC/g) presentes nas placas de petri, selecionou-se 10 amostras viáveis para a execução do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, sendo 03 amostras do tratamento T2, 03 amostras pertencentes ao tratamento T3 e 04 amostras referentes ao tratamento T4, conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Hipoclorito de Sódio 1%

T2 (1 min / 6,8 ml)	T3 (10 min / 13,6 ml)	T4 (15 min / 20,4 ml)
100 UFC/g	140 UFC/g	10 UFC/g
130 UFC/g	200 UFC/g	40 UFC/g
250 UFC/g	140 UFC/g	10 UFC/g
-	-	10 UFC/g

Fonte: da autora, 2019.

Com base nesses dados, na primeira parte do teste pode-se analisar a comparação das medianas entre os tratamentos para identificar se algum deles se diferencia dos demais, se há uma diferença estatística entre os procedimentos, como pode ser visto no Teste de Hipóteses na Tabela 10.

Portanto, verificou-se que pelo menos uma das medianas dos três tratamentos comportou-se diferente, porque o teste apresenta um nível de significância de 2,6%, ou seja, Valor-p = 0,026 (< que 5% de significância), rejeitando a hipótese nula, portanto houve uma diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 10 – Resumo do Teste de Hipóteses

	Hipótese Nula	Testes	Valor-p < 0,05	Decisão
1	As medianas do Hipoclorito de Sódio são as mesmas nas categorias dos Tratamentos	Amostras Independentes Teste de Mediana	0,026	Rejeita-se a Hipótese Nula
2	A distribuição do Hipoclorito de Sódio é a mesma nas categorias dos Tratamentos	Amostras independentes Teste de Kruskal-Wallis	0,031	Rejeita-se a Hipótese Nula

Fonte: da autora, 2019.

Feijoo (2010) descreve a mediana como sendo um ponto de distribuição, ou seja, um valor médio de uma classificação ordenada, onde contém o mesmo número de valores abaixo e acima desse valor, mesmo se for aleatoriamente escolhido. É um recurso simples, de fácil execução e reunindo os mesmos valores das duas margens, a mediana permanece a mesma. Analisando o valor mediano, é possível ao investigar dois ou mais grupos, determinar qual denota resultados mais elevados e qual revela resultados menos satisfatórios.

E como apresentado na Tabela 10, o teste de Kruskal-Wallis revelou que a distribuição dos valores dos resultados observados foi diferente, assim como as medianas, pois expressa o Valor-p = 0,031, ou seja, $p < 0,05$ (menor que 5%), rejeitando a hipótese nula e evidenciando que há uma diferença estatística entre os tratamentos.

Ferreira e Patino (2015) complementam que o Valor-p é determinado como a probabilidade de se observar um valor da estatística do teste maior ou igual ao encontrado e tipicamente o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, isto é, 5% de significância. Em um estudo realizado pelos autores com diurético experimental, comparando as médias e considerando que os dados são distribuídos normalmente, computando um Valor-p = 0,031 e como o valor de corte empregado para o Valor-p é de 0,05, então rejeitou-se a hipótese nula e concluiu-se que existe uma diferença estatística entre os grupos, que há a probabilidade de 3% de se observar uma diferença de 45 ml na média do débito urinário entre os grupos sob a hipótese nula do caso.

A Tabela 11 contém a descrição dos valores mínimo, máximo, média e mediana de cada tratamento necessários para a continuação do teste.

Tabela 11 – Resumo Descritivo das análises com Hipoclorito de Sódio 1%

T (Tratamentos)	N (amostras)	(Md) Mediana	Mínimo	Máximo	Média
T2	3	130,00	100	250	160,00
T3	3	140,00	140	200	160,00
T4	4	10,00	10	40	17,50
Total	10	115,00	10	250	103,00

Fonte: da autora, 2019.

Dessa forma, na segunda parte do teste os tratamentos foram comparados pareados de 2 a 2 (comparação pareada das medianas) para identificar quais tratamentos de fato são diferentes, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Comparação pareada dos tratamentos

Tratamentos	Valor-p
T4 -T2	0,024
T4 - T3	0,024
T2 - T3	1,000

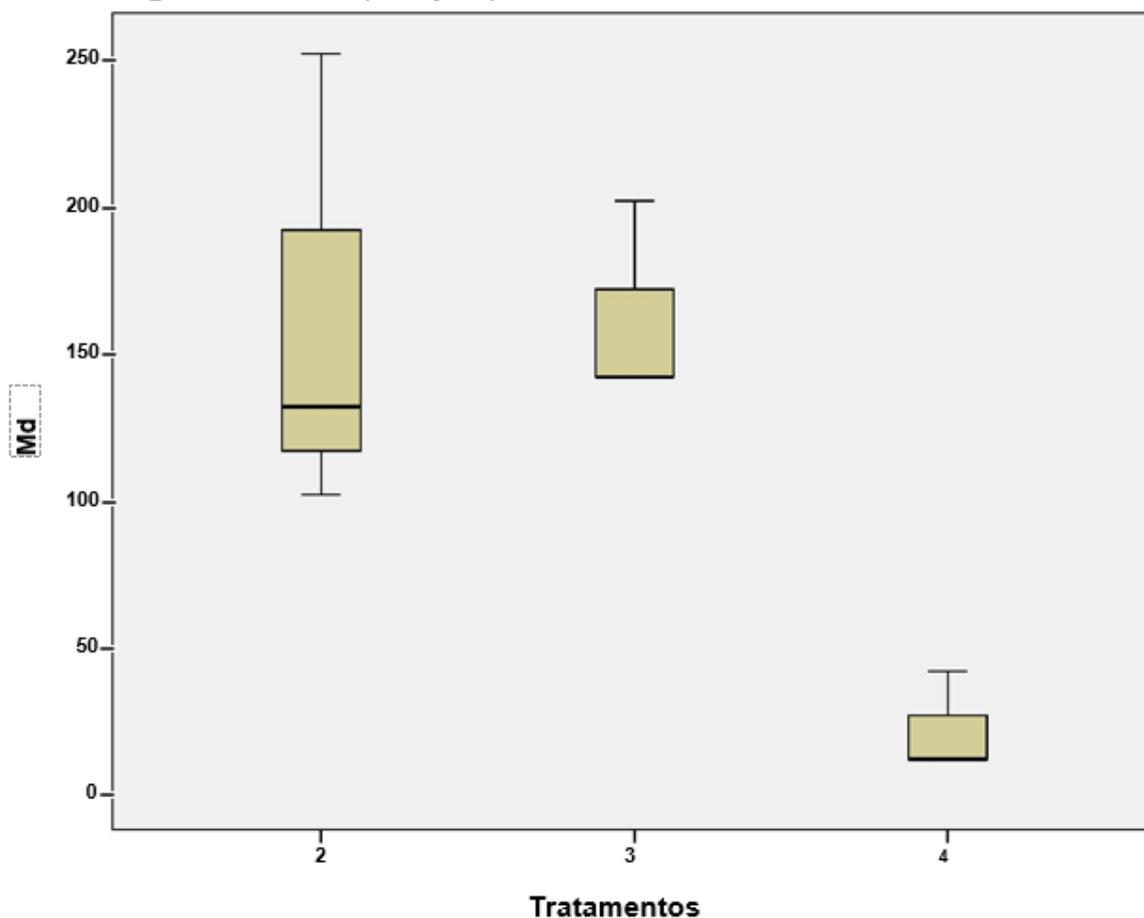
Fonte: da autora, 2019.

Tendo como referência o nível crítico de significância de 5% ($p < 0,05$), o tratamento T4 foi diferente do tratamento T2, pois apresenta o Valor-p = 0,024.

O tratamento T4 também se comporta diferente do tratamento T3, porque do mesmo modo apresenta o Valor-p = 0,024.

Já o tratamento T2 não diferiu do tratamento T3, visto que seu Valor-p = 1,000, quer dizer, $p > 0,05$, não houve uma diferença estatística na distribuição dos tratamentos.

Assim sendo a Figura 16 ilustra a comparação pareada dos tratamentos. O tratamento T4 no qual foram manipulados 20,4 ml de hipoclorito de sódio 1% em 34 litros de água potável por 15 minutos, demonstrou ser o melhor tratamento executado, visto que expressa o Valor-p = 0,024, apresenta mediana igual a 10, sendo a menor mediana entre os tratamentos, o que faz o T4 ter um maior distanciamento dos demais, não se sobrepõem ao T1 e T2, isto pode ser observado na figura. E o tratamento T2 onde foram aplicados 6,8 ml de NaOCl em 34 litros de água potável por 1 minuto e o tratamento T3 em que foram manuseados 13,6 ml de NaOCl em 34 litros de água potável por 10 minutos, são similares, não existe uma diferença estatística significativa entre eles, estão próximos no gráfico e ambos têm mediana com valores próximos T2 mediana (Md) 130 e T3 mediana (Md) 140.

Figura 16 – Comparação pareada dos tratamentos

Fonte: da autora, 2019.

5.1.2. Ozônio

Foram definidas 20 amostras tratadas com o uso de ozônio para a execução das análises microbiológicas. A partir dos resultados encontrados no plaqueamento, foi realizada a contagem de microrganismos (UFC/g) evidenciados nas placas de petri e verificou-se que 13 amostras estavam aptas para a realização do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, consistindo em 04 amostras do tratamento T2, 04 amostras inerentes ao tratamento T3 e 05 amostras resultantes do tratamento T4, de acordo com a Tabela 13.

Tabela 13 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Ozônio

T2 (7min / 408,31 mg)	T3 (15min / 874,95 mg)	T4 (30 min / 1750 mg)
10 UFC/g	40 UFC/g	20 UFC/g
10 UFC/g	30 UFC/g	70 UFC/g
40 UFC/g	10 UFC/g	60 UFC/g
40 UFC/g	10 UFC/g	20 UFC/g
-	-	80 UFC/g

Fonte: da autora, 2019.

A princípio o intuito do teste era verificar se houve uma diferença significativa entre os tratamentos, comparando suas medianas e o Valor-p. A Tabela 14 mostra o Teste de Hipóteses.

Tabela 14 – Resumo do Teste de Hipóteses

	Hipótese Nula	Testes	Valor-p < 0,05	Decisão
1	As medianas do Ozônio são as mesmas nas categorias dos Tratamentos	Amostras Independentes Teste de Mediana	0,568	Manter a hipótese nula
2	A distribuição do Ozônio é a mesma nas categorias dos Tratamentos	Amostras independentes Teste de Kruskal-Wallis	0,197	Manter a hipótese nula

Fonte: da autora, 2019.

Mediante aos resultados encontrados observou-se na comparação das medianas o Valor-p = 0,568, melhor dizendo, $p > 0,05$ (maior que 5%) e pelo teste Kruskal-Wallis o Valor-p = 0,197, isto é, $p > 0,05$ (maior que 5%), o que significa que não houve uma diferença significativa, mantendo a hipótese de que as medianas são similares e que não há diversidade na distribuição dos tratamentos com ozônio.

Paes (1998) destaca que o resultado é significativo quando o valor de p for menor do que o nível de significância, pois o erro está dentro do limite estabelecido. Porém se o valor de p for maior do que a significância, conclui-se que o resultado

não é significativo, em razão de que o risco de uma conclusão errada é superior ao erro máximo permitido.

Na Tabela 15 contém a descrição dos seus valores mínimo, máximo e pode-se verificar como a média e mediana de cada tratamento são próximas.

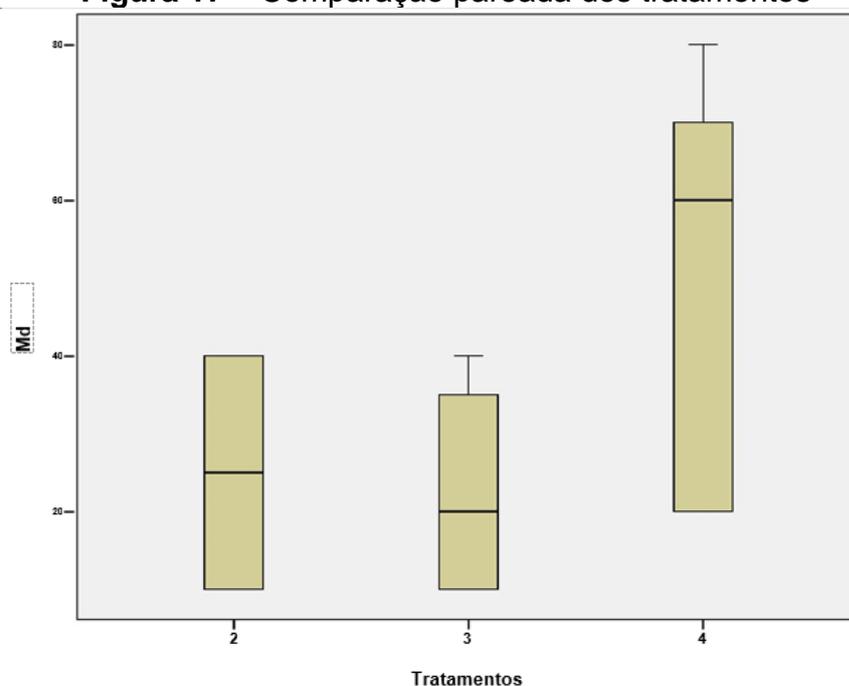
Tabela 15 – Resumo Descritivo das análises com Ozônio

T (Tratamentos)	N (amostras)	Md (Mediana)	Mínimo	Máximo	Média
T2	4	25,00	10	40	25,00
T3	4	20,00	10	40	22,50
T4	5	60,00	20	80	50,00
Total	13	30,00	10	80	33,85

Fonte: da autora, 2019.

A Figura 17 representa o fato de que o tratamento T2 no qual foram utilizados 408,31 mg de O₃ por 7 minutos, o T3 onde foram executados 874,95 mg de O₃ por 15 minutos e o T4 em que foram empregados 1750 mg de O₃ por 30 minutos são similares. O gráfico de sobreposição expressa que as distribuições amostrais dos três tratamentos se sobrepõem, são semelhantes, com os valores de mediana (Md) 20 a 60, segundo estatística do teste não houve uma diferença significativa.

Figura 17 – Comparação pareada dos tratamentos



Fonte: da autora, 2019.

5.1.3. Radiação UV

Para o devido desempenho das análises microbiológicas foram escolhidas 20 amostras dos tratamentos com aplicação de radiação UV. Baseado nos resultados obtidos no plaqueamento, foi realizada a contagem de microrganismos (UFC/g) presentes nas placas de petri e constatou-se que apenas 4 amostras estavam viáveis, sendo 01 amostra tratamento T2, 02 amostras tratamento T3 e 01 amostra tratamento T4. Porém para a efetiva execução do teste estatístico essa quantidade de amostras é insatisfatória, não sendo possível a realização do mesmo.

A Tabela 16 destaca os resultados encontrados no plaqueamento.

Tabela 16 – Resultado das análises microbiológicas dos testes com Ozônio

T2	T3	T4
(0,181 mW/cm² / 3 min)	(0,181 mW/cm² / 10 min)	(0,181 mW/cm² / 20 min)
90	70	450
-	100	-

Fonte: da autora, 2019.

5.2. Altura das Plantas

5.2.1. Hipoclorito de Sódio 1%

No dia 15 de Agosto de 2018 foi coletada no campo a medida inicial das mudas tratadas com hipoclorito de sódio e do Controle, para a realização da coleta dos dados foram selecionadas 5 mudas de cada parcela dos 4 tratamentos contidos nos 5 blocos, totalizando 100 amostras, ou seja, 25 mudas por tratamento, estas foram acompanhadas até o final do experimento. A medida final das mudas foi coletada dia 13 de dezembro de 2018. O procedimento de medição acontecia desde a raiz da muda no solo até suas folhas eretas com auxílio de uma régua, conforme aponta a Figura 18.

Figura 18 – Medição de muda de abacaxi ‘Pérola’

Fonte: da autora, 2019.

Para analisar o crescimento das mudas foi utilizado o teste estatístico não paramétrico Friedman, no qual usou-se como dados a média da diferença do crescimento das cinco mudas de cada um dos quatro tratamentos plantadas nos cinco blocos. A Tabela 17 mostra a média em centímetros (cm) do crescimento das plantas ao longo dos meses de estudo.

Tabela 17 – Resultado do crescimento das plantas em (cm) por tratamento realizado com Hipoclorito de Sódio 1% por bloco no plantio

Bloco	T1	T2	T3	T4	Média Geral
2	14,0	16,0	16,8	20,8	17,2
3	8,0	21,3	17,5	16,3	17,3
4	14,5	26,0	16,0	17,7	18,7
5	20,0	19,8	20,6	18,6	19,7
Média Geral	14,1	20,1	17,9	18,5	18,2

Fonte: da autora, 2019.

Devido à mortalidade ocorrida em algumas parcelas dos blocos, principalmente, no bloco 1 (controle), o teste de Friedman excluiu automaticamente

este bloco para execução da análise. Porém, este fato não interfere na comparação dos dados para validar se há ou não diferença significativa no crescimento entre os tratamentos.

De acordo com o teste de análise de variância de Friedman, com estatística do teste de 3,600, com 3 graus de liberdade, p-Valor de 0,308, ou seja, $p > 0,05$ (maior que 5%), observa-se que não há diferença estatística significativa no crescimento entre os quatro tratamentos.

5.2.2. Ozônio

No dia 15 de Agosto de 2018 foi coletada no campo a medida inicial das mudas tratadas com ozônio e do tratamento Controle sem ozonização, para a efetiva coleta dos dados foram escolhidas 5 mudas de cada parcela dos 4 tratamentos presentes nos 5 blocos, totalizando 100 amostras, ou seja, 25 mudas por tratamento, estas foram assistidas até o fim do experimento. A medida final das mudas foi coletada no dia 13 de dezembro de 2018. A prática de medição foi feita desde a raiz da muda no solo até suas folhas eretas com assistência de uma régua.

Visando avaliar o desempenho do crescimento das mudas foi utilizado o teste estatístico não paramétrico Friedman, no qual utiliza-se como dados a média da diferença do crescimento das 5 mudas de cada um dos 4 tratamentos plantadas nos 5 blocos. A Tabela 18 mostra a média do crescimento das plantas em cm ao decorrer dos meses de plantio.

Tabela 18 – Resultado do crescimento das plantas por tratamento realizado com Ozônio por bloco no plantio.

Bloco	T1 (cm)	T2 (cm)	T3 (cm)	T4 (cm)	Média Geral
1	16,5	12,8	12,4	14,2	13,8
3	11,0	12,2	14,7	12,6	12,8
5	10,0	12,4	18,8	11,6	13,4
Média Geral	13,0	12,5	15,4	12,8	13,4

Fonte: da autora, 2019.

Com a ocorrência de mortalidade em diversas parcelas entre os blocos, em especial nos blocos 2 e 4, o teste de Friedman eliminou automaticamente todos os tratamentos destes blocos para realização dos cálculos, no entanto este episódio não interfere na comparação dos dados para reconhecer se há ou não diferença significativa no crescimento entre os tratamentos.

Portanto com o teste de análise de variância de Friedman, com estatística do teste de 1,000, com 3 graus de liberdade, p-Valor de 0,801, ou seja, $p > 0,05$ (maior que 5%), verifica-se que não há diferença estatística significativa no crescimento entre os quatro tratamentos.

5.2.3. Radiação UV

Em 10 de Outubro de 2018 foi coletada no plantio a medida inicial das mudas submetidas a UV e do tratamento Controle com ausência de radiação, para a eficaz coleta dos dados foram selecionadas 3 mudas de cada parcela dos 10 tratamentos pertencentes aos 4 blocos, totalizando 120 amostras, ou seja, 12 mudas por tratamento, estas mudas foram acompanhadas até o fim do projeto. A medida final das mudas foi coletada em 12 de janeiro de 2019. A medição foi efetuada desde a raiz da muda no solo até suas folhas eretas com uso de uma régua.

Para analisar como foi o desempenho do crescimento das mudas durante o desenvolvimento da pesquisa, empregou-se o teste estatístico não paramétrico Friedman, que usa como dados a média da diferença do crescimento das 3 mudas de cada um dos 10 tratamentos plantadas nos 4 blocos. A Tabela 19 revela a média do crescimento das plantas em cm ao decorrer do período de outubro/2018 a janeiro/2019.

Nos tratamentos com radiação mesmo havendo algumas mortes nas parcelas entre os blocos, não foi expressivo para que o teste de Friedman excluísse algum bloco.

Utilizando os dados da tabela acima foi aplicado o teste de análise de variância de Friedman, com estatística do teste de 8,668, com 9 graus de liberdade, p-valor de 0,468, ou seja, $p > 0,05$ (maior que 5%), percebe-se que não há diferença estatística significativa no crescimento entre os dez tratamentos.

Tabela 19 – Resultado do crescimento das plantas (cm) por tratamento realizado com radiação UV por bloco no plantio

Bloco	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Média Geral
1	7,0	9,7	9,7	10,7	10,0	10,0	9,3	12,3	11,3	12,7	10,5
2	9,0	12,3	12,7	11,7	9,0	8,0	12,3	12,3	12,0	10,0	11,3
3	7,7	11,3	8,7	10,3	10,7	6,0	10,0	8,3	5,0	11,7	9,4
4	14,7	13,7	10,0	12,0	11,0	10,3	10,3	9,3	11,0	12,3	11,5
Média Geral	10,4	11,8	10,3	11,2	10,2	9,0	10,5	10,6	10,8	11,7	10,7

Fonte: da autora, 2019.

5.3. Índice de Mortalidade

5.3.1. Hipoclorito de Sódio 1%

Em 26 de Dezembro de 2018 foi quantificada a quantidade de plantas que não sobreviveram aos 4 tratamentos com Hipoclorito de Sódio 1% presentes em cada bloco no campo. Com esses dados foi aplicado o teste estatístico não paramétrico de Friedman, fazendo uso do índice de morte por tratamento, porcentagem (%), correlacionando dados da quantidade de mudas plantadas inicialmente com a quantidade de plantas mortas ao final no experimento. A Tabela 20 abaixo demonstra a (%) de plantas mortas por tratamento por bloco.

Tabela 20 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Hipoclorito de Sódio 1% por bloco no plantio

Bloco	T1	T2	T3	T4
1	100,0	33,3	40,0	33,3
2	53,3	33,3	20,0	26,7
3	66,7	26,7	26,7	20,0
4	53,3	33,3	40,0	33,3
5	80,0	40,0	46,7	20,0
Média	70,7	33,3	34,7	26,7

Fonte: da autora, 2019.

Com base nos dados da tabela 20 foi executado o teste de análise de variância de Friedman, com estatística do teste de 11,553, com 3 graus de liberdade, p-Valor de 0,009, ou seja, $p < 0,05$ (menor que 5%). Verifica-se que há diferença estatística significativa no índice de mortalidade entre os tratamentos T1 Controle que não foi submetido ao NaOCl e o Tratamento T4 que foi administrado 20,4 ml de NaOCl em 34 litros de água potável por 15 minutos.

No *Ranking* do teste o T1 teve o maior índice de mortalidade de 4% e o T4 o menor com 1,4%, sendo este o melhor tratamento com o uso da maior concentração de NaOCl e maior tempo (min). Os tratamentos T2 e T3 apresentam *rankings* médios de 2,1% e 2,5 %, respectivamente, não sendo considerados estatisticamente diferentes dos tratamentos T1 e T4.

5.3.2. Ozônio

No dia 26 de dezembro de 2018 foi contabilizada a quantidade de plantas que não sobreviveram aos 4 tratamentos com Ozônio presentes em cada um dos 5 blocos no campo. Tendo esses dados foi realizado o teste estatístico não paramétrico de Friedman, utilizando o índice (%) de morte por tratamento, correlacionando dados da quantidade de mudas plantadas inicialmente com a quantidade de plantas mortas ao final do procedimento. A Tabela 21 expressa a (%) de plantas mortas por tratamento por bloco.

Tabela 21 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Ozônio por bloco no plantio

Bloco	T1	T2	T3	T4
1	46,7	46,7	33,3	40,0
2	53,3	60,0	46,7	53,3
3	66,7	20,0	66,7	46,7
4	73,3	26,7	66,7	20,0
5	33,3	26,7	46,7	6,7
Média	54,7	36,0	52,0	33,3

Fonte: da autora, 2019.

De acordo com os dados da tabela acima foi efetuado o teste de análise de

variância de Friedman, com estatística do teste de 4,085, com 3 graus de liberdade, p-Valor de 0,252, ou seja, $p > 0,05$ (maior que 5%). Assim, verifica-se que não há uma diferença estatística significativa no índice de mortalidade entre os 4 tratamentos.

5.3.3. Radiação UV

Em 12 de Janeiro de 2019 foi contada a quantidade de plantas que não sobreviveram aos 10 tratamentos com radiação UV presentes em cada um dos 4 blocos no campo. Com esses dados foi executado o teste estatístico não paramétrico de Friedman, usando o índice (%) de morte por tratamento, correlacionando dados da quantidade de mudas plantadas inicialmente com a quantidade de plantas mortas ao final do estudo. Assim sendo, a Tabela 22 expressa a (%) de plantas mortas por tratamento por bloco.

Tabela 22 – Índice de mortalidade (%) das plantas por tratamento realizado com Radiação UV por bloco no plantio

Bloco	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	66,7	16,7	00,0	16,7	16,7	50,0	33,3	16,7	16,7	16,7
2	33,3	33,3	50,0	50,0	33,3	83,3	00,0	50,0	33,3	00,0
3	00,0	33,3	33,3	00,0	00,0	66,7	00,0	50,0	83,3	16,7
4	00,0	00,0	33,3	33,3	00,0	16,7	16,7	33,3	33,3	50,0
Média	25,0	20,8	29,2	25,0	12,5	54,2	12,5	37,5	41,7	20,8

Fonte: da autora, 2019.

Os tratamentos descritos com 00,0% não apresentaram mortalidade nos blocos citados na tabela. Com os dados obtidos foi realizado o teste de análise de variância de Friedman, com estatística do teste de 9,262. Com 9 graus de liberdade, p-Valor de 0,413, ou seja, $p > 0,05$ (maior que 5%), observa-se que não há uma diferença estatística significativa no índice de mortalidade das plantas entre os 10 tratamentos.

De acordo com Guaglianoni e Faria (2011) procedimento estatístico não paramétrico para a análise de variância indica-se Kruskal-Wallis para amostras independentes e de Friedman para amostras relacionadas. Em estudo desenvolvido pelos autores analisando quatro tipos de cachaças com 60 julgadores, a análise de Kruskal-Wallis apresentou 99,4% de significância e as demais análises, incluindo teste de Friedman foram 100% significativas com $p < 0,001$, ou seja, com 60 julgadores todas as análises de variâncias estudadas identificaram diferenças entre as cachaças em praticamente todas as simulações amostrais realizadas.

Porém para Reis e Júnior (2007) os testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Friedman aplicados para comparar mais de dois níveis de um fator de interesse sob os delineamentos inteiramente casualizados (DIC) e em delineamentos de blocos casualizados (DBC), para situações que se distanciam da normalidade, observa-se um menor poder do teste (Pd) no intervalo estudado. O teste de Kruskal-Wallis tem seu Pd afetado pela diminuição do tamanho da amostra.

5.4. Cálculo de Eficiência

Com o objetivo de averiguar a eficiência dos tratamentos empregados, sendo eles Hipoclorito de Sódio 1%, Ozônio e Radiação UV, fez-se uso do Cálculo de Eficiência, possibilitando eleger o melhor método como escolha para o controle do fungo *Fusarium guttiforme* nas mudas de abacaxi 'Pérola'.

5.4.1. Análise Microbiológica

As Tabelas 23, 24 e 25 apresentam os dados de eficiência calculados para os três tratamentos utilizados.

Tabela 23 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%

	T1 - Controle	T2	T3	T4
Média	990 UFC/g	160 UFC/g	160 UFC/g	17,5 UFC/g
%		83,8	83,8	98,2

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 24 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio

	T1 - Controle	T2	T3	T4
Média	620 UFC/g	25 UFC/g	22,5 UFC/g	50 UFC/g
%		95,9	96,4	91,9

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 25 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV

	T1 - Controle	T2	T3	T4
Média	910 UFC/g	90 UFC/g	85 UFC/g	450 UFC/g
%		90,9	90,6	54,5

Fonte: da autora, 2019.

Analisando a Tabela 23, nota-se que o tratamento T4, no qual foram administrados 20,4 ml de NaOCl por 15 minutos em 34 litros de água potável, foi o melhor tratamento, pois teve a redução de 98,2% de UFC/g. Já a Tabela 24 indica que o melhor tratamento é o T3, no qual foram empregados 874,95 mg de O₃ por 15 minutos em 34 litros de água potável, apresentando uma redução de 96,4% de UFC/g. E Tabela 25 aponta que o melhor tratamento foi T2, o qual foi exposto a UV de 0,181 mW/cm² por 3 minutos, tendo uma redução de 90,9% de UFC/g.

5.4.2. Altura das Plantas

As Tabelas 26, 27 e 28 apresentam as alturas das plantas aferidas em campo.

Tabela 26 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%

	T1 - Controle	T2	T3	T4
Média Blocos 2				
a 5	14,1	20,1	17,9	18,5
(%)		42,5	26,4	31,0

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 27 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio

	T1 - Controle	T2	T3	T4
Média Blocos 1, 3, 5	13,0	12,5	15,4	12,8
(%)		-4,1	18,3	-1,5

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 28 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV

	T1 - Controle	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Média Blocos 1 a 4	10,4	11,8	10,3	11,2	10,2	9,0	10,5	10,6	10,8	11,7
(%)		13,3	-1,2	7,6	-2,0	-13,3	1,2	2,0	4,1	12,4

Fonte: da autora, 2019.

Resultado negativo (-) na altura das plantas significa desempenho inferior no crescimento em relação ao controle.

Examinando a Tabela 26, observa-se que o melhor tratamento utilizado foi o T2, pois as plantas tiveram crescimento maior de 42,5 % em comparação ao controle, no qual foram aplicados 6,8 ml de NaOCl por 1 minuto em 34 litros de água potável. Em relação a Tabela 27, percebe-se que o tratamento T3 foi o melhor, sendo que as plantas obtiveram um crescimento de 18,3%, no qual foram administrados 874,95 mg de O₃ por 15 minutos em 34 litros de água potável. E a Tabela 28 demonstra que o tratamento mais indicado é o T2, com crescimento de 13,3% em proporção ao controle, no desenvolvimento das plantas, o qual foi exposto a UV de 0,181 mW/cm² por 3 minutos.

5.4.3. Índice de Mortalidade

As Tabelas 29, 30 e 31 exibem os dados de mortalidade das plantas tratadas.

Observando a Tabela 29, o tratamento T4 se revela o mais indicado, pois apresenta uma redução na mortalidade das plantas de 62,3%, no qual foram manuseados 20,4 ml de NaOCl por 15 minutos em 34 litros de água potável. A Tabela 30 mostra que houve uma redução de 39% de mortalidade no T4, no qual foram empregados 1750 mg de O₃ por 30 minutos em 34 litros de água potável. E a Tabela 31 ressalta que houve uma redução de 50% de mortalidade das plantas no T5, tratamento este que foi exposto a lâmpada de UV de 0,517 mW/cm² por 3 minutos, o mesmo episódio ocorreu no T7 também com uma redução de mortalidade de 50%, tratamento este que foi exposto a UV de 0,517 mW/cm² por 20 minutos.

Tabela 29 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Hipoclorito de Sódio 1%

	T1 -Controle	T2	T3	T4
Média	4,0	2,10	2,50	1,40
(%)		-52,8	-50,9	-62,3

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 30 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando Ozônio

	T1 – Controle	T2	T3	T4
Média	3,3	2,50	2,50	1,70
(%)		-34,1	-4,9	-39,0

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 31 – Resultado cálculo de eficiência para os tratamentos utilizando UV

	T1 - Controle	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Média	4,75	4,38	5,75	5,62	3,38	8,12	4,12	7,00	6,62	5,25
(%)		-16,7	16,7	0,0	-50,0	116,7	-50,0	50,0	66,7	-16,7

Fonte: da autora, 2019.

Resultado negativo (-) no índice de mortalidade das plantas significa desempenho superior em relação ao controle.

Assim, foi utilizada uma avaliação para identificar o melhor dos três procedimentos, analisando a análise microbiológica, altura das plantas e índice de mortalidade. A Tabela 32 traz essa avaliação.

A Tabela 32 evidencia a melhor intervenção entre as três empregadas nas análises, sendo este o método utilizando Hipoclorito de Sódio 1%. O qual apresentou 98,2% de redução de UFC/g no tratamento T4, expressou 42,5% de aumento no crescimento das plantas no tratamento T2 (tempo de 1 minuto, administrando 6,8 ml de NaOCl em 34 litros de água potável). E apontou redução de 62,3% da mortalidade das plantas, porém no tratamento T4, o qual foi elaborado no tempo de 15 minutos, aplicando 20,4 ml de NaOCl em 34 litros de água potável.

Tabela 32 – Avaliação do melhor tratamento

	Hipoclorito de Sódio	Ozônio	Luz UV
Análise microbiológica	98,2% (T4)	96,4% (T3)	90,9% (T2)
Altura da planta	42,5% (T2)	18,3% (T3)	13,3% (T2)
Índice mortalidade	62,3% (T4)	39% (T4)	50% (T5)

Fonte: da autora, 2019.

Antoniolli et al. (2005) enfatizam em seu trabalho que a população de microrganismos aeróbios mesófilos detectada nas fatias de abacaxi sanitizadas com NaOCl 20 mg L⁻¹ mostrou-se significativamente inferior a identificada nas fatias-controle. Os frutos submetidos a desinfecção com NaOCl 200 mg L⁻¹ também apresentou redução da população de microrganismos.

Hipoclorito também conhecido como água sanitária é um sanitizante de baixo custo, popularmente mais utilizado para higienização de alimentos. Embora a legislação vigente não afirma o tempo necessário para desinfecção de gêneros alimentícios, cita que o tempo de contato para desinfecção de ambientes e superfícies inanimadas deve ser de no mínimo 10 minutos. Denomina-se água sanitária as soluções aquosas à base de hipoclorito de sódio ou cálcio, que apresentam teor de cloro ativo entre 2,0 a 2,5% p/p e que podem conter apenas hidróxido de sódio ou cálcio, cloreto de sódio ou cálcio e carbonato de sódio ou cálcio como estabilizante.

Devendo ser fabricada com água potável, sem adição de corantes, fragrâncias, sequestrantes, tensoativos ou quaisquer outras substâncias. Podendo ter ação como alvejante e de desinfetante de uso geral (SANTOS et al., 2012).

Desse modo Resende et al. (2010) em seu experimento com 8 tratamentos do cultivo da soja MGBR 46 (Conquista) realizaram oito aplicações de NaOCl, totalizando o consumo de 6 L de solução de hipoclorito de sódio 5% para todos os tratamentos. O custo do litro de hipoclorito de sódio 5% foi cotado a R\$ 8,26. Dessa forma foram gastos R\$49,56, em comparação ao fungicida usado e avaliado a R\$ 76,00 o litro. Foram gastos 51,2L de calda com NaOCl, sendo que para o preparo desse volume seria preciso 64 mL do fungicida.

6. CONCLUSÃO

Analisando todos os tópicos envolvidos na pesquisa: avaliação microbiológica, desenvolvimento da planta no campo e taxa de mortalidade, o experimento com Hipoclorito de Sódio 1% revelou ser a melhor alternativa. Pois, de acordo com os testes estatísticos não paramétricos de Kruskal-Wallis e Teste de análise de variância de Friedman o tratamento T4 no qual foram manipulados 20,4 ml de hipoclorito de sódio 1% em 34 litros de água potável por 15 minutos, sendo a maior concentração de produto utilizado e o maior tempo testado, apresentou um p-Valor < que 0,05 (menor que 5% de significância) para as análises microbiológicas e para a taxa de mortalidade, o que significa que houve uma diferença estatística significativa e que houve uma redução da carga microbiana e no índice de morte das plantas.

Do mesmo modo, o Cálculo de Eficiência identificou o tratamento T4 do método utilizando Hipoclorito de Sódio 1% como o mais adequado, por ter resultado em 98,2% de redução de UFC/g e diminuição de 62,3% do índice de mortalidade. As plantas tratadas com cloro foram as que mais cresceram em comparação aos tratamentos com ozonização e radiação UV.

E os dados obtidos nos experimentos com ozônio e radiação UV são importantes como referência para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Paulo Fernando de Souza. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17**. Estado do Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. Março, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf>. Acesso em: Janeiro. 2019.

ANDRADE, Maria das Graças dos Santos, et al. **Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros 'Pérola' e 'Vitória'**. Rev. AGROTEC – v. 36, n. 1, p. 96-102, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/viewFile/23955/13170>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

ANTONIOLLI, Lucimara Rogéria, et al. **Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi 'pérola' minimamente processado**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 157-160, Abril, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v27n1/24590.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

BATISTA, Anaí Peter; BORGES, Caroline Dellinghausen. **Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado**. REV. Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.5, p. 915-923, Maio, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n5/a14013cr2012-0758.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

BRUNO, Maria Laura; PINTO, Gustavo Adolfo Saavedra. **Aplicação de cloro no preparo de hortaliças frescas para consumo doméstico**. Rev. Ciência Agronômica, v. 35, n° especial, p. 259-263, Outubro, 2004. Disponível em: <www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=17rca35-e.pdf>. Acesso em: Janeiro. 2019.

CABRAL, José Renato Santos. Variedades. In: REINHARDT, Domingo Haroldo; SOUZA, Luiz Francisco da Silva; CABRAL, José Renato Santos (Org). **Abacaxi: produção, aspectos técnicos**. Brasília (DF), Embrapa, 2000, p. 15-18. Disponível em: <<http://www.frutvasf.univasf.edu.br/images/abacaxi.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

CAETANO, Luiz Carlos Santos; VENTURA, José Aires; BALBINO, José Mauro de Souza. **Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p. 404-409, Junho, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452015000200404&script=sci_abstract>

&tIng=pt>. Acesso em: Janeiro. 2019.

CIA, Patricia, et al. **Radiação ultravioleta no controle de *Colletotrichum gloeosporioides***. Instituto Agronômico de Campinas Campinas, Brasil, Bragantia, vol. 68, núm. 4, p. 1009 -1015, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052009000400022&script=sci_abstract&tIng=pt> Acesso em: Janeiro. 2019.

COELHO, Caroline C. de S., et al. **Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão**. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.19, n.4, p. 369–375, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000400369&Ing=en&nrm=iso&tIng=pt>. Acesso em: Janeiro. 2019.

CRESTANI, Maraisa, et al. **Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro**. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.6, p.1473-1483, Junho, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n6/a620cr2584.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

DIEHL, Astor Antonio. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

FEIJOO, Ana Maria Lopez Calvo de. **Medidas de tendência central**. In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online]. Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, Rio de Janeiro, p. 14-22, 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/yvnwq/pdf/fejoo-9788579820489.pdf> >. Acesso em: Fevereiro. 2019.

FERREIRA, Juliana Carvalho; PATINO, Cecilia Maria. **O que realmente significa o valor-p?** Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v41n5/pt_1806-3713-jbpneu-41-05-00485.pdf>. Acesso em: Fevereiro. 2019.

GUAGLIANONI, Dalton Geraldo; FARIA, João Bosco. **Testes de aceitação em amostras de cachaça: avaliação de métodos estatísticos e de número mínimo de julgadores**. Rev. Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, n. 1, p. 21-25, jan / mar. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/133696>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

GUEDES, Andréa Madalena Maciel, et al. **Tecnologia de ultravioleta para preservação de alimentos**. B.CEPPA, Curitiba v. 27, n. 1, p. 59-70, Janeiro / Junho,

2009. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/14953/10042>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais.** Subsecretaria do Agronegócio. IBGE, Belo Horizonte, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** IBGE, Rio de Janeiro, v.29 n.1 p.1-83, Janeiro, 2015. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/2015/lspa_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2015/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: Janeiro. 2019.

JUNGHANS, Davi Theodoro; CABRAL, José Renato Santos. Doenças. In: SANCHES, Nilton Fritzens; MATOS, Aristóteles Pires (Org). **Abacaxi. O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília (DF), Embrapa, 2013, p. 25-32. Disponível em: < <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000025-ebook-pdf.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MARTINS, Laesio Pereira, et al. **Conservação Pós-Colheita de Abacaxi ‘Pérola’ Produzido em sistemas Convencional e Integrado.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 695-703, Setembro, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n3/07.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MATOS, Aristóteles Pires de; FILHO, Paulo Ernesto Meissner. Doenças. In: SANCHES, Nilton Fritzens; MATOS, Aristóteles Pires (Org). **Abacaxi. O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília (DF), Embrapa, 2013, p. 141-150. . Disponível em: < <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000025-ebook-pdf.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MATOS, Aristoteles Pires de; CORDEIRO, Zilton José Maciel; HADDAD, Fernando. **Fusariose em frutíferas.** XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves – RS, out / 2012. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/943722/1/FUSARIOSEEMFRUTIFERASCON01.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MATOS, Aristoteles Pires de, et al. **Monitoramento da fusariose em plantios de abacaxi ‘pérola’ conduzidos em sistema de produção integrada no estado do Tocantins.** Embrapa, Bahia, 2009. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMF-2010/26740/1/documentos-184.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MELO, Luiz Gustavo de Lima, et al. **Indutores de resistência abióticos no controle da fusariose do abacaxi**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.51, n.10, p.1703-1709, Outubro, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v51n10/1678-3921-pab-51-10-01703.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

MINAS GERAIS, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de. **Abacaxi**. IBGE, Belo Horizonte, Março, 2017. Disponível: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Agricultura/2017/Mar/perfil_abacaxi_mar_2017.pdf>. Acesso em: Janeiro. 2019.

NOGUEIRA, Sônia R., et al. **Fungicidas no controle de fusariose do abacaxi no estado de Tocantins, Brasil**. Rev. de Ciências Agrárias, 37(4), p. 447-455, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117187/1/25428.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

NORMANDO, David; TJÄDERHANE, Leo; QUINTÃO, Cátia Cardoso Abdo. **A escolha do teste estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint**. Rev. Dental Press J. Orthod, v. 15, no. 1, p. 101-106, Jan / Fev. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v15n1/12.pdf> >. Acesso em: Janeiro. 2019.

PAES, Ângela Tavares. **Itens Essenciais em Bioestatística**. Arq. Bras. Cardiol., São Paulo, vol.71, n. 4, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X1998001000003>. Acesso em: Fevereiro. 2019.

PONTES, Antonio Carlos Fonseca; CORRENTE, José Eduardo. **Comparações múltiplas não-paramétricas para o delineamento com um fator de classificação simples**. Rev. Mat. Estat., São Paulo, 19: p.179-197, 2001. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v19/A10_Artigo.pdf>. Acesso em: Janeiro. 2019.

REINHARDT, Domingo Haroldo R. C; CUNHA, Getúlio Augusto Pinto da; SOUZA, Luiz Francisco da Silva. Clima e Solo. In: SANCHES, Nilton Fritzon; MATOS, Aristóteles Pires (Org). **Abacaxi. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília (DF), Embrapa, 2013, p. 15-23.

REINHARDT, Domingo Haroldo; SOUZA, Antônio da Silva. Manejo e Produção de Mudanças. In: REINHARDT, Domingo Haroldo; SOUZA, Luiz Francisco da Silva; CABRAL, José Renato Santos (Org). **Abacaxi: produção, aspectos técnicos**. Brasília (DF), Embrapa, 2000, p. 19-22. Disponível em:

<<http://www.frutvasf.univasf.edu.br/images/abacaxi.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

REIS, Gustavo Mello; JÚNIOR, José Ivo Ribeiro. **Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais**. III SAEPRO 2007 – UFV. Disponível em: <<http://www.saepru.ufv.br/wp-content/uploads/2007-3.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

REIS, Luis Lessi dos, et al. **Custo de produção e rentabilidade de abacaxizeiro CV. Pérola em Cassilândia (MS), sob diferentes doses de potássio**. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 725-733, Setembro / Outubro, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13521>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

RESENDE; A, et al. **Hipoclorito de sódio como fungicida e na absorção de zinco e cobre pela soja**. Scientia Agraria Paranaensis, vol. 9, n 3, p 85-93. 2010. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/viewFile/5264/3925>> Acesso em: Janeiro. 2019.

SANTOS, Hugo de Sousa, et al. **Avaliação da eficácia da água sanitária na sanitização de alfaces (*Lactuca sativa*)**. Rev Inst Adolfo Lutz. 71(1), p. 56-60, 2012. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/5251/4515>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

SILVA, Neusely da, et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de Alimentos e água**. Blucher, ed. 5, 2017.

SILVA, Suse Botelho, et al. **Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 2, p. 659-682, abr / jun. 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/4457/445744101026/>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

VIANA, et al. Doenças. In: SANCHES, Nilton Fritzon; MATOS, Aristóteles Pires (Org). **Abacaxi. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília (DF), Embrapa, 2013, p.173-182. Disponível em: <<https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000025-ebook-pdf.pdf>>. Acesso em: Janeiro. 2019.

WURLITZER, Nedio Jair; BORGES, Maria de Fatima; PORTO, Bruna Castro. **Efeito de radiação ultravioleta contínua e pulsada sobre a viabilidade de bactérias patogênicas de importância em alimentos**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.