



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

MESTRADO EM PROTECÇÃO VEGETAL

**Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do  
Mofocinzeno (*Botrytis cinerea*) na Cultura do Morangueiro  
(*Fragaria x ananassa* Duch)**



**Teresa Orlando Mutemba**

Maputo, Abril de 2024

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**  
**MESTRADO EM PROTECÇÃO VEGETAL**

**Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na Cultura de Morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)**

Mestranda: **Teresa Orlando Mutemba**

Supervisores: **Prof<sup>ª</sup>. Doutora Ana Maria Mondjana**

**Prof. Doutor Carvalho Carlos Ecole (em memória)**

**Prof. Doutor João Bila**

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, como parte das exigências para obtenção de grau de Mestrado em Protecção Vegetal.

Maputo, Abril de 2024

### **Declaração de Honra**

Juro por minha honra que os dados aqui apresentados são resultado do meu trabalho, e que o mesmo nunca foi submetido em algum outro lugar. Qualquer semelhança que possa existir é pura coincidência!

-----  
(Teresa Orlando Mutemba)

Data: 21/12/2023

### **Dedicatória**

Ao meu querido e amado esposo Joaquim Duarte João Augusto e aos meus filhos Tayshoun Duarte Augusto e Emily Joaquim Augusto por estarem sempre presentes na minha vida, pelo apoio moral e carinho por compreenderem a razão da minha formação.

Dedico também aos meus pais Orlando Mutemba (em memória) e Claudina Júlio Dima que com o seu amor, carinho, dedicação e paciência me educaram e me deram força e coragem de lutar pela vida.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus em primeiro lugar, pelo dom da vida e pela sua presença em todos momentos da minha vida.

À Universidade Eduardo Mondlane – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, pela oportunidade na realização do curso.

Ao Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior (MCTES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Direcção do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique – IIAM por ter autorizado a realização do curso.

À minha Supervisora, Prof. Dra. Ana Maria Mondjana, pelos ensinamentos, incentivo, compreensão contribuições valiosas no melhoramento do trabalho e na disponibilização de recursos materiais para a materialização do trabalho.

Prof. Dr. João Bila, pelo seu esforço contínuo e incansável e apoio na realização do trabalho.

Ao, Prof. Dr. Carvalho Carlos Ecole (em memória), pelo apoio técnico e moral, paciência no acompanhamento do trabalho pelas sugestões e contribuições valiosas para o desenvolvimento do trabalho e na disponibilização de recursos materiais e financeiros para a materialização do trabalho.

Aos docentes e técnicos do laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal que tanto apoiaram durante o estabelecimento e condução dos ensaios, especialmente o Eng. Amândio Muthambe (MSc.), e as Sras Maria Lucrecia Pereira (em memória) e Maria Graça Muazuli.

Aos colegas do IIAM pelo apoio e assistência técnica na condução e colecta de dados dos ensaios.

Por último, mas não menos importantes, aos meus sogros, irmãos, cunhadas, pela força moral que deram durante a minha formação.

## Resumo Geral

Para a realização deste estudo, foram conduzidos dois ensaios em condições de campo na Estação Agrária de Umbelúzi. No primeiro ensaio estudou-se o efeito da adubação de cobertura com potássio na severidade do mofo-cinzento no morangueiro, usando delineamento de blocos completos casualizados em esquema factorial (4x2x2), sendo o factor adubação com potássio de 4 níveis, o factor fungicida de 2 níveis e inóculo também com 2 níveis e um total de 4 repetições. No segundo ensaio avaliou-se a resistência de diferentes variedades de morangueiro ao mofo-cinzento, usando delineamento experimental de blocos completos causalizados em esquema factorial (4x2) onde o factor principal foi o inóculo com (2) níveis e secundário as variedades com 4 níveis. Os parâmetros avaliados nos dois ensaios, foram os seguintes: incidência, severidade, e área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) do mofo-cinzento e o rendimento (peso de frutos). Também foi feita a caracterização morfológica do fungo associado ao mofo-cinzento do morangueiro no laboratório da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, onde foram distinguidos, isolados de coloração escura, com aspecto esponjoso, aveludado, abundantes, típicas de *Botrytis cinerea*. No primeiro ensaio verificou-se que a incidência, severidade, e progressão de doença foi maior em parcelas adubados com 150 kg de potássio e menor em parcelas adubados com 50 e 100 kg de potássio. O rendimento foi menor em parcelas não adubados com potássio. No segundo ensaio foram igualmente observadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos em todas as características estudadas, com excepção da percentagem de perdas de rendimento. As variedades Albion e Beira foram mais resistentes/tolerantes à mofo-cinzento quando comparadas com as outras variedades.

Palavras-chaves: Morangueiro, Mofo-cinzento, *Botrytis cinerea*

## Índice

Declaração de Honra.....	I
Dedicatória.....	II
Agradecimentos .....	III
Resumo Geral.....	IV
Índice de Tabelas .....	XI
Lista de Abreviaturas .....	XIII
CAPÍTULO I .....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema de estudo .....	3
1.3. Objectivos .....	5
1.3.1 Objectivo Geral:.....	5
1.3.2. Objectivos específicos: .....	5
1.4. Hipóteses de estudo.....	6
2.1. Características gerais sobre o morangueiro .....	7
2.2. Variedades de morangueiro .....	8
2.2.1. Características da variedade Albion.....	8
2.2.2. Características da variedade Beira .....	9
2.2.3. Características da variedade Camarosa.....	9
2.3. Doenças do morangueiro .....	10
2.3.1. Mofo-cinzento do morangueiro .....	11
2.3.3. Sintomas do mofo-cinzento .....	11
2.3.4. Disseminação e epidemiologia do mofo-cinzento .....	12

2.4. Estratégia de maneio do mofo-cinzento.....	13
2.4.1. Controlo biológico no mofo-cinzento.....	14
2.4.2. Controlo genético no mofo-cinzento .....	15
2.4.3. Controlo químico no mofo-cinzento.....	15
2.4.4. Controlo cultural no mofo-cinzento.....	17
3. Referências Bibliográficas .....	19
CAPÍTULO II.....	25
Caracterização Morfológica do Fungo que causa o Mofo-cinzento no Morangueiro .....	25
Resumo .....	25
1. Introdução .....	26
1.1. Enquadramento teórico .....	26
1.3. Objectivos .....	27
2. Materiais e Métodos.....	27
2.1. Isolamento do fungo associado aos sintomas do mofo-cinzento no morangueiro.....	27
2.2. Descrição morfológica dos isolados de fungos associados aos sintomas do mofo-cinzento do morangueiro .....	30
2.3. Resultados e Discussão .....	30
2.3.1. Descrição morfológica do fungo que causa o mofo-cinzento no morango .....	30
2.4.1. Conclusões .....	33
2.4.2. Recomendações.....	33
2.5. Referências Bibliográficas .....	34
CAPÍTULO III.....	36
Avaliação do Efeito da Adubação de Cobertura com Potássio na Severidade do Mofo-cinzento ( <i>Botrytis cinerea</i> ) e no Rendimento do Morangueiro .....	36



Resumo .....	36
1. Introdução .....	37
1.2. Objectivos: .....	37
2. Materiais e Métodos.....	38
2.1. Área de estudo.....	38
2.2 Materiais usados.....	38
2.2.1 Descrição da variedade usada no ensaio.....	38
2.2.2. Descrição do fungicida usado no ensaio.....	39
2.2.3. Descrição do adubo usado no ensaio .....	39
2.3. Características do solo .....	40
2.4. Delineamento experimental .....	40
2.5. Modelo estatístico .....	41
2.6. Práticas culturais .....	42
2.6.1. Preparação do solo .....	42
2.6.2. Adubação do solo.....	42
2.6.3. Transplante.....	43
2.6.4. Rega .....	43
2.6.5. Controlo de infestantes .....	43
2.6.6. Colheita.....	43
2.3.7. Preparação da suspensão do inóculo e inoculação das plantas.....	43
2.3.7.1. Preparação da suspensão do inóculo.....	43
2.3.7.3. Aplicação do fungicida .....	45
2.3.8. Variáveis avaliadas .....	45
2.3.8.1. Incidência do mofo-cinzento no morangueiro .....	45

2.3.8.2. Severidade do mofo-cinzento no morangueiro .....	46
2.3.8.3. Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) .....	47
2.3.8.4. Avaliação do efeito do potássio no rendimento do morango.....	48
2.3.9. Análise estatística dos dados.....	48
2.4. Resultados e Discussão .....	49
2.4.1. Efeito do potássio na severidade do mofo-cinzento no morangueiro. ....	49
2.4.1.1. Evolução do mofo-cinzento ao longo do tempo .....	49
2.4.1.2. Incidência do mofo-cinzento no morangueiro .....	51
2.4.1.3. Severidade do mofo-cinzento no morangueiro .....	54
2.4.1.4. Efeito do potássio no rendimento do morangueiro .....	55
2.5. Conclusões e Recomendações .....	59
2.5.1. Conclusões .....	59
2.5.2. Recomendações.....	59
2.6. Referências Bibliográficas.....	60
CAPÍTULO IV.....	63
Avaliação da Resistência de Diferentes Variedades de Morangueiro à Mofo-cinzento ( <i>Botrytis Cinerea</i> ) .....	63
Resumo .....	63
1. Introdução .....	64
1.2. Objectivos: .....	65
2. Materiais e Métodos.....	66
2.1. Área de estudo.....	66
2.2. Material usado.....	66
2.3. Delineamento experimental .....	66

2.4. Modelo estatístico .....	67
2.5. Práticas culturais .....	68
2.5.1. Preparação do solo .....	68
2.5.2. Adubação do solo.....	68
2.5.3. Transplante.....	68
2.5.4. Rega .....	68
2.5.5. Controlo de infestantes .....	69
2.5.6. Colheita.....	69
2.6. Produção de inóculo e inoculação das plantas.....	69
2.7. Variáveis avaliadas .....	70
2.8. Análise estatística dos dados.....	70
2.9. Resultados e Discussão .....	70
2.9.1. Intensidade do mofo-cinzento nas variedades .....	70
2.9.2. Incidência da doença.....	71
2.9.3. Severidade da doença.....	71
2.9.4 Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) .....	73
2.9.5. Rendimento do morangueiro.....	74
3. Conclusões e Recomendações .....	76
3.1. Conclusões .....	76
3.2. Recomendações.....	76
3. Referências Bibliográficas .....	77
ANEXOS .....	79
Índice de Figuras	
Figura 1. Variedades de morango .....	10

Figura 2. Sintomas de mofo cinzento nas folhas e frutos do morangueiro.....	12
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Botrytis cinerea</i> durante a infecção de morango .....	13
Figura 4. Imagem das amostras e placas usadas no isolamento do fungo responsável pelo mofo cinzento no morango.....	29
Figura 5. Cultivo do fungo isolado das amostras sintomáticas.....	29
Figura 6. Frutos de morango, em câmara húmida, cobertos de uma densa camada de micélio acinzentada.....	30
Figura 7. Cultura pura do isolado .....	32
Figura 8. Estruturas observadas no microscópio óptico na ampliação de 40X. Esporos unicelulares, curtos com parte central elipsoide ou ovoide, asseptados .....	32
Figura 9. Escala diagramática da severidade do mofo-cinzento causado por <i>botrytis cinerea</i> nas folhas.....	47
Figura 10. Escala diagramática da severidade do mofo-cinzento causado por <i>botrytis cinerea</i> nos frutos .....	47
Figura 11. Área abaixo da curva de progressão de doença nas plantas (AACPD).....	50
Figura 12. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD).....	51
Figura 13. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD).....	73
Figura 14. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD).....	74
Figura 15. Variedades de morango .....	89
Figura 16. Aspecto visual da acção do <i>botrytis cinerea</i> em frutos do morango .....	90
Figura 17. Inoculação das folhas de morango .....	90
Figura 18. Dados climáticos (Estação Agrária de Umbelúzi).....	91

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Fungicidas registados e recomendados para o controlo de doenças do morangueiro (incluindo o mofo cinzento) em Moçambique.....	16
Tabela 2. Resultados das análises de solo.....	40
Tabela 3. Tratamentos aplicados no ensaio .....	41
Tabela 4. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto, para a interação Potássio x Fungicida .....	52
Tabela 5. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto, para a interação Potássio x Inóculo.....	52
Tabela 6. Resumo da comparação de médias da incidência na planta, para a interação Fungicida x Inóculo .....	52
Tabela 7. Resumo da comparação de médias da severidade na planta, para a interação Potássio x Fungicida.....	54
Tabela 8. Resumo da comparação de médias da severidade no fruto, para o factor fungicida ....	55
Tabela 9. Resumo da comparação de médias da severidade no fruto, para o factor potássio em função das doses de adubação com o potássio.....	55
Tabela 10. Resumo da comparação de médias para o rendimento do morangueiro.....	56
Tabela 11. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF.....	57
Tabela 12. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF e Rend.....	57
Tabela 13. Descrição das Variedades usadas.....	66
Tabela 14. Tratamentos aplicados no ensaio .....	67
Tabela 15. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto para a interação variedade x inóculo.....	71
Tabela 16. Teste de Tukey – Resumo da comparação de médias da severidade na planta e no fruto para a interação variedade x inóculo.....	72
Tabela 17. Comparação de médias para as interações inóculo x variedades no rendimento morangueiro .....	74
Tabela 18. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF e Rend.....	75

**Índice de Anexos**

Anexo 1. Desenho experimental do ensaio 1 .....	80
Anexo 2. Ficha de registo .....	81
Anexo 3. Tabela de base de dados .....	82
Anexo 4. Resultados da análise estatística.....	83
Anexo 5. Desenho experimental do ensaio 2.....	86
Anexo 6. Tabela de base de dados .....	87
Anexo 7. Resultados da análise estatística.....	87
Anexo 8. Variedades de morango.....	89

## Lista de Abreviaturas

ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CZS	Centro zonal sul
DDI	Dias depois da inoculação
EUA	Estados Unidos da América
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IIAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
MADER	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
MID	Maneio Integrado de Doenças
PDA	Potato Dextrose Agar
INC	Incidência
SEV	Severidade
UEM	Universidade Eduardo Mondlane

## CAPÍTULO I

### 1. Introdução

#### 1.1. Contextualização

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é uma cultura muito apreciada mundialmente devido as suas qualidades nutritivas e versatilidade na culinária e gastronomia (Filgueira, 2003). O morangueiro é originário da hibridação natural de espécies advindas da América do Norte e do Chile, formando o actual morango cultivado pelo mundo (Radmann et al., 2006).

No mundo, o maior produtor do morango é a China, com uma produção anual de mais de 3,7 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos, com cerca de 1,4 milhões toneladas, e em terceiro lugar o México, com quase 700.000 toneladas (Reichert *et al.*, 2003). Com o melhoramento e conseqüente desenvolvimento de novas variedades de fotoperíodo neutro e menos exigentes ao frio, mais adaptadas ao clima tropical, as fronteiras para o cultivo do morangueiro expandiram-se para mais regiões (Silva *et al.*, 2014).

Em Moçambique, a cultura de morangueiro foi introduzida no tempo colonial, mas não há registos de rendimentos daquele período (Teilo, 1969). Em 2013, novas variedades do morangueiro (nomeadamente, Albion, Beira e Festival) foram introduzidas através do Projecto de Apoio Técnico aos Programas de Nutrição e Segurança Alimentar de Moçambique (PSAL), uma iniciativa de cooperação técnica trilateral entre Moçambique (IIAM), Brasil e Estados Unidos. No âmbito do projecto PSAL, foram conduzidos ensaios de adaptabilidade na Estação Agrária de Umbelúzi, assim como, com alguns produtores dos distritos de Namaacha, Boane, Moamba e Manhiça incluindo os das Zonas Verdes da Cidade de Maputo, com o objectivo de popularização da produção e consumo do morango.

Desde a independência até então a produção de morango em Moçambique é mais acentuada no sector familiar onde os distritos de Namaacha e Ile nas províncias de Maputo e Zambézia



respectivamente, são tidos como potenciais produtores desta cultura (Mussane *et al.*, 2015). Dada a importância alimentar e nutricional, o morango consta da lista de produtos agrícolas, cuja produção emprega bastante mão-de-obra, assim como gera rendimentos que beneficiam as comunidades envolvidas na sua produção (Rigon *et al.*, 2005). Porém, é de enfatizar que a produção de morango no país é ainda uma actividade consideravelmente nova, pelo facto de existirem ainda poucos produtores que investem na sua produção. Parte do desinteresse na produção de morango deve-se ao reduzido conhecimento sobre o maneio da cultura e seu respectivo aproveitamento.

Vários patógenos afectam a cultura do morangueiro, causando danos em maior ou menor intensidade em função das condições climáticas, do maneio adoptado e das variedades utilizadas (Antunes *et al.*, 2011). As doenças do morangueiro (como as de qualquer outra cultura), podem ser causadas por factores bióticos e abióticos. Dos factores bióticos, os mais comuns são os fungos, bactérias, fitoplasmas, vírus e nemátodos. Quanto aos factores abióticos, a temperatura e o fotoperíodo são os que mais influenciam a produção de morango (FAO, 2020).

No que se refere aos factores bióticos, as doenças causadas por fungos são as que mais danos causam à cultura em todas as regiões de produção de morangos incluindo em Moçambique (Silva *et al.*, 2014). As doenças fúngicas mais importantes são a antracnose (*Colletotrichum fragariae*), podridão de *Phytophthora* (*Phytophthora cactorum*), murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*) e mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) (Santos, 2007).

O mofo-cinzento é considerado factor limitante à produção comercial do morango em vários países produtores (Pagnan, 2013), incluindo Moçambique. O mofo-cinzento foi registado pela primeira vez em 1937, no Israel em frutos armazenados, e posteriormente, sob condições de cultivo em campo, nos Estados Unidos da América (EUA) e na Índia (Filgueira, 2003).

Vários estudos indicam que o mofo-cinzento é um dos principais problemas mundiais na pré e pós-colheita do morango (Pagnan, 2013). Nos EUA por exemplo, o mofo-cinzento é a doença que mais causa redução na produção de morango, mesmo com aplicações regulares de fungicidas

(Silva, 2014). No Brasil, a doença constitui num dos principais problemas na pós-colheita do morango por causar podridão dos frutos, podendo atacar também as folhas, pecíolos, caule, botões florais e pétalas (Costa *et al.*; 2010).

Lopes (2011), avaliando as condições propícias ao desenvolvimento dos principais agentes causadores de podridões em frutos de morango no Brasil, observou que a incidência foi variável ao longo do ano, sendo os mais frequentes a *Botrytis cinerea* (36,3%), *R. stolonifer* (34,9%) e *Geotrichumcandidum* (31,1%). O mofo-cinzento ataca mais de 300 espécies de plantas e pode afectar frutos em qualquer estágio de desenvolvimento, porém, é mais comum em frutos maduros ou em fase de maturação (Reis, 2011). A doença é favorecida por temperaturas amenas e alta humidade (Fortes, 2005), sendo que as maiores perdas são observadas após os períodos de chuvas (Costa *et al.*, 2010).

## 1.2. Problema de estudo

Em Moçambique, a produção de morango vêm ganhando relevância por parte dos consumidores e tem constituído, cada vez mais, a base da segurança alimentar e nutricional e de aumento da renda das comunidades da província de Maputo, em particular nos distritos de Boane e da Namaacha (Ecole *et al.*, 2015). Apesar dos esforços feitos pelo Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), para identificação e disseminação de novas variedades de morango altamente produtivas, em Moçambique os trabalhos de pesquisa nesta cultura estão numa fase incipiente (Mussane *et al.*, 2015). Um dos principais constrangimentos que afecta a produtividade da cultura está associada ao ataque por doenças, onde se destaca o mofo-cinzento nos frutos, cujo agente causal é o *Botrytis cinerea*, que provoca prejuízos que podem alcançar os 100% (Ueno, 2016).

Para controlar a doença, tem sido intensivamente usado fungicidas. O controlo químico é o mais eficiente, contudo, tem a problemática de constituir um dos principais agentes da degradação do meio ambiente, intoxicações aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos frutos e surgimento de populações de fungos resistentes (Pereira *et al.*, 2011).

Com o objectivo de controlar o mofo-cinzento no morangueiro e reduzir os impactos negativos do uso intensivo de produtos químicos recorre-se a combinação de diferentes estratégias de maneio (Silva, 2014). De entre essas medidas, destaca-se a adubação equilibrada, que pode constituir um importante factor a contribuir no maneio integrado de doença (MID) (Campanhola *et al.*, 2003). Neste contexto, a adubação pode influenciar o grau de resistência da planta, assim como na composição química dos tecidos, que se traduz na resposta à infecção de patógenos (Andersen *et al.*, 2018). Por outro lado, o efeito da adubação pode também reflectir-se directamente sobre o patógeno, afectando sua sobrevivência, reprodução e desenvolvimento (Marschner, 1995).

Diversos estudos estão sendo realizados visando o desenvolvimento de tecnologias que consideram as relações nutricionais com a produtividade e também com factores fitossanitários, tais como a ocorrência das doenças (Ueno, 2004). As plantas desenvolveram amplos mecanismos para resistir a uma variedade de condições de estresse (Wang *et al.*, 2013). Cada vez mais têm surgido evidências que enfatizam o papel desempenhado pelos nutrientes minerais na resistência das plantas à estresses (Marschner, 2012). Por exemplo, o potássio (um dos principais macronutrientes e objecto deste estudo) foi destacado por vários autores como o nutriente mais limitante em ameixeiras, bananeiras e morangueiro (Fratoni *et al.*, 2017). O potássio é fundamental no crescimento e metabolismo das plantas, e é também importante na sobrevivência das plantas sob estresse biótico e abiótico (Taulya, 2013).

Quanto à influência do potássio na saúde das plantas, Wang *et al.*, (2013) revelou que plantas com deficiência de potássio tendem a ser mais susceptíveis ao ataque por doenças do que aquelas com suprimento adequado. Igualmente, observou que a aplicação de potássio reduziu a suscetibilidade de morangueiros à murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*). Outro estudo realizado em bananeiras, por Silva *et al.* (2014), indicou que a aplicação equilibrada do potássio aumentou o vigor das plantas assim como a resistência a doenças.

Apesar das evidências existentes sobre o potássio na sanidade das plantas, persiste muita controvérsia quanto ao real impacto na resistência à doenças fúngicas com aplicação do potássio

em diferentes culturas (Andersen *et al.*, 2018). Por estas razões, foi elaborado este estudo para avaliar o efeito da adubação de cobertura com potássio no controlo do mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro aplicados em diferentes dosagens. E avaliar a resistência de diferentes variedades de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch) ao mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*).

Este estudo é de extrema importância pois vai fornecer informações sobre as práticas correctas de manejo na produção da cultura de morangueiro, e servir de base aos programas de extensão agrária que trabalham directamente com os produtores no país. E, por outro lado, o estudo poderá despertar a atenção da comunidade científica, criando interesse em conduzirem mais estudos nas diferentes vertentes e, assim contribuir para a massificação da produção da cultura do morangueiro, incremento dos níveis de produção e produtividade no país e, fazer parte das estatísticas.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1 Objectivo Geral:**

Avaliar os métodos alternativos de controlo do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na produção do Morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

#### **1.3.2. Objectivos específicos:**

- Fazer a caracterização morfológica do fungo associado ao mofo-cinzento do morangueiro
- Determinar o efeito da adubação de cobertura com potássio na severidade do mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) no Morangueiro.
- Determinar a resistência de diferentes variedades de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch) ao mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*).

#### 1.4. Hipóteses de estudo

- O isolado do mofo-cinzento usado no estudo reproduz sintomas característicos do mofo cinzento quando inoculado em folhas de morangueiro sãs;
- A dose mínima (50 kg/ha) de potássio tem efeito sobre o mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) no morangueiro;
- Existe pelo menos uma variedade de morango com comportamento diferenciado quando atacado pelo mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*);

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Características gerais sobre o morangueiro

O morangueiro, uma planta pertencente à família Rosaceae, é um híbrido resultante do cruzamento das espécies *Fragaria chiloensis* e *F. virginiana* formando a espécie *Fragaria x ananassa* Duch. Este cruzamento, ocorrido em França no séc. XVIII, deveu-se á uma hibridação natural das duas espécies anteriormente mencionadas, advindas do continente americano, especificamente da América do Norte, e constitui o actual morango cultivado pelo mundo (Vignolo *et al.*, 2016).

Apreciado inicialmente na Europa pelo valor ornamental e medicinal, o morango actualmente é um dos frutos mais preferidos em todo mundo e está adaptado às mais variadas condições climáticas. Este fruto é consumido principalmente *in natura*, devido às suas peculiaridades como sabor, coloração, aroma e valor nutricional (Antunes *et al.*, 2011).

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira, e com características de cultura perene, mas é cultivada como cultura anual (Ronque, 1998). Ela é propagada assexuadamente através do enraizamento de estolhos formados nas axilas das folhas (Antunes, 2006). O sistema radicular da planta de morangueiro é superficial e fasciculado, com a maior parte das raízes concentradas nos primeiros 5 cm do solo. A coroa, parte que sobressai do solo, origina o eixo caulinar (Camargo, 2011). Com o desenvolvimento da coroa há formação das gemas, que podem originar coroas secundárias, estolhos e inflorescências. (Filgueira, 2003).

As folhas do morangueiro originam-se da coroa de forma helicoidal, com forma e cor variando conforme a variedade. Geralmente, a planta apresenta folhas compostas por três folíolos, pilosos e de margens denteadas. Suas flores são simples, hermafroditas e geralmente brancas, mas podem ser rosadas sendo estas agrupadas em inflorescência do tipo cimeira.

A floração no morangueiro é dependente de factores ambientais, principalmente da temperatura e do fotoperíodo. Após a polinização, realizada principalmente por abelhas, as flores dão origem

ao que se chama de “morango” que é o pseudofruto resultante do desenvolvimento do receptáculo da flor que se tornou carnoso, suculento e avermelhado. Os verdadeiros frutos são os aquênios, pequenos frutos secos que recobrem a superfície do morango ficando presos em um único ponto sendo conhecidos popularmente como sementes (Neves, 2018).

## **2.2. Variedades de morangueiro**

As variedades de morango podem ser classificadas de acordo com o fotoperíodo, variedades de dias longos (indução floral com fotoperíodo indutivo/FI > 14 horas); variedades de dias curtos (indução floral com FI < 12 horas); e variedades insensíveis ao fotoperíodo ou de dias neutros (Indução floral inibida em  $T_o > 30$  oC) (Almeida, 2006).

Em virtude do morangueiro ser muito sensível as variações climáticas, as variedades têm apresentado características diferentes de região para região. Pelo conseguinte, uma variedade bem adaptada numa região pode ser menos adaptada noutra região e vice-versa. Isto leva a que a mesma variedade tenha diferentes designações de região para região, fazendo com que haja uma grande diversidade de variedades em diferentes regiões do mundo e/ou país (Otto *et al.*, 2009).

De acordo com dados de Antunes *et al.*, (2020), existe uma vasta gama de variedades de morango. As variedades mais cultivadas em Moçambique incluem Albion, variedade festival, variedade Beira e Camarosa (Figura1).

### **2.2.1. Características da variedade Albion**

A variedade Albion foi criada em 1997 pela Universidade da Califórnia (EUA), e é originária de um cruzamento entre a variedade Diamante e a seleção avançada Cal 94.16-1 (Figura 1A). É uma variedade de dia neutro, com frutos com melhor qualidade sensorial, maior resistência a danos mecânicos e físico, de coloração mais escura e maior resistência a *P. cactorum*. Os frutos desta variedade são de formato cônico e alongado, geralmente simétricos, possuem elevada qualidade na firmeza de polpa e são mais saborosos, quando comparado a outras variedades como San Andreas e Aromas. A variedade Albion é moderadamente resistente à mancha foliar

comum (*R. tulasnei*) e ao oídio (*S. macularis*); é resistente à murcha de *Verticillium* (*V. dahliae*) e moderadamente resistente à podridão de coroa de antracnose (*Colletotrichum. acutatum*) (Costa *et al.*; 2010).

### **2.2.2. Características da variedade Beira**

A variedade Beira (Figura 1B), lançada pela Universidade da Califórnia (EUA) em 2008, resulta do cruzamento entre a variedade ‘Albion’ e a seleção Cal 97.86-1. É uma variedade de dia neutro e produz frutos, independentemente da duração do dia, em climas áridos e subtropicais. Os frutos desta variedade são grandes, possuem elevada firmeza de polpa, bom sabor e coloração intensa, o que torna o fruto muito atraente perante os consumidores. Esta variedade é moderadamente resistente ao oídio (*Sphaerotheca macularis*) à antracnose (*C. acutatum*) à murcha de *verticillium* (*Verticillium*) à podridão de *Phytophthora* (*Phytophthora cactorum*) e à mancha foliar comum (*Ramularia tulasnei*) (Costa *et al.*, 2010).

### **2.2.3. Características da variedade Camarosa**

A variedade Camarosa foi criada em 1993 pela Universidade da Califórnia (EUA). Esta é uma variedade precoce, cujas plantas têm alto vigor, pseudofrutos grandes, epiderme vermelha, firme e de sabor doce. A coloração interna dos frutos é vermelha intensa, e estes são resistentes ao transporte. Devido às suas boas qualidades de sabor e coloração, a variedade Camarosa é a mais plantada em todo o mundo (Figura 1C). Os pseudofrutos podem ser consumidos *in natura* ou industrializados. Entretanto, ela é susceptível à mancha foliar, à antracnose (*C. fragariae* e *C. acutatum*) e ao mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) (Oliveira e Scivittaro, 2011).





Figura 1. Variedades de morango

(A) Variedade Albion. (B) Variedade Beira. (C) Variedade Camarosa

(Fonte: Antunes et al., 2020)

### 2.3. Doenças do morangueiro

A produtividade e a qualidade dos frutos do morango são muito influenciadas pelo fotoperíodo, temperatura, período de dormência, pragas, doenças, condições de solo, adubação, variações na humidade do ar e de solo, entre outros (Silva *et al.*, 2014). Dentre os factores acima citados, doenças causadas por fitopatógenos como fungos, bactérias, fitoplasma, vírus e nemátodos, afectam directa ou indirectamente a cultura, podendo determinar o sucesso ou o fracasso da produção. Factores ambientais, genéticos e biológicos afectam directamente ou através de suas interações a sanidade da planta (Agrios, 2005).

As doenças no morangueiro podem ocorrer nas diversas fases do ciclo da cultura, atacando desde a muda recém-plantada até á fase final da produção, incluindo no armazenamento. Na literatura são citados vários microorganismos que causam importantes doenças que ocorrem no morangueiro, tendo sido registados mais de 60 fungos, 26 vírus, 5 bactérias e 8 nemátodos (Ueno *et al.*, 2007).

As principais doenças do morangueiro causadas por fungos são: a antracnose provocada por duas espécies, *Colletotrichum fragariae* e *C. acutatum*, originando a podridão de rizoma e flor-preta; a mancha de *Mycosphaerella* (*Mycosphaerella fragariae*); a queima e podridão da fruta do *Phomopsis* (*Phomopsis obscurans*); mancha de *Diplocarpon* (*Diplocarpon earlianum*); podridão de *Phytophthora* (*Phytophthora cactorum*); murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*); oídio

(*Sphaerotheca macularis* f. *Sp. fragariae*); e mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) (Ueno *et al.*, 2016).

### **2.3.1. Mofo-cinzento do morangueiro**

O mofo-cinzento, doença bastante comum a nível global, é um dos principais factores limitantes em todas regiões de produção de morango. Esta doença afecta, não somente o morangueiro, mas também mais de 200 espécies de plantas, atacando flores, folhas e frutos (Petrasch *et al.*, 2019).

Esta doença, cujo nome resulta do característico bolor de cor cinza que se forma sobre a lesão é causada pelo fungo *Botrytis cinerea*, uma espécie de fungo necrotrófico da família Sclerotiniaceae, divisão Ascomycota. Este fungo é também classificado como parasita, facultativo, por apresentar dois hábitos de vida (nomeadamente, actividade parasítica e actividade saprofítica). *Botrytis cinerea* produz micélio acinzentado, composto por hifas e conidióforos ramificados com conídios unicelulares e ovulados no ápice, medindo 8 a 11 µm. O fungo tem a capacidade de formar esclerócios e micélio dormente na ausência do hospedeiro (Williamson *et al.*, 2007).

### **2.3.3. Sintomas do mofo-cinzento**

Esta doença caracteriza-se por ser típica de frutos. Todavia, sob condições favoráveis, pode também afectar pecíolos, folhas, botões florais, pétalas e pedúnculos (Figura 2). A infecção geralmente inicia em tecido debilitado sob a forma de manchas que evoluem rapidamente, tomando todo o fruto, que apodrece, adquirindo um aspecto seco e firme, com um recobrimento de cor cinza, constituído pelas estruturas do fungo (Williamson *et al.*, 2007). A doença pode destruir botões florais e frutos verdes, no entanto, na maioria das vezes as infecções permanecem latentes e os sintomas só se manifestam no início do amadurecimento dos frutos. Em frutos verdes, os sintomas são caracterizados pela presença de pequenas lesões castanhas levemente depressivas. Em frutos maduros, essas lesões tornam-se recobertas por um crescimento acinzentado constituído por estruturas do patógeno, que rapidamente tomam toda a superfície do

fruto (Figura 2D). Com a evolução dos sintomas, os frutos podem apodrecer completamente ou ainda assumir a forma de mumificados (Ueno *et al.*; 2016).

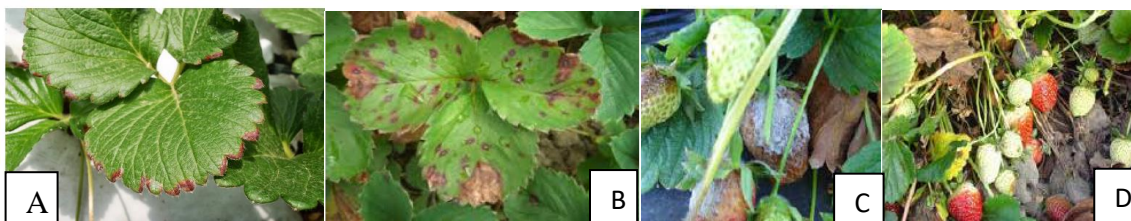


Figura 2. Sintomas de mofo cinzento nas folhas e frutos do morangueiro

(A) Seca e necrose de pontas nas bordas das folhas. (B) lesões pardas bronzeadas em folhas jovens. (C) lesões castanho-escuras na região do cálice nos frutos verdes. (D) Presença de massa micelial acinzentada nos frutos.

Fonte: Tofole, 2015

#### 2.3.4. Disseminação e epidemiologia do mofo-cinzento

A dispersão do inóculo ocorre por acção do vento, chuvas e/ou por meio de insectos que pousam sobre os esporos que se encontram na superfície do tecido afectado (Zarela *et al.* 2004).

A sobrevivência do fungo ocorre na forma de micélio em restos de culturas e em gemas. O fungo pode também sobreviver de um ano para o outro como escleródios no solo e em restos de cultura, ou como micélio em restos de cultura (Ueno *et al.*, 2016). Ao infectar o hospedeiro (especificamente as folhas, frutos maduros e flores), o fungo pode permanecer latente até a maturação do fruto (Maas, 2004).

As condições climáticas favoráveis à doença são temperaturas entre 18 e 23°C e alta humidade, chuvas frequentes, bem como excesso de fertilização nitrogenada, irrigação por aspersão e espaçamentos adensados induzem à ataques severos da doença (Tanaka, 2000).

A infecção dá-se através de ferimentos e as células infectadas são desintegradas por acção de enzimas do patógeno, dando origem às podridões e manchas. No fruto, o fungo desenvolve-se dentro das rachaduras presentes na casca, onde são produzidos esporos em grandes quantidades (Helbig, 2001).

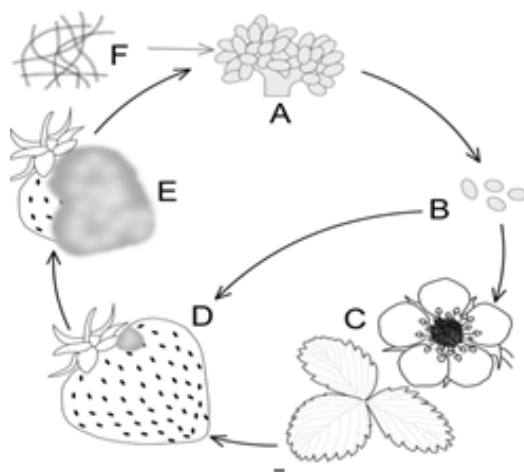


Figura 3. Ciclo de vida de *Botrytis cinerea* durante a infecção de morango

(A) conidióforos (B) conídios (C) infecção de flores e folhas de uma planta jovem de morango (D) ocorre a infecção directa que pode acontecer durante a maturação ou mesmo com o fruto já maduro (E) *Botrytis cinerea* hiberna em materiais em decomposição (F) hifas que dão origem aos conidióforos. Fonte: Mcfeeters, 2012.

#### 2.4. Estratégia de manejo do mofo-cinzento

Para o controlo do mofo-cinzento podem ser tomadas várias medidas de forma conjunta tais como: uso de mudas saudáveis, plantio em áreas livres da doença, eliminação dos órgãos doentes, manejo adequado da irrigação, uso de variedades resistentes e aplicação de pesticidas de forma racional (Costa *et al.*, 2003).

O controlo alternativo do mofo-cinzento inclui também medidas que não englobam o controlo químico clássico e o melhoramento genético de plantas para resistência às doenças. Diversas alternativas têm sido promissoras envolvendo o uso de microrganismos antagonistas, fungicidas naturais e a indução de resistência em plantas (Droby *et al.*, 2011). Recentes pesquisas em torno da eficiência, do modo de ação e formulação de agentes microbiológicos de controlo, indicam que estes métodos podem ser economicamente vantajosos comparados com a aplicação dos pesticidas para controlo do mofo-cinzento (Sansone *et al.*, 2015). De acordo com Romeiro (2005), há necessidade de investigar-se métodos alternativos para o controlo de doenças de

plantas que sejam, ao mesmo tempo, eficientes e menos agressivos à saúde humana e ao equilíbrio de ecossistemas.

#### **2.4.1. Controlo biológico no mofo-cinzento**

Como uma alternativa do controlo de doenças em frutos, o controlo biológico pode ser realizado no período de desenvolvimento da cultura ou após a colheita. Este método permite evitar a penetração de patógenos nos tecidos, que posteriormente, em condições adequadas, poderão desenvolver-se durante o armazenamento (Silva, 2014), como no estudo de Gouveia (2007) que reduziu a incidência da doença do mofo cinzento em morangos na pós-colheita, com quatro diferentes tratamentos, realizados em campo, a partir de preparações com *Saccharomyces cerevisiae*, Antonioli (2011), também encontrou resultados positivos para o controlo de podridões pós-colheita em framboesas foram controlados com tratamentos pré-colheita utilizando *Bacillus amyloliquefaciens*, *Curtobacterium pusillum* e *Saccharomyces cerevisiae*. O controlo biológico após a colheita pode impedir que os patógenos em estado latente causem podridões e novas infecções.

Platania *et al.*, (2012), reduziu a incidência de *Penicillium digitatum* em laranjas em até 10 dias utilizando *Wickerhamomyces anomalus*, Wang *et al.*, (2013), no seu estudo sobre o controlo pós-colheita de *Botrytis cinerea* em tomates cereja mostrou que *Rhodosporidium paludigenum* reduziu a incidência da doença do mofo-cinzento significativamente, a medida que as concentrações das suspensões contendo suas células foram aumentando.

A fase do pós-colheita de morangos, é favorável ao desenvolvimento e aplicação de métodos de controlo biológico com a utilização de micro-organismos, já que é possível controlar o ambiente de armazenamento, temperatura e humidade relativa, e assim favorecer o micro-organismo antagonista em detrimento do agente fitopatogênico, mantendo a conservação do fruto (Alves, 2007).

#### **2.4.2. Controlo genético no mofo-cinzento**

A identificação e selecção de fontes de resistências é essencial para o desenvolvimento de variedades resistentes. Variedades resistentes podem reduzir as perdas causadas pelo *Botrytis sp* e a aplicação de produtos químicos, diminuindo os riscos para a saúde humana e o ambiente (Agrios, 2005). Na presença de um patógeno a planta hospedeira pode reagir de duas formas especificamente, resistência e susceptibilidade (Calvente *et al.*, 2016). Denomina-se resistência a reação onde há bloqueio do avanço do patógeno e susceptibilidade onde ocorre a colonização do mesmo na planta. O nível de resistência varia de variedade para variedade hospedeira, e também a capacidade infectiva do patógeno (virulência) varia de isolado para isolado (Agrios, 2005).

As variedades como Camarosa, Oso Grande e Milsei-Tudla, são muito suscetíveis ao mofo cinzento em condições de campo. Enquanto que as variedades Ventana, Camino Real, Aromas, Beira, Diamante, Seascape, Albion, San Andreas, Portola, Palomar e Monterey tem se comportado como suscetíveis em testes efectuados em condições de laboratório (Costa *et al.*; 2010). É importante ressaltar que essas variedades apresentam uma maior inflorescência e que demora a abrir-se em relação às outras variedades plantadas. Sendo assim, as pétalas ficam mais aderidas aos frutos, o que favorece a ocorrência do mofo cinzento, esse facto se verifica em períodos de chuvas finas por alguns dias que é a condição essencial para a ocorrência desta doença (Subbarão *et al.*; 2015).

#### **2.4.3. Controlo químico no mofo-cinzento**

O controlo químico é utilizado nas mais diversas culturas como uma das principais estratégias para controlo de doenças de plantas. No caso no mofo cinzento do morangueiro causado pelo fungo *Botrytis cinerea*, o controlo químico é a principal estratégia de controlo (Costa *et al.*, 2010), visto que não existem variedades de morangueiro resistentes ao patógeno.

Uma das maiores preocupações relacionadas ao controlo químico de doenças de plantas é a contaminação dos aplicadores e dos consumidores e constituir um dos principais agentes da degradação do meio ambiente (Zambolim *et al.*, 2010). O morangueiro tem sido apontado como uma das hortícolas com os maiores problemas de contaminação por agroquímicos, seja pelo uso de produtos não registados para a cultura, ou por resíduos acima do limite máximo permitido (Anvisa, 2016).

Além dos problemas de contaminação dos alimentos por agroquímicos, a manutenção da eficiência dos fungicidas deve ser levada em consideração para se evitar danos severos à cultura, pois não existem outras estratégias com alta eficiência para controlo desta doença (Braun *et al.*, 1988). De acordo com o MINAG (2008), em Moçambique existem alguns fungicidas registados e recomendados para o controlo de algumas doenças do morangueiro, incluindo para o controlo do mofo-cinzento (Tabela 1).

Tabela 1. Fungicidas registados e recomendados para o controlo de doenças do morangueiro (incluindo o mofo-cinzento) em Moçambique

Nome comercial do fungicida	Princípio activo do fungicida	Doenças controladas	Dosagem (g ou ml/100l)
Benopec 50% WP	Benomyl 500g/kg	Antracnose Mancha de <i>mycosphaerella</i>	30
Captab 50% SC	Captab 500g/l	Mofo cinzento Mancha de <i>mycosphaerella</i>	100
Ortiva 25% EC	Azoxistrobin 250g/l	Antracnose Mofo cinzento Mancha de <i>mycosphaerella</i>	35
Score 25% EC	Difenoconazol 250g/l	Mofo cinzento Mancha de <i>mycosphaerella</i>	30
Copper oxychloride WP	Oxicloreto de cobre 850g/kg	Mancha de <i>diplocarpon</i> Mancha de <i>mycosphaerella</i>	250

Fonte: MINAG (2008).

#### 2.4.4. Controlo cultural no mofo-cinzento

O maneio de doenças em morangueiro deve ser feito de forma integrada, visando abordar as mais diversas estratégias em campo e pós-colheita de forma a reduzir as podridões (Costa, 2006). As infecções pelo fungo *Botrytis cinerea* no morangueiro têm sido controladas através de práticas culturais, sendo a mais comum, a remoção de material vegetal senescente para evitar o acúmulo de inóculo (Daugaard, 1999). Prevenir o contacto da fruta com o solo (por exemplo, cobrir os canteiros com folhas secas, palha ou com plástico de polietileno) é outra prática comum para evitar infecções, pois a maior parte do inóculo está presente no solo e a humidade do solo promove a germinação dos conídios (Daugaard, 1999). A seleção do sistema de irrigação correcto pode ajudar a reduzir a incidência de mofo cinzento; principalmente, o uso de irrigação por gota- a- gota e microaspersores resulta na limitação da disseminação do inóculo e na redução dos filmes de água nos frutos (Dara *et al.*, 2016). Em resumo, as práticas culturais são essenciais para limitar as infecções por *Botrytis cinerea* na pré-colheita de morangos, especialmente na agricultura orgânica.

Entre as medidas que podem ser adotadas no maneio das culturas, a adubação do solo adequada pode ser importante aliado no controlo das doenças. A adubação potássica pode influenciar favoravelmente na produção de frutos com tolerância ao ataque de certas doenças e pragas, além de aumentar a resistência do fruto ao transporte e ao armazenamento (Silva, 2014). O maneio do potássio é, muitas vezes, limitante e, de acordo com Raij (1996), enquanto adubações excessivas podem proporcionar aumento na suscetibilidade das plantas a doenças, a deficiência na quantidade desse elemento pode ocasionar a redução na produtividade.

A adubação potássica, tanto na forma mineral quanto orgânica, promoveu a concentração desse nutriente nas folhas do morangueiro e os seus teores correlacionaram-se directamente com a severidade do mofo cinzento, causada por *Botrytis cinerea* (Tanaka *et al.*, 2002). Todavia, Marschner (1995) comentou que todos os factores que favorecem as actividades metabólicas e de síntese de células das hospedeiras, a exemplo do potássio, também corroboram a resistência das plantas a algumas doenças. Assim, deve-se buscar um ponto de equilíbrio entre a adubação



potássica e a qualidade fitossanitária dos pomares. A actualização das recomendações de adubação para o morangueiro é tema levantado com frequência em encontros técnicos da cultura, uma vez que essas foram estabelecidas em Raij *et al.* (1996) e Ribeiro *et al.*, (1999) para variedades com potencial produtivo bem inferior aos utilizados atualmente.

Estudos feitos no Brasil, no sul de Minas e nos municípios de Atibaia e Jarinú, importante região produtora de São Paulo, a aplicação da formulação de adubo 4-14-8 (N-P-K) na dosagem de 50 a 100 g por planta como adubação de fundo foi adubado com 120 a 240 kg/ha de potássio só no plantio, quando o recomendado por Raij *et al.* (1996) é a aplicação de 40 kg/ha de potássio no plantio. Num outro estudo feito na Flórida, Ribeiro *et al.* (1999) recomendaram 40% no plantio da dose total de potássio recomendada, que é de 220 kg/ha de potássio. Dentro dessa prática aplica-se ainda 240 a 480 kg/ha de potássio.

Na literatura tem sido reportado que o potássio se destaque como o “elemento da qualidade”, pois afecta atributos como cor, tamanho, acidez, armazenamento, valor nutritivo e resistência a pragas e doenças, (Malavolta 2005). Em hortícolas e frutas, a sua acção benéfica revela-se de diferentes maneiras e em função da espécie. Por exemplo em morangueiros, maçeira e pêsegueiro, níveis adequados de potássio melhoraram a coloração vermelha na epiderme dos frutos (Hunsche *et al.*, 2003). No pimenteiro e meloeiro, a adubação potássica propiciou aumento no teor de sólidos solúveis. Na melancia, a adubação potássica, incrementou a espessura e a resistência da casca ao ataque por pragas e doenças. No tomateiro, o potássio aumentou o conteúdo de ácido ascórbico, acidez total e açúcares dos frutos enquanto na cenoura e cebola, a adubação potássica aumentou a conservação pós colheita (Tanaka *et al.*, 2002).

O fornecimento de maiores doses de potássio promoveu aumento na produção de batata e de pêsegos e proporcionou aumento no diâmetro de maçãs (Hunshe *et al.*, 2003). Por outro lado, e Andriolo *et al.*, (2010), observaram redução no crescimento vegetativo, no número, no tamanho e na produção de frutos de morangueiro, quando as doses de potássio foram mais elevadas, possivelmente em função da absorção competitiva do potássio com outros cátions.

### 3. Referências Bibliográficas

1. Almeida, Fernandes; (2006). Manual de Culturas Hortícolas 2ª Edição., Volume II. Lisboa: Editorial Presença; rial Presença, p 196-219.
2. Alves, Maria L. N; (2007). Avaliação do potencial de leveduras dos géneros *Pseudozyma* e *Rhodosporidium* no controlo biológico pós-colheita de bolores. Universidade de Lisboa, Faculdade de Farmácia, p 45-55
3. Agrios, G. N; (2005). Plant diseases caused by fungi. In: Plant Pathology. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, p 385-614.
4. Andersen EJ, Ali S, Byamukama E, Yen Y, Madhav P; (2018). Doença Mecanismos de resistência em plantas. Departamento de Biologia e Microbiologia, South Dakota State University, Brookings, 57007 SD, EUA.
5. Andriolo, J. S. S.; Creste, J. E; (2010). Fontes de potássio na adubação de cobertura do algodoeiro I – Produtividade, qualidade de fibras e análise econômica. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, sup. 1, p. 1135-1144.
6. Antunes, L. E. C.; Carvalho, G. L.; Santos, A. M; (2011). A cultura do morango. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2. Ed; p. 52
7. Antunes, L. E. C; Bonow, S.; Reisser Junior, C. Morango; (2020). Crescimento Constante Em área e produção. Anuário Campo e Negócios HF. Uberlândia-MG, v. 37; p. 88-92.
8. Antunes, O. T; (2006). Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. Horticultura brasileira, Brasília, v. 24, n. 4, p. 30-45
9. Antonioli, Lucimara R; (2011). Controlo alternativo de podridões pós colheita de framboesas. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.9, p. 979 – 984.
10. Anvisa, (2016); (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Agrotóxicos. Monografias autorizadas. T-32 –Tebuconazol, p 140-240
11. Braun, P. G.; Sutton, J. C; (1988). Infection cycles and population dynamics of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. Canadian Journal of Plant Pathology. v.10; p. 133-141.

12. Calvente, V.; Benuzzi, D.; Tosetti, M. I. S; (2016). Antagonistic action of siderophores from *Rhodotorula glutinis* upon the postharvest pathogen *Penicillium expansum*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Oxford, v.43, n.4, p.167-172.
13. Campanhola, C.; Bettiol, W; (2003). Métodos alternativos de controlo fitossanitário. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, p.13-51.
14. Camargo, L. K. P; (2011). Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR, 97p.
15. Costa, H; Ventura, J. A; (2003). Doenças do morangueiro: diagnóstico de manejo. *Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro*, 39-56p.
16. Costa, H.; Lopes, U.P; Ventura, J.A; Manzoli, R. (2010). Novas estratégias para o manejo do mofo cinzento em frutos de morango em pós-colheita. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, v10.
17. Dara, SK, Sandoval-Solis, S. e Peck, D; (2016). Melhorando o morango irrigação com microaspersores e seu impacto no manejo de pragas; p. 859-68.
18. Daugaard, H; (1999). Métodos culturais para controlar *Botrytis cinerea* pers. *Biol. Agrícola*, v.8, n.3, p579–593.
19. Droby, S.; Cohen, L.; Daus, A.; Weiss, B.; Horev, B.; Chalutz, E.; Katz, H.; Keren-Tzur, M.; Shachnai A; (2011). Commercial Testing of Aspire: A Yeast Preparation for the Biological Control of Postharvest Decay of Citrus. *Biological Control*, Orlando, v.12, n.2, p. 97-101.
20. Ecole *et al.*, (2015). *Horticultura em Moçambique. Características, Tecnologia de Produção e Pós - Colheita volume 1.*
21. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations; (2020). Statistics Division.
22. Feliziani, E. e Romanazzi, G; (2016). Decadência pós-colheita de morango: Etiologia, epidemiologia e manejo de doenças; p. 47-63.
23. Filgueira, F. A; (2003). *Novo manual de oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa*, v3, p 30-83.

24. Fortes, J. F; (2005). Doenças do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, v2, p 144-193.
25. Gouveia, Alfredo; (2007). Controlo em campo e pós-colheita de doenças e metabolismo do morangueiro após tratamento com *Saccharomyces cerevisiae*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 89p.
26. Helbig, J; (2001). Biological Control of *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. in Strawberry by *Paenibacillus polymyxa* (Isolate 18191). *Journal of Phytopathology*, Berlim; v.149, p.265-273.
27. Hunshe, C. E; Dorneles F; (2003). Potássio em uvas II – Análise peciolar e sua correlação com o teor de potássio em uvas viníferas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, p. 597-601.
28. Lopes, U; (2011). Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. Viçosa.
29. Maas, J. L. Strawberry Disease Management. In: Naqvi, S. A. M. H; (2004). *Diseases of fruits and vegetables; Diagnosis and Management*. Nagpur: Kluwer Academic Publishers; Cap. 12; p. 441-483.
30. Malavolta E; (2005). Potássio: absorção, transporte e redistribuição na planta. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo. p. 179-238.
31. Marschner, H; (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2ed. New York: Academic, 889p.
32. Marschner P (2012). *Nutrição mineral para plantas superiores*. Terceira edição, p278.
33. Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar (MASA) (2015). *Lista de Pesticidas Registrados em Moçambique*. Departamento de Sanidade Vegetal, p 22-43.
34. Mussane, C. R. Mutemba, T. O; (2015). Avaliação agronómica de variedades de morango. *Horticultura em Moçambique*, v1, p170-179.
35. Neves, L. C; (2018). *Manual Pós-Colheita da fruticultura brasileira*. Londrina: Scielo – Eduel; p. 494.

36. Otto, R. F; Morakami, R. K.; Reghin, M. Y; Caires, E. F; (2009). Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogénio durante o verão. Horticultura brasileira, v. 27; p. 217-221.
37. Passos, A. D, (1999). Morango-produção. Embrapa clima temperado. Brasília, p. 81.
38. Pagnan, H. A. (2013). Doenças no morangueiro. Campo e Negócios, Uberlândia, v. 8, n.95, 74-75p.
39. Pereira, M. A. S. Zambolim, L.; (2011). Controlo das doenças causadas por fungos e bactérias em morangueiro. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, v.1, p. 69-140.
40. Petrasch, S.; Knapp, S. J.; Van Kan, J. A.; Blanco-Ulate, B; (2019). Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. Molecular plant pathology, [S.L.], v. 20, n. 6; p. 877-892.
41. Raij, B. Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C; (1996). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico, 100. 2 ed. Campinas. IAC.
42. Radmann, E. B.; Bianchi, V. J.; Oliveira, R. P.; Fachinello; (2006). Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. Horticultura brasileira, Brasília, v.24, n. 1, p.84-87.
43. Reis, A; (2011). Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle. Brasília: Embrapa.
44. Rigon, L.; Corrêa, S.; Reetz, E.; Vencato, A.; Rosa, G. R.; Beling, R. R; (2005). Pequenas frutas. Anuário Brasileiro da Fruticultura, Santa Cruz do Sul, v.1, n.1, p.90-97.
45. Reichert, L. J.; Madail, J. C. M; (2003). Aspectos Socioeconômicos na produção de morango. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.12-15. (Frutas do Brasil, 40).
46. Ribeiro, A.C; Guimarães, P.T.G; Alvarez, V.V.H; (1999). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais; p. 359.

47. Romeiro, R. S; (2005). Indução de Resistência em Plantas a Patógenos. Viçosa: Editora UFV, 45p.
48. Ronque, E.R; (1998). Cultura do morangueiro; revisão e prática. Curitiba: Emater, 206 p.
49. Santos, A. M.; (2007). Nutrição, Calagem E Adubação. Morango: Produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, P.39-45.
50. Sansone, G.; Rezza, I.; Calvente, V.; Benuzzi, D.; Sanz De Tosetti, M.I; (2015). "Control of *Botrytis cinerea* strains resistant to iprodione in apple with rhodotorulic acid and yeasts" *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.35, n.3, p.245-251.
51. Silva DRG, Spechar CR, Marchi G, Soares DA, Cancellier ED, Martins ES; (2014). Rendimento, absorção de nutrientes e eficiência no uso de potássio em arroz fertilizado com brita. *African Journal of Agricultural Research*, p. 455-464.
52. Sutton, J. C., Peng, G; (2005). Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathology*; p. 615–621.
53. Subbarão, K. V., Kabir, Z., Martin, F. N., Koike, S. T. (2015). Management of soilborne diseases in strawberry using vegetable rotations. *Plant Disease*. 91:964-972.
54. Tanaka, M.A.S.; Passos, F.A.; Feitosa, C.T.; Tanaka, R.T; (2002). Efeito da adubação mineral e orgânica do morangueiro sobre a antracnose do rizoma, causada por *Colletotrichum fragariae*. *Summa Phytopathologica*, v.28, n.3, p.236-241.
55. Teilo, M. P; (1969). A fruta, Alimento-Medicamento. *Gazeta do Agricultor*, Abril, vol. 2; P. 98-104.
56. Tofole, J. G, Ferare, J. T, (2015). *Botrytis sp.* Em espécies hortícolas: hospedeiro, sintomas e manejo. *Instituto biológico*. São Paulo, v 73, n 1, p 11-20.
57. Ueno, B.; Costa, H. Doenças Causadas Por Fungos E Bactérias. In: Antunes, L. E. C.; Junior, C. R.; Schwengber, J. E; (2016). *Morangueiro*. Brasília: Embrapa; Cap. 17; p. 413-480.
58. Ueno, B; (2004). Manejo integrado de doenças do morango. In: *Simpósio Nacional do Morango*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 69-77.
59. Vignolo G. K. Et Al; (2016). Origem e Botânica. In: Antunes, L. E. C.; Junior, C. R.; Schwengber, J. E. (Ed.). *Morangueiro*. Brasília: Embrapa, Cap. 02; p. 35-46.

60. Wang, SY e Lin, H.-S; (2013). Atividade antioxidante em frutos e folhas de amora, framboesa e morango varia com a cultivar e o estágio de desenvolvimento; p. 140-146.
61. Williamson, B.; Tudzynski, B.; Tudzynski, P.; Van Kan, J. A. L; (2007). Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease. Molecular Plant Pathology, [S.L.], v. 8, n. 5; p. 561-580.
62. Zambolim, L. (2010). Protecção de Plantas: Manejo Integrado de Doenças de Plantas. Universidade Federal de Viçosa. Coodenadoria de Educação Aberta e a Distância, v2.

## CAPÍTULO II

### Caracterização Morfológica do Fungo que causa o Mofo-cinzento no Morangueiro

#### Resumo

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é uma cultura muito apreciada mundialmente devido as suas qualidades nutritivas. Porém, esta cultura é afectada por inúmeras doenças ao longo de todo o seu ciclo produtivo. O mofo-cinzento, principal doença fúngica que ataca os frutos, principalmente no período pós-colheita, caracteriza-se por causar a podridão cinzenta nos frutos e lesões necróticas em folhas. A caracterização do agente causador do mofo cinzento é um importante passo para aplicação de medidas adequadas de maneio da doença. O presente trabalho teve como objectivo fazer a caracterização morfológica do fungo responsável pelo mofo cinzento no morango. *Botrytis cinerea* foi isolado de plantas infectadas, colectadas em dois (2) distritos na Província de Maputo. A avaliação morfológica baseou-se em testes laboratoriais com o auxílio da lupa e do microscópio óptico. As colónias de fungos obtidos a partir de amostras sintomáticas apresentavam coloração escura, com aspecto esponjoso, aveludado, abundante, características típicas do fungo *Botrytis cinerea*. Mais ainda, as hifas dos isolados obtidos eram asseptadas. Os conídios eram unicelulares, cor castanho-escuros e elipsoidale ou oval.

**Palavras-chave:** Morango (*Fragaria x ananassa* Duch), mofo cinzento, *Botrytis cinerea*.



## 1. Introdução

### 1.1. Enquadramento teórico

O morangueiro pode ser afectado por diversos problemas fitossanitários (Coutinho *et al.*, 2018), principalmente os causados por fungos, os quais comprometem sobremaneira o seu desenvolvimento. O diagnóstico correcto da doença é o primeiro e importante passo para o controlo. Pois, leva a aplicação de medidas adequadas de maneio, minimiza os custos de produção, bem como a redução do uso de pesticidas e aumenta a eficácia das medidas de controlo (Agrios, 2005).

A identificação de espécies de *Botrytis* tem sido largamente baseada em características morfológicas tais como aparência dos micélios, comprimento e largura dos conidióforos, conídios e escleródios, e as espécies são nomeadas de acordo com a associação do hospedeiro (Aktaruzzaman *et al.*, 2017). Segundo Lupatini *et al.*, (2008): "a morfologia é uma característica importante para a identificação e, em muitos casos, pode proporcionar uma rápida e confiável caracterização" (p. 2678). Em geral, a identificação morfológica por microscopia é realizada a partir da observação de estruturas do microrganismo como corpos de frutificação, conídios e os ascósporos (Hunter, 1998).

Neste contexto, o presente capítulo aborda sobre a caracterização morfológica do fungo responsável pelo mofo-cinzento e sua identificação. Este estudo baseou-se em observações feitas no laboratório com auxílio da lupa e do microscópio óptico (Brioso, 2015).

A caracterização morfológica dos isolados de fungos obtidos das amostras de campo foi realizada com o objectivo de comparar as características descritas por diversos autores. A mesma, foi com base nos aspectos do fungo definidos por Dominic *et al.*, (2014) e Cordeiro *et al.*, (2007), que incluem a coloração dos isolados e conídios, a presença e número de apêndices, a forma e cor dos conídios. Os isolados foram obtidos de folhas sintomáticas, onde pequenos

fragmentos do tecido doente foram cultivadas em meio PDA. Para descrição e identificação das estruturas fúngicas foram utilizadas chaves taxonômicas.

### **1.3. Objectivos**

#### **Geral:**

Caracterizar morfológicamente o fungo associado ao mofo cinzento do morangueiro

#### **Específicos:**

- Isolar o fungo associado aos sintomas do mofo cinzento do morangueiro
- Fazer a descrição morfológica do fungo isolado associado aos sintomas do mofo cinzento no morangueiro

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Isolamento do fungo associado aos sintomas do mofo-cinzento no morangueiro**

As amostras de folhas (Figura 3 A e B) e de frutos de morango foram colectadas nos campos de produção de morangueiro na Província de Maputo nos Distrito de Namaacha (na quinta Lardaz) e Boane (na Quinta das abelhas e na Estação Agrária de Umbelúzi). As amostras foram colhidas em plantas sintomáticas e de seguida colocadas e acondicionadas em sacos individuais de papel, codificadas e transferidas para o laboratório numa caixa térmica, segundo o método descrito por Latorre (2002).

As folhas com sintomas típicos da doença, as quais foram lavadas com água corrente para a retirada de impurezas e em seguida cortadas em pequenos fragmentos com a ajuda do bisturi e da pinça. A posterior, foi feita a desinfecção dos fragmentos numa solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 30 segundos e seguido de imersão em água destilada e esterilizada. A imersão em

água foi repetida três vezes para remover o excesso de desinfectante (Lima *et al.*, 2013; Serra e Coelho, 2007).

Após a desinfecção, os fragmentos de folhas (de secção de cerca de 1 cm<sup>2</sup>) foram dispostos sobre papel de filtro esterilizado para secagem, e com auxílio de uma pinça previamente esterilizada, foram transferidos para placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro (Figura 3C), contendo aproximadamente 40 ml do meio PDA. As placas de Petri foram seladas com parafilm e incubadas a temperatura ambiente (Dominic *et al.*, 2014; Cordeiro *et al.*, 2007).

Para o isolamento do fungo foi usado, o meio de cultura de batata-dextrose-agar (Potato dextrose agar, PDA). Este meio foi preparado num balão Erlenmeyer de 1L, onde dissolveu-se 15.6 g PDA em 400 ml de água destilada. O balão Erlenmeyer foi tapado com algodão e papel de alumínio e colocado no microonda (Samsung, Digital, Tailândia) para a homogeneização e, depois, para autoclave (CALMIC, CISA, POMEZIA, Roma, Itália) para esterilização à 121°C por 45 minutos (Majune *et al.*, 2019). No final, retirou-se o balão da autoclave e despersou-se o meio em placas de Petri esterilizada, tendo este solidificado depois de arrefecer. As placas de Petri com PDA foram conservadas no frigorífico a temperatura de 5 - 6°C (Fernandez, 1993). O procedimento foi realizado num fluxo laminar (PCR Cabinet, ESCO, ISOCIDE™, EUA) em condições assépticas. Para o efeito, a superfície interna do fluxo laminar foi limpa com algodão embebido em álcool a 90% e as mãos foram limpas e desinfectadas com álcool. Todos os utensílios usados (bisturis, pinças e agulhas) foram imersas em álcool e passadas em chama (flambadas) para evitar a contaminação por microrganismos (Fernandez *et al.*, 1993).

Após 48 h de incubação, foram retirados discos de micélios das extremidades dos isolados desenvolvidas no meio para produção de culturas puras. Para tal, utilizou-se agulha estéril e transferiu-se os discos para novas placas de Petri de 9,0 cm, contendo o meio de PDA (Figueirêdo, 2005). Estas placas foram incubadas por um período de sete dias nas condições acima descritas (Dominic *et al.*, 2014; Majune *et al.*, 2019).

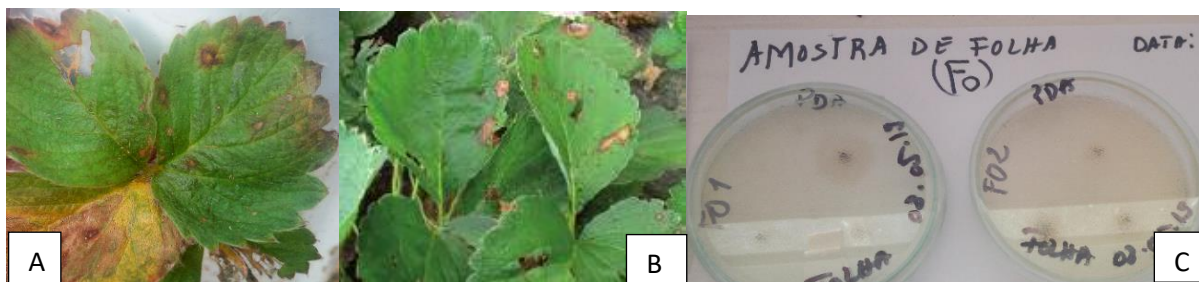


Figura 4. Imagem das amostras e placas usadas no isolamento do fungo responsável pelo mofo cinzento no morango (A) e (B) Amostra de folhas de morango com lesões. (C) Placas de Petri seladas contendo fragmentos de folhas provenientes de material infectado.

Depois de obtidas as culturas puras, foi feita observação a olho nú e com o auxílio de um microscópio composto, com aumento de 40x para comparar as suas características com aquelas descritas na literatura de Mathur (2003). A partir das culturas puras, foram feitas replicações em placas de Petri e em tubos de ensaio contendo o meio PDA (Figura 4). Essas culturas replicadas foram preservadas num refrigerador a 4° C para posteriores estudos.



Figura 5. Cultivo do fungo isolado das amostras sintomáticas

(A) cultivo do fungo na placa de Petri. (B) Isolado fúngico em tubos inclinados.

Isolados do fungo foram também obtidos a partir de esporulação induzida através da técnica de câmara húmida (Figura 5). Este método consistiu em colocar frutos de morango na placa de Petri, contendo papel de filtro humedecido com água destilada. Este procedimento criou condições de humidade no interior da placa de Petri, estimulando deste modo o crescimento das

estruturas do fungo presentes nos frutos (Tanaka *et al.*, 1995). O período de acondicionamento dos frutos dentro da câmara húmida foi de 48 horas.



Figura 6. Frutos de morango, em câmara húmida, cobertos de uma densa camada de micélio acinzentada

Após a indução da esporulação, as estruturas fúngicas desenvolvidas nos frutos foram observadas através do microscópio estereoscópico e posteriormente no microscópio composto (Dominic *et al.*, 2014).

## **2.2. Descrição morfológica dos isolados de fungos associados aos sintomas do mofo-cinzento do morangueiro**

A descrição morfológica do isolado foi realizada a partir da observação de estruturas do microrganismo como corpos de frutificação, conídios e os ascósporos (Dominic *et al.*, 2014; Majune *et al.*, 2019).

## **2.3. Resultados e Discussão**

### **2.3.1. Descrição morfológica do fungo que causa o mofo-cinzento no morango**

A cultura pura do isolado obtido a partir de folhas e frutos com sintomas de mofo-cinzento, mostrou-se ser homogêneo quanto à coloração, aspecto do isolado em meio PDA e crescimento

micelial da colônia. O aspecto da colônia de 7 dias, cultivada em meio PDA, com fotoperíodo de 12 horas, foi inicialmente branca (Figura 6A) e, tornando-se castanho acinzentado escuro (Figura 6B). Os esporos são unicelulares, castanhos de forma ovoide e com hifas aceptadas (figura 7).

Desta forma, os resultados apresentados estão de acordo com os relatados na literatura (Aktaruzzaman *et al.*, 2017). Os resultados do presente estudo, trazem evidência clara da ocorrência deste agente causador da doença do mofo-cinzento no país. Isto significa que, quando se pensar em estabelecer pomares de morangueiro, deve-se ter em conta, a ocorrência da doença e implementar boas práticas para o seu manejo. Apesar das amostras terem sido colhidas apenas na região sul do país, é provável que a doença ocorra em todo país. Assim sendo, é recomendável que seja feito um levantamento da doença noutras regiões do País.

Para além do experimento relatado nesse estudo, observou-se que o patógeno isolado deste trabalho coloniza a placa de Petri no intervalo de 5 a 7 dias, nas temperaturas 25°C, com fotoperíodo de 12 h. Matei *et al.*, (2010) também observaram esse intervalo no estudo realizado com *Botrytis cinerea* isolado do solo e de infecção em fruto de morango, cultivados a 25°C, no escuro. Os resultados do estudo, aliados aos dos outros, mostram claramente que, estas são as condições ideais para o desenvolvimento deste patógeno.

As características descritas são similares às do isolado *Botrytis cinerea* e conídios de *Botrytis* sp., da família Botryosphaeriaceae, isolado na cultura de videira (Garrido e Gava, 2014). Nesta cultura, os fungos causam a doença de podridão descendente, necroses nas folhas e morte da planta (Garrido e Gava, 2014). No Brasil, o fungo *Botrytis* sp. foi isolado na cultura de tomateiro com sintomas de necroses e morte das folhas com o tempo (Coutinho *et al.*, 2018).

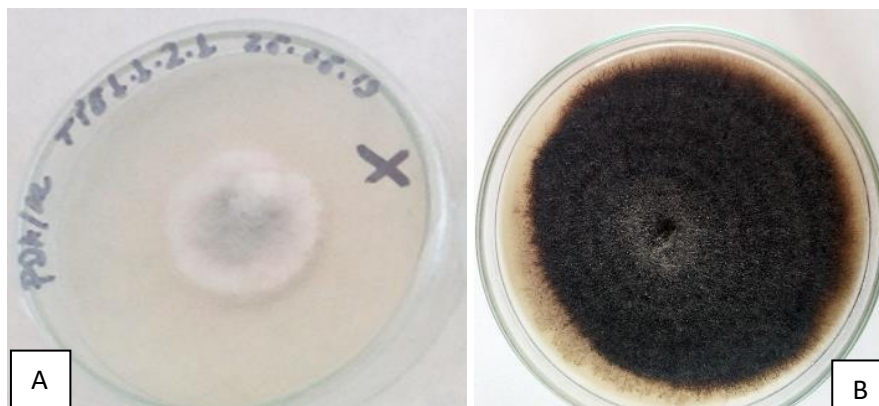


Figura 7. Cultura pura do isolado

(A) Aspecto da colónia inicialmente branca (B) Aspecto da colónia tornando-se castanha cinzenta-escura

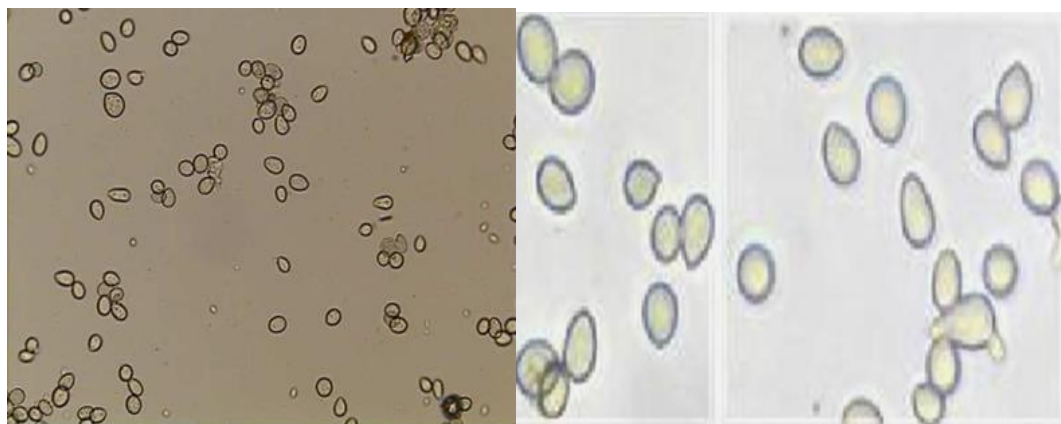


Figura 8. Estruturas observadas no microscópio óptico na ampliação de 40X. Esporos unicelulares, curtos com parte central elipsoide ou ovoide, asseptados

#### **2.4.1. Conclusões**

Considerando os resultados de identificação morfológica, conclui-se que o fitopatógeno isolado neste estudo pertencente à espécie *Botrytis cinerea*. Contudo, este estudo servirá de base para avaliações pertinentes ao interesse de pesquisa.

#### **2.4.2. Recomendações**

Os resultados deste estudo sobre a caracterização morfológica do agente causal do mofo-cinzento sugerem a necessidade de realização de um estudo mais abrangente de caracterização da diversidade morfológica, patogénica e genética da *Botrytis cinérea*, agente causal do mofo cinzento, com amostras de todos os locais com potencial produtivo do morangueiro. Assim, o estudo incluiria a caracterização morfológica com parâmetros adicionais, como diâmetro, comprimento assim como a caracterização molecular.



## 2.5. Referências Bibliográficas

1. Aktaruzzaman, M; Pinheiro O; (2017). Identification of *Botrytis cinerea*, the cause of post-harvest gray mold on broccoli in Korea. *Research in Plant Disease*, the Korean Society of Plant Pathology, v. 23, n. 4, p. 372–378.
2. Agrios, G. N; (2005). Plant diseases caused by fungi. In: *Plant Pathology*. 5. ed. San
3. Brioso, H.; (2015). Die ätiologie der milzbrand-krankheit, begründet auf die entwicklungsgeschichte des bacillus anthracis. Robert Koch-Institut.
4. Cordeiro, A. B; Gonçalves, J. S; Lopes da Silva, M. R.; Marçal, V. V. M. e Leite Júnior, R. P; (2007). Caracterização morfológica e cultural de isolados de *Colletotrichum* spp. Obtidos de Cafeeiros no estado do paraná. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.
5. Dominic, M.; Makobe M.; Agboton B.; Shomari S. e Tiedemann A; (2014). Biology and Infection Mechanisms of *Cryptosporiopsis* spp Fungus Causing Blight Disease on Cashew (*Anacardium Occidentale* L.). *Journal of Plant Sciences*, 2 (6). Pp. 266-275.
6. Fernandez, M. R; (1993). Manual para laboratório de fitopatologia. Passo. Fundo: Embrapa-CNPT. P. 128.
7. Figueirêdo, L. C. (2005). Análise da Variabilidade Genética de Isolados de *Colletotrichum Gloeosporiodes* de Cajueiro (*Anacardium Occidentale* L.) Utilizando Marcadores Moleculares e Teste de Patogenicidade. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Micologia, Recife-PE.
8. Garrido, B; Gava, J. L. O; (2014). Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul, RS: Educs, 638 p.
9. Hunter, B. B; (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. [S.l.]: Amer Phytopathological Society, 4th ed., 240 p.
10. Latorre, B. A; Rioja, M. E; Lillo, C; (2002). Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección produzida por *Botrytis cinerea* em flores y bayas de uva de mesa. *Ciência e Investigacion Agrária, SciELO*, v. 29, n. 3, p. 145 – 151.

11. Lima, C. P. d. Edi, O; (2013). Efeito alelopático e toxicidade frente à *Artemia salina* leach dos extratos do fruto de *Euterpe edulis martius*. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 2, p. 331–336.
12. Lupatini, M.; Mello, A. H; Antonioli, Z. I; (2008). Caracterização do ADN ribossômico do isolado de *Sclerotinia UFSMSc1* de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex- maiden. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2677 – 2682.
13. Matei, G. Barbosa Q; (2010). Morphologic and enzymatic characterization of two *Botrytis cinerea* strains isolated from soil and strawberry plants. *Lucrari Stiintifice, Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara lasi*, v. 53, n. 3, p. 178–181.
14. Majune D. J.; Masawe P. A. L.; Kafiriti E. e Mbega E. R. (2019). Detection and characterization of cashew leaf and nut blight disease in the Eastern and the Southern Zones of Tanzânia. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, Vol. 7(2), pp. 36-44.
15. Serra, I. M. R. S. e Coelho, R. S. B; (2007). Mancha de *Pestalotiopsis* em helicônia: caracterização da doença e potenciais fontes de resistência. *Fitopatologia brasileira* 32. Pp. 44-49.
16. Tanaka, M. A. S; Ito, M. F. e Passos F. A. (1995). Patogenicidade de *Rhizoctonia Solani* em Morangueiro. *Fitopatologia III. Brangatia, Campinas*. 54 (2). Pp 316-324.

### CAPÍTULO III

#### **Avaliação do Efeito da Adubação de Cobertura com Potássio na Severidade do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) e no Rendimento do Morangueiro**

##### **Resumo**

A pesquisa agronómica tem buscado amenizar os custos de produção e o impacto da agricultura no meio ambiente usando, para isso, produtos menos poluentes e de baixo custo para o agricultor. Neste sentido, o uso de Potássio pode constituir em uma alternativa importante para o manejo de pragas e doenças, com reflexos positivos para o aumento da produtividade do morango. A presente pesquisa teve como objectivo avaliar o efeito da adubação de cobertura com potássio na intensidade do mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) e no rendimento do morangueiro. O ensaio foi instalado na Estação Agrária de Umbelúzi. O delineamento usado foi o de blocos completos casualizados, em esquema factorial 4x2x2, nomeadamente (4) níveis de potássio (0, 50, 100 e 150Kg/ha), dois (2) níveis de fungicida difenoconazol e dois (2) níveis de inóculo (sem e com). Neste ensaio foram avaliados a incidência, severidade, área abaixo da curva de progressão de doença e o rendimento. Por meio deste estudo verificou-se que a incidência, severidade, e progressão de doença foi maior em parcelas adubados com 150 kg de potássio e menor em parcelas adubados com 50 e 100 kg de potássio. O rendimento foi menor em parcelas não adubados com potássio.

Palavras-chave: Mofo cinzento, *Botrytis cinerea*, incidência, severidade, potássio

## 1. Introdução

Comumente, no manejo de doenças fúngicas das plantas tem sido utilizado fungicidas. Embora este método diminua a severidade das doenças, a complexidade de raças dos patógenos causa a resistência dos mesmos aos fungicidas (Datnoff *et al.*, 1991). Neste contexto, surge a necessidade de busca de alternativas mais sustentáveis de controlo de doenças. Nas últimas décadas, um dos métodos que tem sido explorado é a aplicação equilibrada de alguns nutrientes que têm sido associados à melhoria da resistência das plantas às doenças. Um desses nutrientes, amplamente estudado, é o potássio (Datnoff, *et al.*, 1991). Filho (2006) reportou que a inclusão da adubação com potássio, no manejo nutricional das plantas, contribui para culturas mais saudáveis, resistentes à doenças e mais produtivas.

O potássio combinado com outros métodos tem também sido explorado no controlo às doenças das plantas. Filgueira (2003) demonstrou a influência de potássio e dos fungicidas no controlo do mofo cinzento. Dada a pouca disponibilidade de literatura a respeito do papel do potássio em condições de campo na cultura do morangueiro, no presente trabalho foi avaliado o efeito da adubação de cobertura com potássio ( $K_2SO_4$ ) na intensidade do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e no rendimento do morangueiro.

### 1.2. Objectivos:

#### **Objectivo Geral:**

Avaliar o efeito da adubação de cobertura com potássio na intensidade do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e no rendimento do morangueiro.

#### **Objectivos específicos:**

- Determinar o efeito do potássio na severidade do mofo-cinzento no morangueiro.
- Determinar o efeito do potássio no rendimento do morangueiro.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi conduzido na Estação Agrária de Umbeluzi (EAU), que se localiza na bacia do Umbeluzi no distrito de Boane, Província de Maputo. A bacia do Umbeluzi possui um clima sub-húmido e é caracterizado por deficiência de chuvas na estação fria; temperatura média anual de 23,7°C (onde junho e julho são os meses mais frios e o janeiro e fevereiro os mais quentes) e amplitude térmica anual é de 8,8°C (Mae, 2005). A humidade relativa média anual de 80,5% e a precipitação média anual é de 752 mm, variando entre os valores médios de 563,6 mm para o período húmido e os 43,6 mm no período seco. O período húmido estende-se de Novembro a Março e o período seco de Abril a Outubro. Os solos de Boane são de textura predominantemente aluvionares, escuros e com bom potencial agrícola e pecuário (Mae, 2005).

### **2.2 Materiais usados**

#### **2.2.1 Descrição da variedade usada no ensaio**

Neste ensaio foi usada a variedade Camarosa, desenvolvida em 1993 pela Universidade da Califórnia (EUA), de dias curtos, planta vigorosa, com folhas grandes de coloração verde-escura; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Os frutos são de tamanho grande, epiderme vermelho-escura; polpa de textura firme e de coloração interna vermelho-brilhante; sabor subácido, próprio para consumo in natura e para industrialização. Entretanto, ela é susceptível à mancha foliar, à antracnose (*C. fragariae* e *C. acutatum*) e ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) (Oliveira, 2011). Em Moçambique, esta variedade é produzida pela maioria dos produtores de morango e as mudas são adquirida na vizinha África de Sul. O peso médio do fruto é de 28.6g, com rendimento médio entre 18 e 20 t/ha. (Bernardi *et al.*, 2005).

### **2.2.2. Descrição do fungicida usado no ensaio**

O Score 250 EC é um fungicida sistémico do grupo dos triazóis com acção preventiva e curativa. A sua formulação é um concentrado emulsionável e da classe toxicológica III (ligeiramente tóxico), contém 25% da substância activa (difenoconazol) e 75% de substâncias inertes. Este produto, é inibidor de desmetilação do C14, de risco médio e sem resistência cruzada (MINAG, 2015). Os fungicidas triazóis podem actuar como protectores ou curativos. Apresentam elevada fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais, com acção curativa. Como protectores, estes fungicidas apresentam acção tóxica sobre a germinação de esporos, a formação do tubo germinativo e na formação do apressório. Na acção curativa o desenvolvimento do haustório e/ou o crescimento micelial no interior dos tecidos do hospedeiro são inibidos pela presença do fungicida (Rodrigues, 2006).

### **2.2.3. Descrição do adubo usado no ensaio**

O sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ) apresenta de 50 a 52% de potássio (K<sub>2</sub>O) e 17 a 18% de enxofre (S), solúveis em água e índice salino de 46 (Malavolta *et al.*, 2002) e é um dos adubos mais importantes para o desenvolvimento da planta, gerando resistência contra pragas e doenças, estiagem prolongada e geada, proporcionando crescimento normal e sadio. A vantagem de se utilizar o  $K_2SO_4$  como forma de adubo potássico é o de apresentar menor índice salino entre os fertilizantes potássicos comumente utilizados, e também pode ser mais vantajoso quando o potássio precisa ser aplicado tardiamente, logo após a sementeira ou tranplante (Silva, 2011).

Potássio (K) actua como activador enzimático de processos responsáveis pela síntese e degradação de compostos orgânicos e participa no processo de abertura e fechamento dos estômas, síntese de proteína, composição da parede celular e balanço entre cátions e ânions (Malavolta, 2006). A presença de potássio em níveis adequados proporciona maior rigidez aos tecidos, decorrente do aumento da espessura da cutícula e da parede celular, dificultando a penetração e o progresso da infecção (Perrenoud, 1990). O potássio é capaz de conferir maior

resistência aos tecidos, actuar na redução do potencial de inóculo e promover a rápida recuperação de Planta atacada (Malavolta, 2006).

### 2.3. Características do solo

Antes da instalação do ensaio, foram colectadas, aleatoriamente, cinco (5) amostras de solo nas camadas de 0 a 20cm de profundidade e realizadas as análises químicas do solo no laboratório do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, cujos resultados constam na tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Resultados das análises de solo

Profundidade	pH	CE	CEe	M.O.	N	P	Na+	Ca2+	Mg2+	K+
(cm)	[-]	(mS/Cm)	(mS/Cm)	(%)	(%)	(mg/dm <sup>3</sup> )	(meq/100 g solo)			(mg/dm <sup>3</sup> )
0-20	6,98	0,142	0,71	2,68	0,17	1,08	20,80	12,80	0,52	70,20
	<b>Granulometria (%) / Textura (%)</b>									
	Argila			Limo			Areia			
	65			29,5			5,5			

Fonte. A autora

Segundo Wit, *et al.*, (2001), o valor de pH enquadra-se na classe de solo muito ligeiramente ácido. Este valor de pH é favorável para a disponibilidade de nutrientes tais como nitrogénio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, embora possa limitar a absorção do potássio devido a elevados teores de cálcio e magnésio presentes no solo. O teor de nitrogénio assimilável foi médio e teores de potássio e fósforo assimilável foram baixo e muito baixo respectivamente, indicando que resposta positiva à adubação potássica é de esperar neste solo. Os teores de cálcio e magnésio foram altos e de potássio foi baixo, portanto adubações potássicas são necessárias para obtenção de bons rendimentos e bom balanço de nutrientes no solo.

### 2.4. Delineamento experimental

O delineamento usado no ensaio foi o de blocos completos casualizados em esquema factorial (4x2x2), sendo o factor adubação com potássio de 4 níveis, o factor fungicida de 2 níveis e

inóculo também com 2 níveis e com quatro repetições. Cada tratamento (Tabela 3) foi composto por quatro repetições, totalizando 64 parcelas. Os três factores foram os seguintes:

Fator 1 (Adubação com potássio): P0; P1; P2; P3

Fator 2 (Fungicida): F0 e F1

Fator 3 (Inoculação): I0 e I1

Tabela 3. Tratamentos aplicados no ensaio

Fungicida	Inóculo	Níveis de Potássio			
		P0	P50	P100	P150
F0	I0	POF0I0	P50F0I0	P100F0I0	P150F0I0
	I1	POF0I1	P50F0I1	P100F0I1	P150F0I1
F1	I0	POF1I0	P50F1I0	P100F1I0	P150F1I0
	I1	POF1I1	P50F1I1	P100F1I1	P150F1I1

F – Fungicida; I – inóculo; p – Potássio

## 2.5. Modelo estatístico

A análise estatística baseou-se no seguinte modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \delta_{ijk} + \text{blk} + \epsilon_{ijkl}$$

Sendo,

$Y_{ijk}$  - Resposta observada no bloco  $i$  que recebeu o nível  $i$  do adubo potássio, nível  $k$  do fungicida  $j$  e inóculo  $k$ .

$\mu$  - Média geral;

$\alpha_j$  - Efeito do nível  $i$  do factor adubação com potássio;



$\beta_j$  – Efeito do nível j do factor fungicida;

$\gamma_k$ – Efeito do nível k do factor inóculo;

$(\alpha\beta)_{ij}$ - Efeito da interacção entre os factores adubação com potássio e fungicida;

$(\alpha\gamma)_{ik}$ - Efeito da interacção entre os factores adubação com potássio e inóculo;

$(\beta\gamma)_{jk}$ - Efeito da interacção entre os factores fungicida e inóculo;

$\delta_{ijk}$ - Efeito da interacção entre os factores adubação, fungicida e inóculo;

blk- Efeito do bloco l;

eijkl- Erro experimental em cada parcela;

## **2.6. Práticas culturais**

### **2.6.1. Preparação do solo**

A preparação do solo consistiu numa lavoura usando charrua, seguida de duas gradagens cruzadas. Os canteiros foram preparados por via de uma encaterradora seguido do parcelamento do campo feito com auxílio de estacas e cordas.

### **2.6.2. Adubação do solo**

Foram aplicados 2,56 kg de NPK (12:24:12) como adubação de fundo em todas parcelas. A adubação de cobertura foi feita usando-se o potássio em quatro níveis, respectivamente: 0kg/ha, 50kg/ha, 100Kg/ha e 150Kg/ha a primeiros 30 dias depois do transplante a segunda 60 dias e a terceira aos 90 dias obedecendo ao esquema do layout no anexo 1.

### **2.6.3. Transplante**

O transplante do morangueiro foi feito num compasso de 30 cm entre as plantas e 30 cm entre as linhas com uma taxa de 20 plantas/parcela. O transplante foi manual, com uso de enxada, obedecendo-se uma sequência por ordem de blocos.

### **2.6.4. Rega**

O fornecimento de água foi usando o sistema de rega gota a gota. Fez-se quatro vezes por semana nos primeiros 20 dias depois do transplante (ddt), três vezes por semana dos 20 aos 40 ddt, e duas vezes por semana após os 60 ddt com o início das colheitas até a última colheita que foi feita aos 160 dias.

### **2.6.5. Controlo de infestantes**

O ensaio foi mantido livre de infestantes, principalmente nas fases de floração e da iniciação da maturação dos frutos, através de sachas e mondas.

### **2.6.6. Colheita**

A colheita foi manual. A primeira foi feita aos 100 dias depois do transplante e a última aos 150 dias depois do transplante.

## **2.3.7. Preparação da suspensão do inóculo e inoculação das plantas**

### **2.3.7.1. Preparação da suspensão do inóculo**

A preparação da suspensão do inóculo obedeceu os procedimentos modificados de Fernandez (1993), Carollo e Santos Filho (2016) conforme descrito a seguir:

1. Colocou-se 10 ml de água destilada na placa com cultura pura de cada isolado, 10 dias depois da repicagem;
2. Raspou-se a superfície do micélio sem tocar no meio de cultura;

3. Retirou-se toda água contida na placa, para um copo (cada isolado em seu copo);
4. Filtrou-se a suspensão com gaze, para retenção dos fragmentos miceliais e detritos do meio de cultura;

Depois de filtrar a suspensão padronizou-se a suspensão em  $10^6$  esporos/ml (Majune *et al.*, 2019), depositando uma pequena gota da suspensão homogeneizada na câmara de contagem do Hemacitômetro de Neubauer (Carollo e Santos Filho, 2016).

Respeitando todos os princípios de assepsia recomendados, colocou-se a lamela sobre a área demarcada na câmara de contagem, homogeneizou-se bem a suspensão do inóculo de cada isolado e retirou-se uma alíquota de 0,5 ml com a pipeta, encostando a ponta na borda da lamela preencheu-se, cuidadosamente a câmara de contagem. Deixou-se as células sedimentarem por 2 minutos e de seguida, focalizou-se a área demarcada da câmara de contagem (1, 2, 3 e 4) com a objectiva de menor ampliação, contou-se as células nas 4 áreas e dividiu-se o valor por 4 para obter a média (Carollo e Santos Filho, 2016).

Como a suspensão não foi diluída, o número de células/ml foi igual à média das áreas contadas multiplicada por 10.000 (factor de correcção) visto que na câmara de Neubauer obtém-se, o número de células por 0,1 mm<sup>3</sup>, no entanto, multiplicou-se por 10 perfazendo neste caso 10.000 (Fernandez, 1993). Assim, o número de células/ml é dado pela equação 1.

$$\text{n}^\circ \text{ de } \frac{\text{células}}{\text{ml}} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de células}}{\text{n}^\circ \text{ de quadrantes de células contadas}} \times \text{factor de diluição} \times 10.000 \quad (1)$$

A concentração da suspensão de esporos foi ajustada em água esterilizada e destilada até à obtenção da concentração de  $10^6$  esporos/ml, utilizando-se a equação 2 (Carollo e Santos Filho, 2016; Fernandez, 1993).

$$C1 * V1 = C2 * V2 \quad (2)$$

Onde:

C1 = concentração inicial de esporos obtidos a partir da contagem na câmara de Neubauer;

V1 = volume inicial da suspensão de esporos;

C2 = concentração desejada de esporos;

V2 = volume final com a concentração desejada.

Em relação à combinação entre os isolados depois de obtido o volume foram retiradas quantidades iguais (5 ml) de cada e misturadas em função da combinação desejada.

### **2.3.7.2. Inoculação**

A suspensão do inóculo foi aplicada aos 21 dias após o transplante, quando as plantas apresentaram dois pares de folhas verdadeiras, na concentração de  $10^6$  conídios /ml (Carollo e Santos Filho, 2016; Majune *et al.*, 2019). As plantas foram inoculadas com a suspensão a uma distância de 4 a 6 cm, separada entre o pulverizador e as folhas. As folhas foram pulverizadas em ambas as partes, páginas inferiores e superiores.

### **2.3.7.3. Aplicação do fungicida**

Foram realizadas oito pulverizações (8 aplicações) no Intervalo de 7 em 7 dias a uma dose de 16 ml /16l /H<sub>2</sub>O /há de Difenconazol. A primeira pulverização foi realizada aos 30 - 35 dias depois do transplante e as restantes ao longo do ciclo da cultura que foi caracterizado por vários ciclos de períodos de floração e frutificação.

### **2.3.8. Variáveis avaliadas**

Os parâmetros avaliados foram: incidência e severidade do mofo-cinzento no morangueiro, área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) e Rendimento do morangueiro.

#### **2.3.8.1. Incidência do mofo-cinzento no morangueiro**

A incidência da doença foi avaliada aos 10, 25 e 35 dias nas folhas e aos 60, 80 e 100 dias nos frutos depois da inoculação e por meio de observação aleatória de 6 plantas na área útil de cada

tratamento tendo como base de análise as duas últimas observações (35 e 100 dias). Para tal usou-se a fórmula seguinte:

$$I = \frac{(\text{Número de plantas atacadas})}{N} * 100 \quad \square \quad (\text{Francisco, 2013})$$

Onde:

I = Incidência de mofo cinzento (%)

N = Número total de plantas observadas por parcela

Posteriormente, foram construídas tabelas mostrando a relação entre as doses de potássio com a incidência da doença.

### **2.3.8.2. Severidade do mofo-cinzento no morangueiro**

A severidade foi considerada segundo o grau de infecção da planta pelo mofo cinzento. Foi usada a fórmula abaixo e as escalas representadas respectivamente.

$$S = \frac{\sum(X * Fr)}{N * GM} * 100$$

(Mckinney, 1923 Apud Michereff, 2001)

em que:

S = Severidade;

X = Grau de cada planta/fruto observada(o);

Fr = Frequência de cada grau de severidade observado;

N = Número total de plantas/frutos observadas(os);

GM= Grau máximo da escala observado

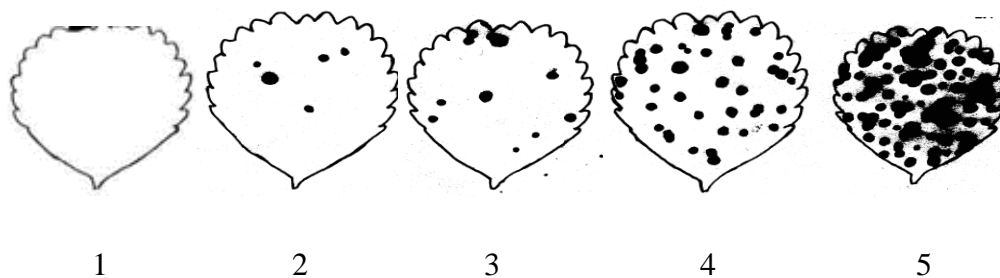


Figura 9. Escala diagramática da severidade do mofo-cinzento causado por *Botrytis cinerea* nas folhas

Sendo, (1) Planta sem sintomas. (2) Aparecimento de manchas nas folhas. (3) Formação de lesões circulares sobre as folhas. (4) Agrupamento da lesão sobre a superfície das folhas. (5) Lesão agravado atingindo toda a superfície das folhas (Bergamim Filho e Amorim,1996).

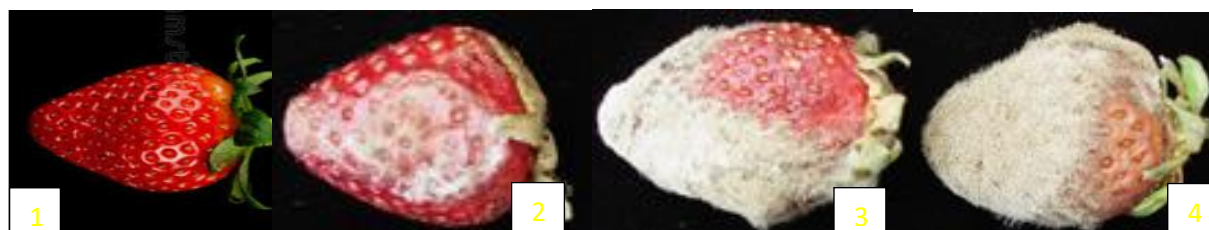


Figura 10. Escala diagramática da severidade do mofo-cinzento causado por *botrytis cinerea* nos frutos

Sendo, (1) Fruto sem sintoma. (2) Surgimento de manchas castanhas descoloridas. (3) Aparecimento de cobertura característico de mofo cinzento. (4) Expansão do mofo cinzento até tomar todo fruto

(Tõfoli *et al.*, 2011.)

### 2.3.8.3. Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD)

A área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) expressa o progresso da severidade da doença a partir de números de vezes em que a severidade foi avaliada, tomando em consideração a duração do tempo da doença (Agris, 2005).

Este foi um dos parâmetros usado para a valiação, pois dá a informação do progresso da doença ao longo do tempo.

#### 2.3.8.4. Avaliação do efeito do potássio no rendimento do morango

Devido a maturação faseada desta cultura, o rendimento do morango foi obtido através da soma da produção parcial nas várias colheitas efectuadas para o mesmo transplante, tendo sido, posteriormente, transformada em toneladas por hectare. A percentagem das perdas de morango foi determinada em função de peso de frutos não comercializáveis.

**Rendimento Total:** refere-se ao total de frutos colhidas (comerciais e não comerciais).

$$RT = \frac{PT}{Area\ útil} * 10^4 m^2$$

Onde:

RT = rendimento total (kg)

PT = produção total (kg)

#### 2.3.9. Análise estatística dos dados

Para a análise estatística, os dados de campo foram digitalizados no programa MS EXCEL 2007 e, de seguida, exportados para o pacote estatístico SISVAR v.5.7. Antes da análise de variância (ANOVA) de cada variável, foram verificados os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett).

A comparação de médias entre os tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente para as variáveis em que apresentaram variâncias significativas. Neste ensaio fez-se a comparação parcial dos factores e da interacção entre os factores observados no ensaio.

## **2.4. Resultados e Discussão**

### **2.4.1. Efeito do potássio na severidade do mofo-cinzento no morangueiro.**

No estudo realizado a interacção entre o potássio, fungicida e inóculo demonstrou efeito significativo para os diferentes parâmetros nomeadamente: incidência e severidade do mofo cinzento, área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) e rendimento. Contudo, o factor inóculo, incluindo as interacções potássio x inóculo, fungicida x inóculo e potássio x fungicida x inóculo, não tiveram efeito significativo no parâmetro severidade na planta.

#### **2.4.1.1. Evolução do mofo-cinzento ao longo do tempo**

A doença teve o seu pico aos 35 dias depois da inoculação na planta com base nos resultados de severidade durante o desenvolvimento da cultura. E as observações feitas em relação à progressão da doença, mostram que a evolução da doença variou entre os tratamentos.

Na interacção Potássio x Fungicida nas observações feitas nas plantas, a evolução da doença em tratamentos com doses de 150 e 50 kg/ha de potássio e com e sem aplicação de fungicida, a quantidade de doença foi maior, e em tratamentos com dose de 100 kg/ha de potássio e com e sem aplicação de fungicida, a quantidade de doença foi menor (Figura 10). Estes factos sustentam que o potássio pode ter influenciado na redução da progressão da doença por unidade de tempo.

Nas observações feitas nos frutos aos 100 dias depois da inoculação durante a maturação dos frutos a evolução da doença em tratamentos com dose de 100 kg/ha de potássio também foi abaixo o que indica, mais uma vez, que o potássio teve efeito na redução da progressão da doença (Figura 11). Por outro lado, a curva da doença em tratamentos com doses de 150 e 50 kg/ha de potássio foi maior.



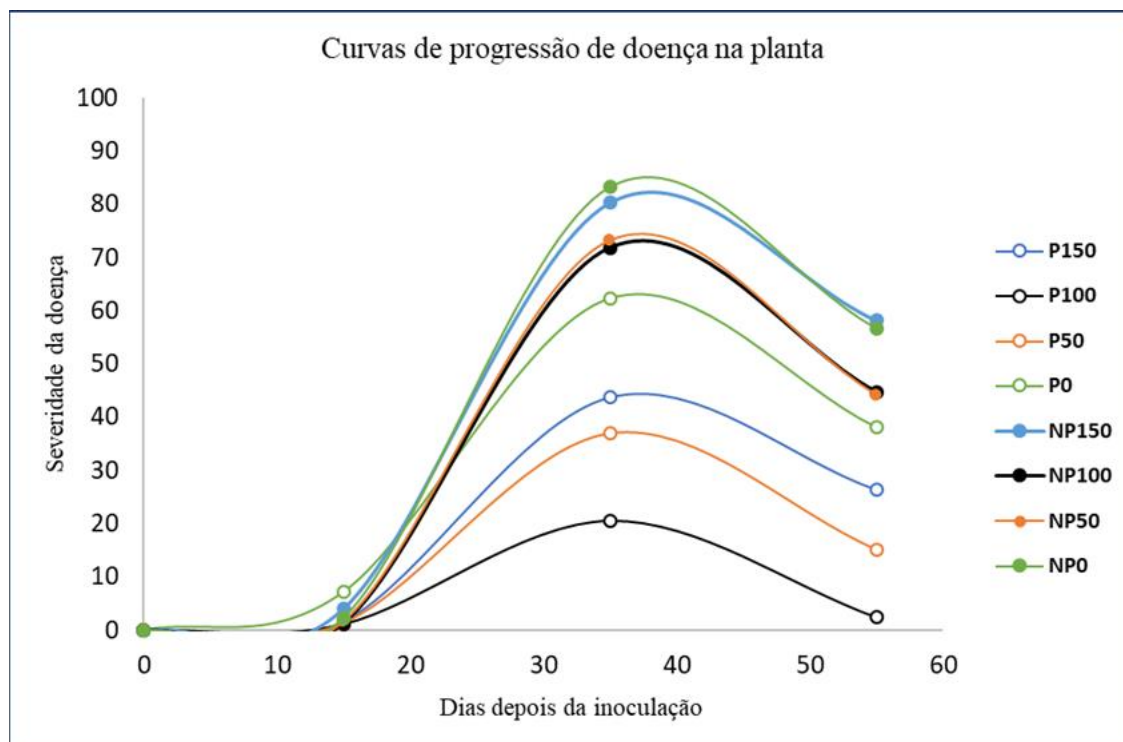


Figura 11. Área abaixo da curva de progressão de doença nas plantas (AACPD)

(P100) Pulverizado e com dose 100 de potássio. (P50) Pulverizado e com dose 50 de potássio. (P0) Pulverizado e com dose 0 de potássio (P150) Pulverizado e com dose 150 de potássio. (NP150) Não pulverizado e com dose 150 de potássio. (NP100) Não pulverizado e com dose 100 de potássio. (NP50) Não pulverizado e com dose 50 de potássio. (NP0) Não pulverizado e com dose 0 de potássio

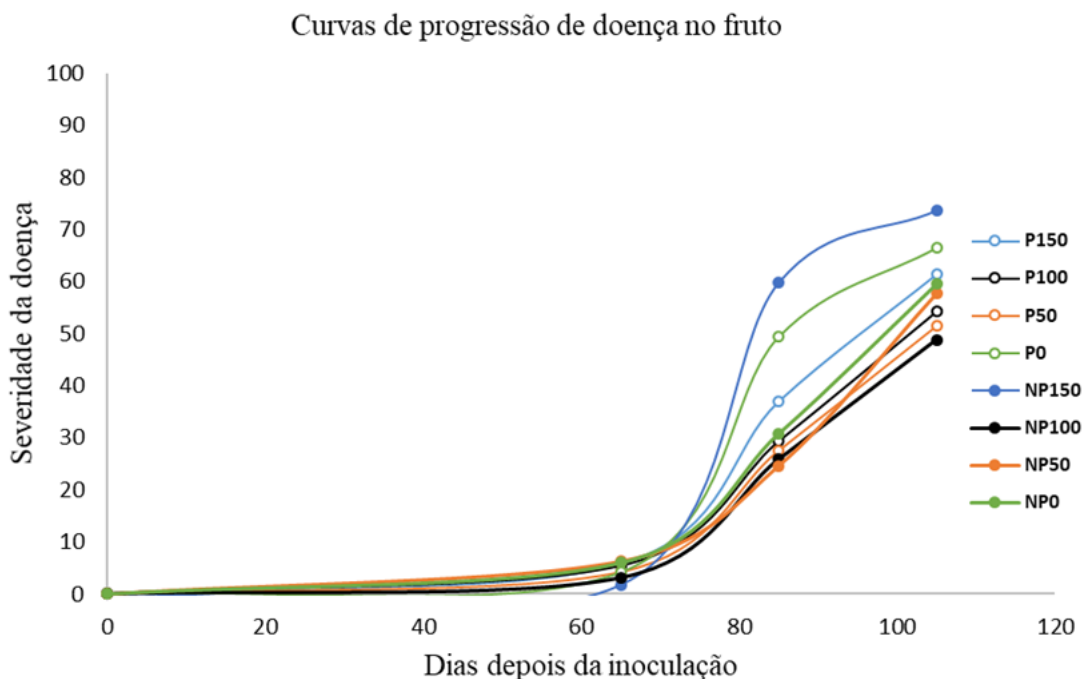


Figura 12. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD)

(P100) Pulverizado e com dose 100 de potássio. (P50) Pulverizado e com dose 50 de potássio. (P0) Pulverizado e com dose 0 de potássio (P150) Pulverizado e com dose 150 de potássio. (NP150) Não pulverizado e com dose 150 de potássio. (NP100) Não pulverizado e com dose 100 de potássio. (NP50) Não pulverizado e com dose 50 de potássio. (NP0) Não pulverizado e com dose 0 de potássio

#### 2.4.1.2. Incidência do mofo-cinzento no morangueiro

Os resultados da análise de variância mostraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos factores Potássio, fungicida e inóculo para a incidência tanto na planta como no fruto. Todas as interações duplas (potássio x fungicida, potássio x inóculo e fungicida x inóculo) tiveram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na incidência da doença (tabela. 4, 5 e 6). A interação tripla (potássio x fungicida x inóculo) não teve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) na incidência (anexo 4).

Tabela 4. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto, para a interação Potássio x Fungicida

Fungicida	Doses de Potássio (Kg/ha)							
	Planta				Fruto			
	0	50	100	150	0	50	100	150
Não pulverizado	54.98Aa	31.47Ab	29.56Ab	40.55Ac	41.94Aa	32.34Aa	28.49Aab	39.53Aa
Pulverizado	25.98Ba	22.15Ba	15.45Bb	24.73Ba	21.68Ba	20.58Ba	16.96Ba	21.70Ba

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

Tabela 5. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto, para a interação Potássio x Inóculo

Inóculo	Doses de Potássio (Kg/ha)							
	Planta				Fruto			
	0	50	100	150	0	50	100	150
Com	51.30Aa	32.77Ab	30.07Ac	33.77Ac	41.02Aa	22.82Ab	30.28Ac	31.10Abc
Sem	21.66Ba	23.84Aab	20.99Ab	31.21Ac	20.01Ba	32.10Ba	31.17Aa	32.13Aa

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

Tabela 6. Resumo da comparação de médias da incidência na planta, para a interação Fungicida x Inóculo

Fungicida	Inóculo	
	Com	Sem
Não pulverizado	40.26Aa	30.52Ab
Pulverizado	23.35Ba	17.31Ba

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

A comparação de médias mostrou haver diferenças significativas entre as médias de alguns tratamentos (Tabela 4, 5 e 6). Na interação Potássio x Fungicida, os valores mais altos da incidência (54.98 e 40.55 na planta) foram observados nos tratamentos com doses de 0Kg/ha de potássio, e em todos os tratamentos que receberam 150Kg/ha de potássio e (41.94 e 39,53 no fruto) observados nos tratamentos com doses de 0Kg/ha e 150 Kg/ha de potássio (Tabela 4). Na interação Fungicida x Inóculo foram observadas diferenças significativas de incidência (na planta) entre os tratamentos que não receberam fungicida e nos tratamentos que receberam o inóculo (Tabela 6). Na interação Potássio x Inóculo, as incidências mais altas (51.30 na planta e 41.02 no fruto) foram observadas nos tratamentos com doses de 0Kg/ha de potássio, onde aplicou-se o inóculo (Tabela 5).

Foi geralmente observado que, parcelas sem aplicação do potássio (controlo) registaram maior incidência do que aquelas parcelas que receberam diferentes doses de potássio (50, 100 e 150 kg/ha de potássio). Contudo, houve uma diminuição gradual de incidência devido ao efeito de *botrytis cinerea* com o tempo (Tabela 4 e 5).

A aplicação de potássio afectou significativamente a expressão de *botrytis cinerea* visto que parcelas com aplicação de potássio e sem fungicida registaram níveis significativamente baixos de incidência em relação parcelas sem aplicação do potássio e sem fungicida (Tabela 5). O potássio ajuda as plantas a resistirem à invasão de microorganismos causadores de doenças, fortalecendo a estrutura da parede celular (Marscher, 2012). Com a aplicação de doses de potássio também pode significar que as plantas foram capazes de conservar mais água nos tecidos, mesmo na presença de estresse por doença (Galeano *et al.*, 2019). Plantas com aplicação adequado de potássio têm paredes celulares mais espessas do que as deficientes. Isso torna mais difícil para os microorganismos causadores de doenças penetrarem nas células vegetais e estabelecerem uma infecção.

### 2.4.1.3. Severidade do mofo-cinzento no morangueiro

Os resultados da análise da variância mostraram que, na planta, apenas a interação potássio x fungicida tiveram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na severidade da doença (Tabela 8). O factor inóculo, incluindo as interações potássio x inóculo, fungicida x inóculo e potássio x fungicida x inóculo, não tiveram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) na severidade na planta (anexo 4). No fruto, a interação não foi significativa, apenas os factores potássio e fungicida tiveram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de forma isolado, na severidade (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da comparação de médias da severidade na planta, para a interação Potássio x Fungicida

Fungicida	Doses de Potássio (Kg/ha)			
	0	50	100	150
Não pulverizado	35.87Aa	25.62Ab	27.62Ab	31.03Ac
Pulverizado	21.08Ba	8.60Ba	10.05Bb	16.03Bc

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey, a severidade na interação Potássio x Fungicida foi diferente em cada nível de fungicida e as médias dos mesmos evoluíram em função da elevação das doses de potássio. Como se pode verificar na (Tabela 7), em todos os níveis de potássio e de fungicida a tendência do aumento do grau de severidade do fungo foi similar, o que elucida que existem outros factores ambientais (temperatura, chuvas etc.) que determinam o nível de severidade de fungos no morangueiro.

Tabela 8. Resumo da comparação de médias da severidade no fruto, para o factor fungicida

Fungicida	
Não pulverizado	23.95a
Pulverizado	49.78b

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

Tabela 9. Resumo da comparação de médias da severidade no fruto, para o factor potássio em função das doses de adubação com o potássio

Doses de Potássio (Kg/ha) no fruto			
0	50	100	150
38.53a	35.81ab	33.60b	39.52b

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

Para o factor potássio observou-se uma diferença significativa entre os números médios de severidade, as quais foram evidenciadas nas doses de 150Kg/ha 39.52 e 0Kg/ha 38.53 (Tabela 9).

#### 2.4.1.4. Efeito do potássio no rendimento do morangueiro

Os resultados da análise de variância mostraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos factores potássio, fungicida e inóculo no rendimento do fruto. Igualmente, as interações duplas e tripla entre os três factores, tiveram efeito significativo no rendimento (anexo 4).

Considerando que entre os três factores assim como cada factor de forma isolada foi significativo pelo teste Tukey a nível de significância de ( $p < 0,05$ ) para o rendimento, fez-se o teste de comparação de médias dos tratamentos observando-se a ANOVA do desdobramento do potássio

x fungicida x inóculo (anexos 4) tendo-se observado diferenças significativas na interação entre os três factores (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da comparação de médias para o rendimento do morangueiro

Doses de Potássio (Kg/ha)	Rendimento (Ton/ha)			
	Não Pulverizado		Pulverizado	
	Sem inóculo	Com inóculo	Sem inóculo	Com inóculo
0	1.29Aa	1.30Aa	2.97Aa	2.01Aa
50	3.53Ba	3.67Ba	4.02Ba	4.10Ba
100	4.24Ba	3.48Ba	4.19Ba	3.98Ba
150	4.39Ba	4.29Ba	4.86Ba	4.23Ba

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

O teste de Tukey mostrou haver diferenças entre as médias dos rendimentos do morango nos tratamentos, a dose 0kg/ha de potássio apresentou menores médias em relação as restantes doses, ou seja, a adubação a níveis mais altos de potássio incrementou, de forma significativa, o rendimento do morango por hectare (Tabela 10). Isto provavelmente ocorreu por estas doses propiciarem um maior equilíbrio entre os elementos, o que é fundamental para os sistemas metabólicos operarem normalmente, mantendo a integridade dos tecidos responsáveis pela perda de peso (Chitarra, 1990). Entretanto, o efeito do potássio sobre a produção pode não se resumir ao seu efeito no controlo de doenças. Estes dados também foram obtidos por Giacobbe *et al.*, (2006), em estudo sobre a qualidade do pêssigo, variedade Eldorado em função da adubação, os mesmos, constataram que a adubação com potássio melhorou a coloração das frutas, aspecto considerado importante para comercialização *in natura* das mesmas, porém elevou o índice de podridões nas frutas, verificou também que aplicações seguidas de potássio aumentaram a produtividade do pomar.

No factor fungicida, verificou-se que os talhões tratados com fungicida (Deficonazol) registaram rendimentos altos com a média de 4.86 Ton/ha e os talhões não tratados com fungicida com rendimento médio de 1.29 Ton/ha (Tabela 10). Este resultado demonstra que para além do fungo

afectar a qualidade do fruto, reduz, significativamente, o seu peso e, conseqüentemente, o rendimento por hectare. Resultados similares foram verificados por Silva *et al.*, (2003), o qual observou que a redução na severidade das doenças com a aplicação de fungicidas, era acompanhada por um incremento da produtividade em cerca de 21,42%, em relação aos tratamentos sem fungicida.

O teste de correlação de Pearson demonstrou existir correlação positiva forte entre as variáveis IncP, IncF, SevP e SevF (Tabela 11) e uma correlação negativa forte entre Inc, Sev do mofo cinzento e o Rend do morango (Tabela 12).

Tabela 11. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF

Variável 1	Variável 2	Factor de correlação
IncP	SevP	0,82
IncF	SevF	0,77

Teste de correlação de pearson (P <0.01). (IncP) Incidência na planta. (IncF). Incidência no fruto. (SevP). Severidade na planta, (SevP) Severidade no fruto

Tabela 12. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF e Rend

Variável 1	Variável 2	Variável 3	Factor de correlaçã
IncP	SevP	Rend	-0,01
IncF	SevF	Rend	-0,17

Teste de correlação de pearson (P <0.01). (IncP) Incidência na planta. (IncF). Incidência no fruto. (SevP). Severidade na planta, (SevP) Severidade no fruto. (Rend) Rendimento

A correlação positiva entre as variáveis incidência e severidade do mofo cinzento para o morangueiro está de acordo com resultados obtidos por Gomes *et al.*, (2018) e Belan *et al.*, (2017). Ambos os autores relataram a existência de correlação positiva que permite estimar a incidência da doença nas plantas e fazer inferências sobre sua severidade ou percentual de área



foliar lesionada nas folhas e nos frutos com sintomas. Tal resultado auxilia na substituição da avaliação da variável severidade pela avaliação da variável incidência, já que a mesma exige maior tempo operacional quando comparada a avaliação de incidência, além de ser mais exaustiva e com maior probabilidade a ocorrência de erros experimentais. Desta forma, a avaliação da intensidade do mofo cinzento do morangueiro por meio da incidência torna-se mais simples, pois reduz o tempo de avaliação e, conseqüentemente, da tomada de decisão pelo produtor ou profissional, servindo como uma eficiente ferramenta na elaboração de programas de manejo fitossanitário.

Comparando o resultado do rendimento demonstra haver uma relação directa entre a incidência do mofo cinzento e o nível de infeção com o rendimento. Podendo se afirmar que quanto maior for a incidência e severidade da doença e menor é o rendimento obtido. Este resultado mostra, de acordo com vincente (2004) a influência que a virulência do patógeno pode contribuir para o rendimento qualitativo e quantitativo do morango.

## **2.5. Conclusões e Recomendações**

### **2.5.1. Conclusões**

Tendo em conta o resultado do estudo conduzido na EAU pode-se concluir que o potássio teve efeito significativo na intensidade do mofo cinzento e no rendimento do morangueiro.

Duma forma geral, parcelas com doses intermédias (50 e 100 kg/ha de potássio) registaram níveis significativamente baixos de incidência para todos os tratamentos. Doses crescentes de potássio em combinação com fungicida tenderam a produzir maior efeito no aumento do rendimento do morango.

O fungicida teve efeito na redução da progressão da doença por unidade de tempo, no intervalo de tempo de observação.

### **2.5.2. Recomendações**

Como recomendação, sugere-se que: Sejam feitos estudos similares em condições de outros tipos de solos;

Se façam estudos do papel do potássio combinado com outros fungicidas para o controlo de doenças fúngicas;

Sejam feitos estudos do período e dose ideais, em função do número de aplicações no ciclo da cultura no rendimento do fruto do morangueiro;

## 2.6. Referências Bibliográficas

1. Agrios, G. N; (2005). Plant diseases caused by fungi. In: Plant Pathology. 5. ed. San
2. Bernadi, A; Amorim, L; (2005). Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controlo económico, São Paulo, Agronomia Ceres, 289p.
3. Carollo, E. M. e Santos Filho, H. P; (2016). Manual Básico de Técnicas Fitopatológicas Laboratório de Fitopatologia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasília, DF.
4. Chamuene, A; (2007). Efeito de Consociação de Culturas em Faixas no Maneio da Lagarta Americana *Helicoverpa* SPP. (Lepidopera: Noctuidae) na Cultura do Algodão (*Gossypium* ssp) no Distrito de Morrumbala. Moçambique. Tese de Mestrado 87p.
5. Chitarra, M. I. F; (1990). Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE; p.735.
6. Datnoff, F Correa, F; (1991). Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. Plant Disease, St. Paul, v.5, pp.75-93
7. Francisco, B. F, (2013). Indentification of Tomato Varietas Resistant to Tomato Curl Stant Virus in Mozambique. University of Malawi. Bunda College of Agriculture, Malawi, 58p.
8. Filgueira, F. A. (2003). Novo manual de oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV.
9. Filho, L; (2006). O silício em sistemas intensivos de produção agropecuária, Tese de Doutoramento, Embrapa Agropecuária Oeste., p.60
10. Galeano E, Vasconcelos TS, Novais de Oliveira P, Carrer H; (2019). Respostas fisiológicas e moleculares ao estresse hídrico no morangueiro variedade camarosa.
11. Giacob, P.C.R; Sampaio, R.A; Finger, F.L; (2006). Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.1; p.21-25.

12. Gomes, C. A. G.; Goncalves, A. O.; Belan, L. L.; Rafael, A. M.; Camara, G. R.; Souza, G. S. ;(2018). Correlação entre incidência e severidade da ferrugem em cafeeiros conilon cultivados em sistemas agroflorestais. XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2018. São José dos Campos: UNIVAP.
13. Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar (MASA) (2015). Lista de Pesticidas Registrados em Moçambique. Departamento de Sanidade Vegetal.
14. Mae; (2005). Perfil do Distrito de Boane-Província de Maputo, série Perfil distrital, pp.39-4
15. Majune D. J.; Masawe P. A. L.; Kafiriti E. e Mbega E. R; (2019). Detection and characterization of cashew leaf and nut blight disease in the Eastern and the Southern Zones of Tanzânia. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences. Vol. 7, p. 36-44.
16. Marschner P; (2012). Nutrição mineral para plantas superiores. Terceira edição, ISBN: 978-0-12-384905-2.
17. Malavota, S.J; (2002). Fundamentos de Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento De Agronomia, Área De Fitossanidade, 150p.
18. Malavolta, E; (2006). Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 638p.
19. Prezotti, R.E, (2006). Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria x ananassa*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.53, n.10, p.4032-4040.
20. Perrenoud, S; (1990). Potassium and plant health. 2.ed. Berne: International Potash Institute, 363p.
21. Rodrigues, M. A. T; (2006). Classificação de Fungicidas de acordo com o Mecanismo de Acção proposto pelo FRAC. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Agronômicas. Campus de Botucatu – SP. 204p.
22. Silva, B. Aldones. V; (2003). Maneio integrado da antracnose no morangueiro, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.2, p. 148.

23. Schaner, A. G, Finney, B; (1977). Detection of seedborne bacterial plant pathogens. Plant Dis 66:885-890.
24. Tofoli, MAS, Betti JA, Kimati H Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo L. E. A; (2011). Manual de fitopatologia: doenças do morangueiro. São Paulo: Agronômica Ceres; p.489- 499.

## CAPÍTULO IV

### **Avaliação da Resistência de Diferentes Variedades de Morangueiro à Mofo-cinzento (*Botrytis Cinerea*)**

#### **Resumo**

A presente pesquisa teve como objectivo avaliar a resistência de diferentes variedades de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch) ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*). O ensaio foi instalado na Estação Agrária de Umbeluzi. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em um arranjo factorial (4x2), correspondendo a 4 níveis do factor variedade e 2 níveis de inóculo (com e sem), repetidos 4 vezes. Neste ensaio foram avaliados a incidência, severidade, área abaixo da curva de progressão da doença e o rendimento do fruto. Os resultados do estudo indicaram que os índices de severidade variaram, de acordo com a variedade, sendo a variedade Local a que apresentou maiores índices de severidade. As variedades Albion e Camarosa, foram as que apresentaram maiores rendimento do fruto em relação as variedades Beira e Local que apresentaram menores rendimento do fruto.

Palavras-chave: morangueiro, variedades, produtividade, incidência e severidade

## 1. Introdução

Em Moçambique, a agricultura é dominada pelo sector familiar (INE, 2011), que geralmente é caracterizado pelo uso de variedades com baixo potencial produtivo, deficiente controlo de pragas e doenças, práticas de maneio também deficientes, entre vários factores que concorrem para baixos rendimentos, incluindo na cultura do morangueiro. O morango é cultivado principalmente por pequenos produtores no distrito da Namaacha na zona Sul e Ile na região Centro do país (Teilo, 1969). A maior parte do morango plantado e consumido no Sul é importado da África do Sul devido a inexistência de variedades melhoradas no país (Mussane *et al.*, 2015).

Por outro lado, apenas duas variedades (Local e Camarosa) de morango estão disponíveis no mercado. A prática desta cultura na maioria dos sistemas de cultivo familiar, ainda é dependente de uso de variedades não melhoradas. Este facto deve-se, por um lado, pelo baixo poder de compra de variedades melhoradas e, por outro lado, pela falta de conhecimento sobre variedades melhoradas e suas vantagens (Mussane *et al.*, 2015).

Diante disso, iniciou-se em 2013 um projecto de pesquisa, para resgatar o cultivo de morango no sul do País, onde novas variedades do morangueiro foram introduzidas (nomeadamente, Albion, Beira e Festival) através do Projecto de Apoio Técnico aos Programas de Nutrição e Segurança Alimentar de Moçambique (PSAL), (Mussane *et al.*, 2015).

O cultivo do morangueiro é uma actividade de grande importância socioeconómica, pois é empregadora de grande número de pessoas durante a sua condução e por requerer o uso constante de tecnologia, visando o maneio das doenças, as quais podem comprometer a produção, caso não sejam eficientemente controladas no momento certo (Costa; Ventura, 2004).

Dentre as doenças do morangueiro, o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) é a de ocorrência mais generalizada e pode ser encontrada em todas as regiões de cultivo, sendo considerada a mais importante doença do morangueiro (Costa; Ventura, 2004), pois causa lesões em diversos tecidos

vegetais, podendo provocar perdas de até 100% na produção (Tanaka *et al.*, 2005). Segundo Costa (2004), a escolha das variedades a serem plantadas é de grande importância para que se atendam as expectativas do mercado consumidor. Além disso, é importante considerar que a cultura do morangueiro se caracteriza por limitações fitossanitárias, as quais vêm aumentando nas regiões tradicionalmente produtoras, principalmente pela introdução de material de propagação oriundo de áreas contaminadas. Este facto torna imprescindível a utilização de mudas sadias para reduzir a incidência de doenças na área de cultivo e conseqüentemente reduzir a aplicação massiva de pesticidas. De acordo com Tanaka *et al.*, (2005), vários factores internos e externos das plantas hospedeiras exercem importantes funções no desenvolvimento de epidemias. Dentre os quais se destacam o nível de resistência genética do hospedeiro, o grau de uniformidade genética das plantas, o tipo de cultura, incluindo a idade da planta hospedeira. Segundo Zambolim *et al.*, (2007) o controlo através da resistência genética é limitado pela escassez de variedades resistentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de diferentes variedades de morangueiro à mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*).

## **1.2. Objectivos:**

### **Objectivo geral:**

Avaliar a resistência de variedades de morangueiro à mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*).

### **Objectivo específico:**

- Determinar a severidade da doença nas variedades em estudo.
- Determinar o rendimento do fruto obtido nas diferentes variedades.



## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de estudo

O ensaio foi conduzido na área experimental da Estação Agrária de Umbeluzi, localizada no distrito de Boane na região sul de Moçambique. Este ensaio estava adjacente do ensaio anterior (Avaliação do efeito da adubação de cobertura com potássio na intensidade do mofo-cinzento e no rendimento do morangueiro) e foi realizado sob as mesmas condições edofo-climáticas do mesmo.

### 2.2. Material usado

O material usado no estudo foi constituído por 4 variedades de morango. Uma variedade local e 3 variedades introduzidas no âmbito do Projecto de Apoio Técnico aos Programas de Nutrição e Segurança Alimentar de Moçambique (PSAL).

Tabela 13. Descrição das Variedades usadas

Variedade	Ciclo (meses)	Rend (t/ha)	Suscetibilidade	Tolerância	Resistência
Albion	6	28-30	<b>Rizoctoniose</b> ( <i>Rhizoctonia</i> ), Antracnose ( <i>Colletotrichum sp</i> )	<b>Mancha angular</b> ( <i>Xanthomonas fragariae</i> )	<b>Mancha de micosfarela</b> ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> )
Beira	6	25-30	Mancha de micosfarela ( <i>M. fragariae</i> ),	Antracnose ( <i>Colletotrichum fragariae</i> )	Mancha de diplocarpon ( <i>Diplocarpon earliana</i> )
Camarosa	6	30-32	Antracnose ( <i>fragariae</i> e <i>C. acutatum</i> )	*	*
Local	7	*	*	*	*

(Adaptado de Santos, 2005)

### 2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados em um arranjo factorial (4x2), sendo o primeiro factor o inóculo em 2 níveis (2) e o segundo, variedades (4) tabela 13.

Dado o facto de às condições ambientais do campo não serem homogéneas, o delineamento usado no ensaio foi o de blocos completos casualizados em esquema factorial (4x2), sendo o primeiro factor o inóculo em 2 níveis e o segundo variedades (4) e com quatro repetições. Cada tratamento (Tabela 14) foi composto por quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os dois factores foram os seguintes:

Fator 1 (Inoculação): I0 e I1

Fator 2 (Variedades): V1; V2; V3; V4

Tabela 14. Tratamentos aplicados no ensaio

BI		BII		BIII		BIV	
I0	I1	I0	I1	I0	I1	I0	I1
V1	V1	V3	V3	V4	V4	V2	V2
V4	V4	V2	V2	V1	V1	V3	V3
V2	V2	V1	V1	V2	V2	V4	V4
V3	V3	V4	V4	V3	V3	V1	V1

B – Bloco, I1- Com inóculo, I0 - Sem inoculação, V - variedade

## 2.4. Modelo estatístico

Em função do número de factores e da sua disposição, a análise estatística baseou-se no modelo abaixo:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$\mu$  - Média geral

$\alpha_i$  - Efeito do nível i do factor inóculo

$\beta_j$  - Efeito do nível j do factor variedade

$Y_{ij}$  – Efeito da interacção entre os factores inóculo com variedades

$s_{ijk}$  – Efeito experimental em cada parcela

## **2.5. Práticas culturais**

### **2.5.1. Preparação do solo**

A preparação do solo consistiu numa lavoura usando charrua, seguida de duas gradagens cruzadas. Os canteiros foram preparados usando uma encaterradora seguido do parcelamento do campo feito com auxílio de estacas e cordas.

### **2.5.2. Adubação do solo**

A adubação de fundo foi feita no acto do transplante, usando adubo NPK na formulação (12- 24- 12). A adubação de cobertura foi feita com sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ) aos 30, 60 e 90 dias depois do transplante.

### **2.5.3. Transplante**

O transplante foi feito, ao longo das linhas demarcadas com 30cm de separação entre linhas e 30 cm entre plantas com uma taxa de 20 plantas. o transplante foi manual, com uso de enxada, obedecendo-se a uma sequência por ordem de blocos.

### **2.5.4. Rega**

O fornecimento de água foi através da rega por gota a gota, tendo-se aplicado quatro vezes por semana nos primeiros 20 dias depois do transplante (ddp), três vezes por semana dos 20 aos 40 ddp, e duas vezes por semana após os 60 ddp com o início das colheitas até a última colheita que foi feita aos 160 dias.

### **2.5.5. Controlo de infestantes**

O ensaio foi mantido livre de infestantes, principalmente nas fases de floração e da iniciação da maturação dos frutos, através de sachas e mondas.

### **2.5.6. Colheita**

A colheita foi manual. A primeira foi feita aos 90 dias depois do transplante e a última aos 160 dias depois do transplante.

## **2.6. Produção de inóculo e inoculação das plantas**

O inóculo foi obtido mediante o cálculo da concentração do número de estruturas infectivas por mililitro (ml) de suspensão (Carollo e Santos Filho, 2016; Fernandez, 1993). Para o efeito, usou-se os procedimentos descritos no ensaio anterior (Avaliação do efeito da adubação de cobertura com potássio na intensidade do mofo cinzento e no rendimento do morangueiro).

### **2.6.1. Inoculação da suspensão nas plantas**

A suspensão do inóculo foi pulverizada aos 21 dias após o transplante, quando estas apresentaram dois pares de folhas verdadeiras, na concentração de  $10^6$  conídios /ml (Carollo e Santos Filho, 2016; Majune *et al.*, 2019). Antes da inoculação foi feita a calibração do pulverizador (com capacidade de 1 litro), deitando uma certa quantidade de água, e aplicando sobre as plantas. As plantas foram inoculadas com a suspensão a uma distância de 4 a 6 cm, separada entre o pulverizador e as folhas. As folhas foram pulverizadas em ambas as partes, páginas inferiores e superiores (Smith *et al.*, 2018).

## **2.7. Variáveis avaliadas**

As variáveis avaliadas neste ensaio foram as mesmas usadas no primeiro ensaio e seguiram os mesmos procedimentos e períodos de avaliação descritas no capítulo III (pag. 23-25) conforme são apresentados:

- a) Incidência da doença
- b) Severidade da doença
- c) Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD)
- d) Rendimento do fruto

## **2.8. Análise estatística dos dados**

Para a análise estatística, os dados de campo foram digitalizados no programa MS EXCEL 2007 e, de seguida, exportados para o pacote estatístico SISVAR v.5.7. Antes da análise de variância (ANOVA) de cada variável, foram verificados os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett). A comparação de médias entre os tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente para as variáveis em que o teste de F ( $\alpha=0.05$ ) apresentou efeito significativo dos tratamentos. A análise de dados teve em conta o desdobramento dos factores e a interacção entre os factores.

## **2.9. Resultados e Discussão**

### **2.9.1. Intensidade do mofo-cinzento nas variedades**

No estudo realizado a interacção entre variedades e inóculo demonstrou efeito significativo para os diferentes parâmetros nomeadamente: incidência e severidade do mofo cinzento, área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD) e rendimento.

### 2.9.2. Incidência da doença

Os resultados da análise da variância pelo teste F a 5% de nível de significância, mostraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos factores variedade, inóculo, incluindo a interação entre os dois factores na incidência da doença, na planta assim como no fruto (anexo 7). Os resultados da comparação de médias pelo teste de Tukey, são apresentados na tabela 14.

Tabela 15. Resumo da comparação de médias da incidência na planta e no fruto para a interação variedade x inóculo

Inóculo	Variedades							
	Planta				Fruto			
	Albion	Beira	Camarosa	Local	Albion	Beira	Camarosa	Local
Sem	2.53Aa	2.08Aa	5.20Ab	7.92Ab	1.82Aa	2.13Aa	7.23Ab	9.87Ab
Com	7.19Ba	6.37Ba	14.71Bb	21.13Bc	30.99Ba	34.28Bab	56.86Bc	65.84Bcd

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey (Tabela 15), a variedade Camarosa e Local apresentaram maior incidência à mofo-cinzento em comparação à variedade Albion e Beira, tanto nas folhas como nos frutos. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa e Ventura (2006) na região produtora do estado do Espírito Santo, onde também observaram uma maior incidência da variedade Camarosa ao *Botrytis cinerea*. As variedades Albion e Beira apresentaram tolerância a *Botrytis cinerea* conforme observado por Chandler *et al.*, (2005).

### 2.9.3. Severidade da doença

Os resultados da ANOVA revelaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da variedade, inóculo e a interação entre a variedade x inóculo na severidade da doença na planta e no fruto (anexo 8). A comparação de média apresentada na tabela 16, mostra que as maiores percentagens da severidade foram detectadas nas variedades Camarosa e Local. Estas variedades registaram

maiores níveis de progressão da doença em comparação com as outras variedades. isto pode ser um indicativo da sua baixa resistência, e ou susceptibilidades ao mofo cinzento. De acordo com Massamo *et al.*, (2003), variedades com boa resistência mostram menores níveis de pgressão da doença em comparação com variedades menos resistentes. A menor percentagem de severidade foi encontrada nas variedades Albion e Beira. Segundo Gall *et al.*, (1980) em estágios avançado da doença podem surgir enfezamento, murcha, queda permatura de folhas e finalmente o apodrecimento total das folhas.

Tabela 16. Teste de Tukey – Resumo da comparação de médias da severidade na planta e no fruto para a interação variedade x inóculo

Inóculo	Variedades							
	Planta				Fruto			
	Albion	Beira	Camarosa	Local	Albion	Beira	Camarosa	Local
Sem	6.40Aa	7.19Aa	8.23Aa	21.33Ab	5.98Aa	6.46Aa	21.96Ab	27.56Ab
Com	16.09Ba	23.19Bb	40.25Bc	55.69Bd	41.23Ba	45.84Bb	70.65Bc	80.29Bd

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

A maioria dos trabalhos para avaliar resistência de variedades à mofo cinzento é realizado em campos com histórico da doença. Grande parte destes trabalhos encontra diferenças entre as variedades, como mostraram Smith *et al.*, (2018) e Mengistu *et al.*, (2012) nos estudos realizados na Flórida. Um dos problemas dos trabalhos realizados em campos naturalmente infestados é a falta de uniformidade na distribuição espacial do inóculo. Neste estudo, foi aplicado inóculo nas plantas, buscando maior uniformidade de infecção e, portanto, maior confiabilidade nos resultados. Pastor-Corrales *et al.*, (2013) observaram maior severidade do mofo cinzento causada por *botrytis cinerea* em plantas de tomateiro em condições de campo artificialmente inoculado com o fungo, em comparação com campo naturalmente infestado. A região de localização do ensaio de campo do presente trabalho caracterizou-se por apresentar temperatura média anual de 23,7°C, mas, durante a condução do ensaio verificaram-se temperaturas, com a máxima média

chegando aos 32 °C. Aliado a este facto, na condução do ensaio, o local passou por uma estiagem, causando estresse hídrico nas plantas durante as colheitas, o que proporcionou o desenvolvimento de sintomas severos de mofo cinzento nas variedades mais suscetíveis.

#### 2.9.4 Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD)

Com base nos resultados de severidade durante o desenvolvimento da cultura, foi calculada a AACPD, e os resultados de análise de variância (ANOVA), ( $p < 0.05$ ) revelaram uma diferença significativa entre as áreas abaixo da curva das diferentes variedades, sendo as variedades Local e Camarosa com maior quantidade de doença e as variedades Albion e Beira com menor quantidade de doença. A maior quantidade de doença obtida nas variedades acima pode ser explicada pela sua baixa resistência demonstrada; segundo McElhaney *et al.*, (1998) a progressão da doença é mais rápida em plantas com pouca resistência à fungo após a sua invasão no sistema vascular da planta causando maior quantidade de doença quando comparado com as plantas com boa reacção de resistência foliar.

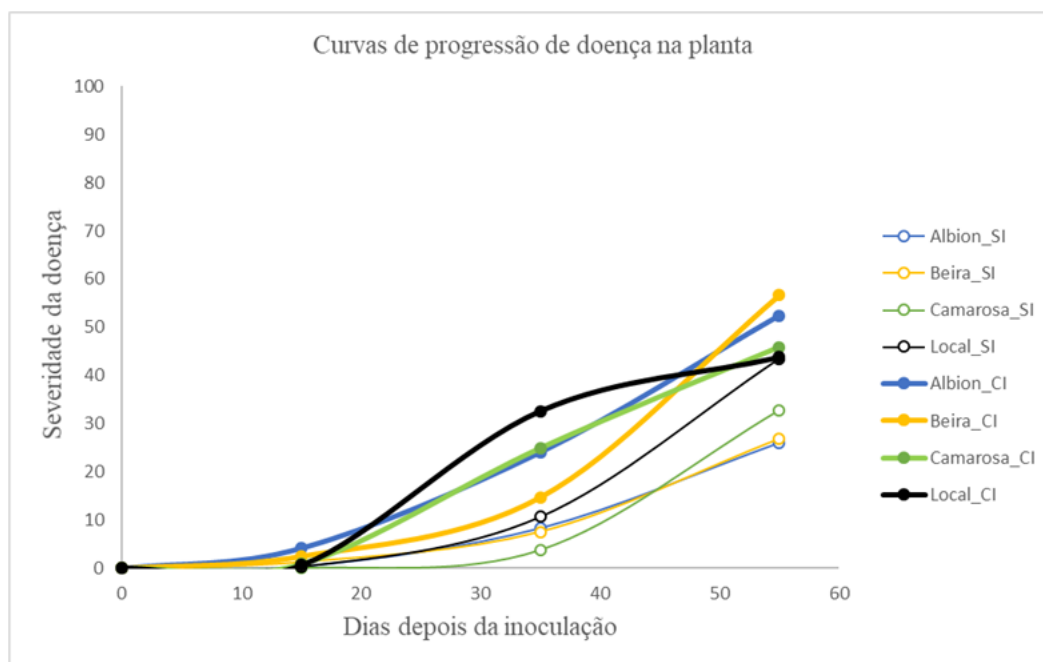


Figura 13. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD)



Figura 13. (CI) Com inóculo; (SI) Sem inóculo

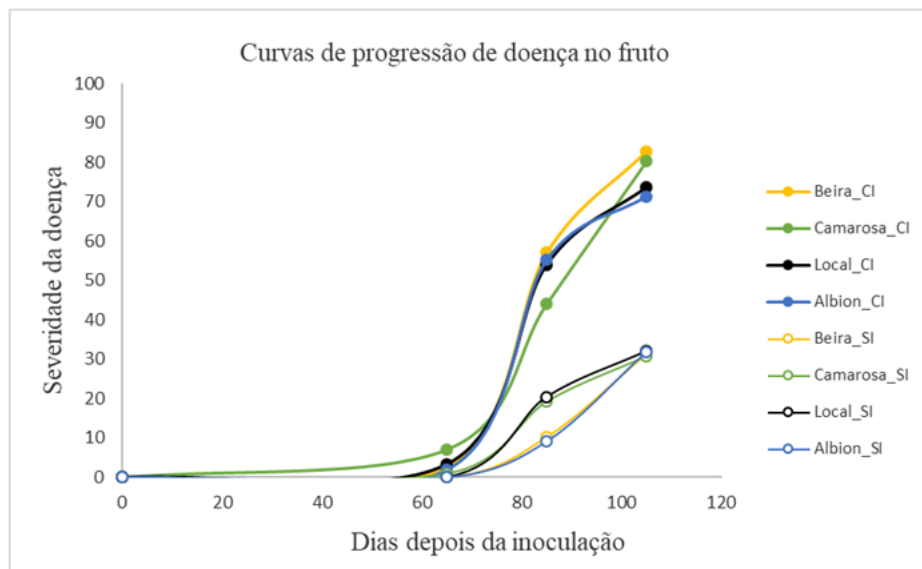


Figura 14. Área abaixo da curva de progressão de doença nos frutos (AACPD)

(CI) Com inóculo. (SI) Sem inóculo

### 2.9.5. Rendimento do morangueiro

O resultado da análise de variância ANOVA mostra efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da variedade, inóculo e a interação entre os dois factores no rendimento do fruto. A comparação de médias pelo teste de Tukey, é apresentada na tabela 17.

Tabela 17. Comparação de médias para as interações inóculo x variedades no rendimento morangueiro

inóculo	Rendimento (Ton/ha)			
	Variedades			
	Albion	Beira	Camarosa	Local
Sem	7.19Aa	5.0Ab	6.04Aab	3.43Ab
Com	3.23Ba	2.84Bab	3.65Ba	1.29Bb

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si pelo teste de Tukey à um nível de significância de 5%.

Os resultados da comparação de médias (Tabela 17) indicam que as variedades, Albion, Beira e Camarosa registaram altos rendimentos dos frutos, tendo a variedade Local com baixo rendimento. O baixo rendimento obtido pela variedade pode estar associado à maior percentagem de severidade obtida por esta durante o seu desenvolvimento.

O mofo cinzento, é considerado a mais séria doença na pré e pós colheita do morangueiro, podendo causar sérios prejuízos e perdas de produção de cerca de 80% e em casos extremos pode levar à perda total na colheita em variedades altamente susceptíveis nas espécies da família *Botrytis* sp reduzindo o rendimento da cultura (McLaurim, 1999).

Os resultados de rendimento acima mencionados e ilustrados, mostram a influência que a virulência do patógeno e a susceptibilidade ou resistência do hospedeiro (variedade) podem contribuir para o rendimento qualitativo e quantitativo do morangueiro. E segundo os resultados acima as variedades com maior média de severidade, incidência revelam menor rendimento, isto pode ser explicado pela baixa resistência destas variedades a doença.

Os resultados de correlação revelaram uma correlação negativa fraca entre o rendimento e incidência assim como para a severidade. E por fim uma correlação negativa e forte entre AACPD e o rendimento.

Tabela 18. Correlação de Pearson entre IncP, IncF, SevP e SevF e Rend

Variável 1	Variável 2	Variável 3	Factor de correlaçã
IncP	SevP	Rend	-0,01
IncF	SevF	Rend	-48

Teste de correlação de pearson ( $P < 0.01$ ). (IncP) Incidência na planta. (IncF). Incidência no fruto. (SevP). Severidade na planta, (SevP) Severidade no fruto. (Rend) Rendimento

### **3. Conclusões e Recomendações**

#### **3.1. Conclusões**

Todas as variedades foram infectadas pela doença (mofo cinzento), diferindo apenas na sua progressão. As variedades Camarosa e Local apresentaram maiores percentagens de infecção (incidência) em todas as colheitas de dados. Os índices de severidade variaram de variedade para variedade, sendo a variedade Local a que apresentou maiores índices de severidade. Com base nos resultados de severidade e incidência obtidos neste trabalho, pode-se concluir que as variedades Albion e Beira são mais tolerantes à mofo cinzento quando comparadas com as outras variedades.

As variedades Albion e Camarosa, foram as que apresentaram maiores rendimentos em relação as variedades Beira e Local que apresentaram menores rendimentos.

#### **3.2. Recomendações**

Recomenda-se que se façam mais ensaios em vários locais e/ou no mesmo local repetidamente, pois os resultados podem variar consoante o local.

Recomenda-se que se façam ensaios desta natureza envolvendo outras variedades de modo a se seleccionar variedades resistentes/tolerantes à mofo cinzento. Não obstante, é relevante desenvolver, divulgar e plantar variedades de morangueiros resistentes ou tolerantes a mofo cinzento para reduzir o impacto negativo desta doença.

### 3. Referências Bibliográficas

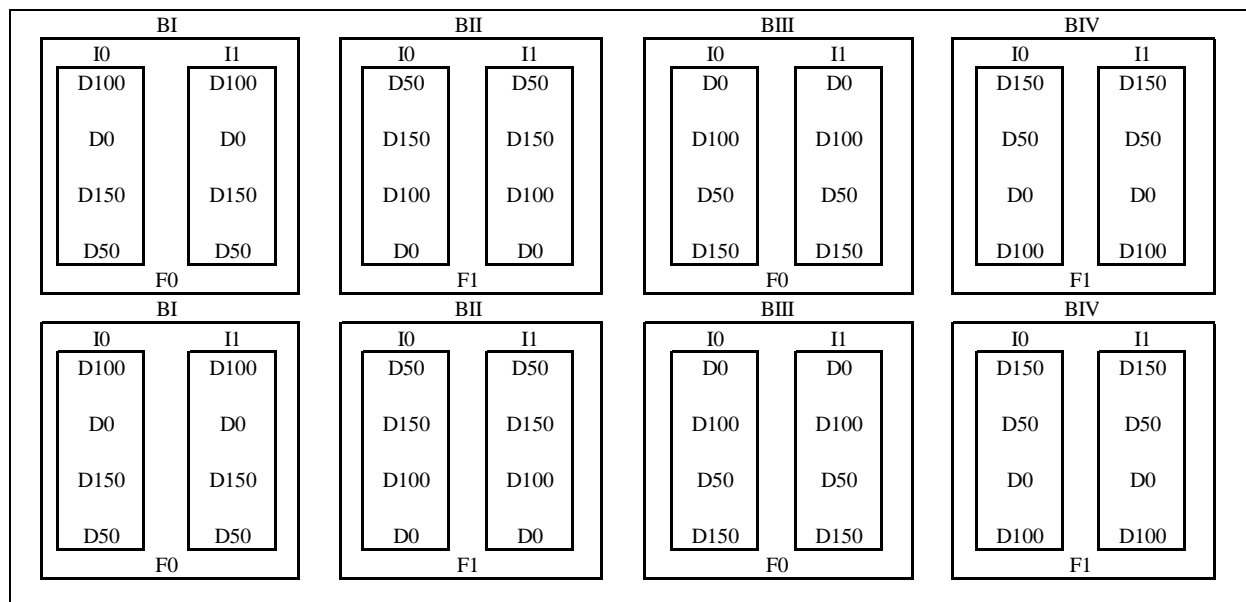
1. Carollo, E. M. e Santos Filho, H. P; (2016). Manual Básico de Técnicas Fitopatológicas Laboratório de Fitopatologia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasília, DF.
2. Costa, H.; Ventura, J. A; (2006). Doenças do Morangueiro: Diagnóstico de Manejo. In: Balbino J. M. S. (Ed). Tecnologias Para Produção, Colheita E Pós-Colheita de Morangueiro. Vitória: Incaper. p. 39-56.
3. Chandler, C. K.; Sumler J. R. J. C.; (2005). Rondon, S. Evaluation of Strawberry Cultivars grown under a high plastic tunnel in west central Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Tallahassee, v. 118, p. 113-114.
4. Gall, Ferdinando; De Carvalho; Armando, Bergamine; (1980). Manual de Fitopatologia; São Paulo; v. 2; p. 236-239.
5. INE; (2011). Censo Agro - Pecuário (CAP) 2009 - 2010. Resultados preliminares - Moçambique. Moçambique, I.N.d.E.-. Maputo, Moçambique, 125p.
6. Mcelhaney, A.S., W. Mwangi, A.O. Diallo, J. MacRobert, J. Dixon, and M. Bänziger; (1999). Challenges of the maize seed industry in eastern and southern Africa: A compelling case for private-public intervention to promote growth. Food Policy, P. 323-331.
7. Massamo, S. M. S; Mabagala, R. B; (2003). Evaluation of varietal resistance in cabbage against the black rot pathogen, *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* in Tanzania; Crop protection, 207-233p.
8. Majune D. J.; Masawe P. A. L.; Kafiriti E. e Mbega E. R. (2019). Detection and characterization of cashew leaf and nut blight disease in the Eastern and the Southern Zones of Tanzania. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences. Vol. 7(2), pp 36-44.
9. Mclaurim, R. Alvarez, A. R; (1999). Doenças do morangueiro. Diagnóstico e controle. Embrapa. CNPH; P. 29.

10. Mengistu, A.; Arelli, P.; Bond, J.; Nelson, R.; Rupe, J.; Shannon, G.; Wrather, A; (2013). Identification of soybean accessions resistant to *Macrophomina phaseolina* by field screening and laboratory validation. Plant Health Progress, Saint Paul.
11. Mussane, C. R. Mutemba, T. O; (2015). Horticultura em Moçambique. Avaliação agronómica de variedades de morango. 170-179.
12. Santos, A. F., Dias, M. S., Maro, L. A. (2005). Botânica e fisiologia do morangueiro. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: Epamig, 188p.
13. Tanaka, M. A. S; Ito, M. F. e Passos F. A. (2005). Patogenicidade de *Rhizoctonia Solani* em Morangueiro. Fitopatologia III. Brangatia, Campinas; p. 316-324.
14. Pastor-Corrales, M. A.; Abawi, G. S; (2013). Reactions of selected beans accessions to infection by *Macrophomina phaseolina*. Plant Disease, Saint Paul, v. 72, n. 1. p. 39-41.
15. Smith, G. S.; Carvil, O. N; (2018). Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *Macrophomina phaseolina*. Plant Disease, Saint Paul, v. 81; n. 4; p. 28-32.
16. Zambolim, L. (2007). Protecção de Plantas: Manejo Integrado de Doenças de Plantas.

**ANEXOS.**

## Anexo 1. Desenho experimental do ensaio 1

Ensaio 1: Avaliação do efeito da adubação e cobertura com potássio na intensidade do mofo cizento (*Botrytis cinerea*) e no rendimento do morangueiro



Legenda:

D- Níveis de dosagens com potássio (D0= 0g/1.9m<sup>2</sup> ; D1=50g/1.9m<sup>2</sup> ; D2=100g/1.9m<sup>2</sup> ; D3=150g/1.9m<sup>2</sup> ) F- Dosagens de fungicida (F0=0; F1= 0.025ml/100ml de água/1.9m<sup>2</sup> )

I- inóculo (I0= Sem); (I1= Com)

## Anexo 2. Ficha de registo

**FICHA DE REGISTO DE OBSERVAÇÕES – A**  
**AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA**

Grupo \_\_\_\_\_ Nomes do estudantes: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_ Campo: \_\_\_\_\_

Cultura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

PLANTA #	Doença <sup>1</sup> :		Doença <sup>1</sup> :		Doença <sup>1</sup> :		Doença <sup>1</sup> :		Estado de desenvolvimento da planta
	Severidade <sup>2</sup>	Incidência <sup>3</sup>	Severidade <sup>2</sup>	Incidência <sup>3</sup>	Severidade <sup>2</sup>	Incidência <sup>3</sup>	Severidade <sup>2</sup>	Incidência <sup>3</sup>	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Índice de infecção (%)									
Incidência (%)									

<sup>1</sup> Descrever as os sintomas da doença

<sup>2</sup> Avaliação da Severidade

- % da área ou volume de tecido coberto por sintomas
- Usar a escala de avaliação da severidade da doença (em anexo)
- Calcular o índice de infecção (Índice de Mckinney, 1923) através da fórmula:  
Índice de infecção =  $\frac{\Sigma (\text{valor da infecção} \times \text{frequência}) \times 100}{(n^{\circ} \text{ total de leituras} \times \text{valor máximo da escala})}$

<sup>3</sup> Quantificação da Incidência

- % de plantas doentes
- Avaliar a presença da doença (0= Ausente e 1= presente)



Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

Anexo 3. Tabela de base de dados

INOCULO	CQ	REP	ADUBO	IINCP15	IINCP35	IINCP55	IINCF65	IINCF85	IINCF105	ISEVP15	ISEVP35	ISEVP55	ISEVF65	ISEVF85	ISEVF105	REND	PERDA
1	1	1	1	0	0.00	10.00	11.76	25.00	11.76	0.00	4.00	19.00	7.75	49.70	100.00	6.20	71.29
1	1	1	2	5	11.76	16.67	0.00	10.00	11.76	1.25	1.25	26.25	7.00	26.50	67.75	7.10	82.96
1	1	1	3	5	0.00	35.00	11.76	41.18	23.53	3.00	29.75	31.25	6.25	29.25	81.25	5.90	77.97
1	1	1	4	0	5.00	40.00	5.00	11.76	31.58	0.00	36.75	64.75	5.75	40.00	48.00	8.10	39.01
1	1	2	1	0	5.00	11.76	0.00	6.67	16.67	1.25	1.25	14.50	1.50	28.75	73.00	5.60	76.43
1	1	2	2	0	7.14	5.26	0.00	13.33	16.67	2.50	1.25	23.75	4.25	36.00	67.25	8.00	75.38
1	1	2	3	5	10.00	27.78	6.25	27.78	27.78	0.00	26.25	55.50	1.50	27.00	51.25	5.40	88.89
1	1	2	4	5	5.00	31.58	0.00	5.00	27.78	1.25	37.50	73.50	3.25	21.75	40.50	8.50	26.59
1	1	3	1	0	0.00	16.67	7.14	23.53	13.33	0.00	1.25	26.25	4.25	22.50	92.50	5.20	80.58
1	1	3	2	0	5.88	10.00	6.25	27.78	11.76	0.00	0.00	22.25	6.00	54.25	91.75	7.10	82.96
1	1	3	3	0	5.88	23.53	5.00	26.67	31.58	3.75	17.75	32.00	7.00	31.75	38.25	4.80	80.83
1	1	3	4	0	5.00	35.00	0.00	5.26	35.00	0.00	23.50	52.75	6.00	0.00	44.75	8.80	49.32
1	1	4	1	5	7.14	15.00	6.25	16.67	7.14	2.50	4.00	29.50	2.75	59.00	67.75	4.90	63.67
1	1	4	2	0	5.00	11.76	13.33	41.67	10.00	1.25	1.50	33.75	7.00	26.75	58.25	5.50	81.27
1	1	4	3	5	10.00	27.78	11.76	41.67	23.53	3.75	43.75	50.00	7.00	30.00	59.50	10.90	42.20
1	1	4	4	0	7.14	35.58	5.00	13.33	35.00	0.00	52.75	44.75	3.25	.	.	9.90	26.67
1	2	1	1	0	0.00	31.58	7.14	16.67	27.78	0.00	27.75	60.50	0.00	37.50	86.75	4.00	76.75
1	2	1	2	0	11.76	40.00	0.00	10.53	40.00	2.75	42.50	56.25	6.75	31.75	100.00	5.60	76.43
1	2	1	3	5	11.11	94.74	0.00	5.88	100.00	0.00	31.75	92.75	3.00	64.00	87.50	5.90	75.42
1	2	1	4	0	6.25	85.00	0.00	6.25	85.00	7.00	56.75	86.75	2.75	48.50	75.00	7.10	50.99
1	2	2	1	0	11.76	35.00	5.26	13.33	35.00	0.00	53.00	75.00	3.75	38.25	92.75	4.10	75.37
1	2	2	2	5	13.33	85.00	0.00	5.26	31.58	1.25	43.00	76.25	0.00	65.75	95.25	7.90	73.54
1	2	2	3	0	0.00	89.47	0.00	5.26	68.42	0.00	68.50	67.75	0.00	68.50	98.50	4.20	60.95
1	2	2	4	0	0.00	85.00	5.00	11.76	100.00	1.25	65.75	93.00	2.50	59.00	100.00	8.30	59.04
1	2	3	1	0	7.14	41.67	0.00	10.53	40.00	0.00	33.00	77.75	3.50	66.25	98.25	5.30	77.92
1	2	3	2	0	11.76	68.42	7.14	15.00	94.44	5.00	45.00	61.75	0.00	62.50	89.50	7.80	86.92
1	2	3	3	5	10.00	100.00	0.00	5.56	88.89	0.00	62.50	81.50	5.25	58.25	53.00	4.80	61.04
1	2	3	4	0	5.00	100.00	0.00	5.26	100.00	2.50	59.75	73.25	2.50	71.25	97.50	8.20	59.39
1	2	4	1	0	5.00	40.00	0.00	5.00	31.58	25.00	50.00	68.50	0.00	65.00	85.00	3.50	85.14
1	2	4	2	5	13.33	89.47	0.00	5.00	89.47	1.50	43.50	70.00	4.25	56.25	84.25	7.30	77.67
1	2	4	3	5	15.00	85.00	0.00	5.88	89.47	21.25	61.25	85.00	2.75	65.25	92.25	4.90	67.76
1	2	4	4	0	5.00	94.44	0.00	6.67	94.44	2.50	65.25	72.00	3.75	54.50	100.00	9.20	55.43
2	1	1	1	0	5.26	16.67	10.53	41.18	7.14	1.25	0.00	16.75	3.25	29.75	56.25	5.80	74.66
2	1	1	2	0	5.88	11.76	7.14	23.53	23.53	2.75	40.00	45.00	6.50	25.00	95.00	5.00	70.80
2	1	1	3	0	6.67	23.53	5.00	16.67	23.53	1.50	21.00	66.75	5.25	4.50	67.00	10.80	37.78
2	1	1	4	0	11.76	31.67	0.00	5.00	41.67	0.00	38.25	70.50	1.25	29.75	35.50	9.30	38.39
2	1	2	1	0	5.00	15.00	7.14	27.78	16.67	1.25	4.00	19.00	0.00	25.00	78.50	6.30	70.48
2	1	2	2	0	5.56	16.67	5.00	15.00	13.33	0.00	27.75	56.75	6.00	27.00	64.00	5.20	66.92
2	1	2	3	5	0.00	27.78	5.00	15.79	16.67	2.50	29.25	52.75	5.25	27.25	62.50	9.30	32.04
2	1	2	4	5	10.53	30.00	5.88	10.53	31.58	3.75	33.25	70.75	3.25	14.00	62.50	8.10	38.40
2	1	3	1	0	6.25	11.76	5.00	26.67	15.00	1.50	1.25	14.50	3.00	27.75	64.00	6.80	81.62
2	1	3	2	0	6.67	15.00	11.76	23.53	16.67	2.50	11.00	36.75	5.75	26.75	48.50	6.70	71.49
2	1	3	3	0	11.11	16.67	7.15	27.78	15.00	0.00	23.50	16.25	5.00	32.75	26.50	10.20	29.61
2	1	3	4	0	5.00	40.00	5.26	11.76	27.78	1.25	39.50	55.25	13.25	1.50	43.25	8.70	32.41
2	1	4	1	0	5.00	11.76	11.76	41.67	11.76	1.25	0.00	25.00	7.00	48.25	65.00	6.20	71.29
2	1	4	2	0	0.00	23.53	5.88	13.33	15.00	0.00	36.75	51.50	6.25	25.00	56.50	6.70	82.84
2	1	4	3	0	10.00	16.67	10.53	41.67	13.33	1.25	18.00	44.50	5.75	31.25	58.25	10.30	30.49
2	1	4	4	5	10.53	37.78	0.00	10.53	35.00	2.75	42.00	65.75	6.75	36.00	67.50	8.80	48.98
2	2	1	1	0	10.00	85.71	0.00	10.53	55.00	6.50	38.00	68.25	16.75	47.25	68.25	3.80	79.74
2	2	1	2	0	10.00	100.00	0.00	5.56	100.00	3.75	41.75	77.75	0.00	56.75	87.50	6.10	85.08
2	2	1	3	0	11.76	94.44	5.00	10.53	89.47	2.50	64.00	68.25	2.75	42.00	100.00	3.50	63.71
2	2	1	4	0	10.53	88.89	0.00	7.14	88.89	13.25	26.50	92.75	1.50	67.25	98.50	8.10	59.88
2	2	2	1	5	10.53	85.71	0.00	5.26	68.42	2.50	52.75	70.75	6.25	52.75	92.75	3.70	80.81
2	2	2	2	0	15.00	85.00	0.00	6.25	89.47	0.00	43.75	72.00	0.00	62.50	73.50	6.10	71.48
2	2	2	3	0	0.00	89.47	0.00	10.00	89.47	0.00	62.50	92.75	1.50	65.50	100.00	7.50	52.13
2	2	2	4	5	11.76	100.00	0.00	0.00	100.00	3.25	46.00	93.00	0.00	66.75	100.00	8.40	58.57
2	2	3	1	0	7.14	68.42	0.00	6.67	55.00	1.50	55.25	88.25	0.00	48.75	80.50	4.60	71.74
2	2	3	2	5.88	11.11	95.00	5.26	13.33	95.00	6.25	48.75	88.25	2.75	59.75	93.50	6.40	54.69
2	2	3	3	0	10.00	94.74	0.00	11.76	100.00	0.00	58.25	55.50	4.00	62.50	75.00	8.10	46.30
2	2	3	4	5	10.53	100.00	0.00	0.00	100.00	5.25	62.50	81.50	0.00	62.50	75.00	7.90	73.54
2	2	4	1	0	15.00	35.00	0.00	6.25	68.42	3.75	42.00	76.50	5.00	77.50	72.00	4.90	63.67
2	2	4	2	0	13.33	100.00	6.26	15.00	85.71	0.00	48.75	72.00	0.00	61.25	85.50	5.10	66.08
2	2	4	3	5.88	11.76	100.00	0.00	5.88	100.00	1.25	56.25	98.25	4.00	69.75	100.00	6.80	53.68
2	2	4	4	5	15.79	100.00	0.00	6.67	94.44	0.00	70.25	73.25	0.00	63.50	75.00	6.90	51.88

#### Anexo 4. Resultados da análise estatística

##### Análise de variância de incidência do mofo-cinzento na planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CQ	1	18.055685	18.055685	630.689	0.0000
ADUBO	3	3.967229	1.322410	46.192	0.0000
INOCULO	1	0.192516	0.192516	6.725	0.0128
CQ*ADUBO	3	0.510686	0.170229	5.946	0.0017
CQ*INOCULO	1	0.345983	0.345983	12.085	0.0011
ADUBO*INOCULO	3	0.480026	0.160009	5.589	0.0024
CQ*ADUBO*INOCULO	3	0.087706	0.029235	1.021	0.3922
BLOCO	3	0.057861	0.019287	0.674	0.5727
erro	45	1.288283	0.028629		
Total corrigido	63	24.985974			
CV (%) =	5.92				
Média geral:	2.8603921	Número de observações:	64		

##### Análise de variância de incidência do mofo-cinzento no fruto

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CQ	1	5.607958	5.607958	109.892	0.0000
ADUBO	3	1.533227	0.511076	10.015	0.0000
INOCULO	1	0.381923	0.381923	7.484	0.0089
CQ*ADUBO	3	0.763169	0.254390	4.985	0.0045
CQ*INOCULO	1	0.104850	0.104850	2.055	0.1587
ADUBO*INOCULO	3	0.661191	0.220397	4.319	0.0093
CQ*ADUBO*INOCULO	3	0.256916	0.085639	1.678	0.1851
BLOCO	3	0.441200	0.147067	2.882	0.0561
erro	45	2.296425	0.051032		
Total corrigido	63	12.046860			
CV (%) =	7.45				
Média geral:	3.0313661	Número de observações:	64		

Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

Análise de variância da severidade do mofo-cinzento na planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ADUBO	3	649.769155	216.589718	13.520	0.0000
INOCULO	1	45.141602	45.141602	2.818	0.1001
CQ	1	2647.745664	2647.745664	165.282	0.0000
CQ*ADUBO	3	235.766480	78.588827	4.906	0.0049
CQ*INOCULO	1	6.293827	6.293827	0.393	0.5340
ADUBO*INOCULO	3	97.968742	32.656247	2.039	0.1219
CQ*ADUBO*INOCULO	3	17.598667	5.866222	0.366	0.7777
BLOCO	3	92.049905	30.683302	1.915	0.1406
erro	45	720.878670	16.019526		
Total corrigido	63	4513.212711			
CV (%) =	18.75				
Média geral:	21.3517188	Número de observações:	64		

Análise de variância de severidade do mofo-cinzento no fruto

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CQ	1	10673.730939	10673.730939	407.861	0.0000
ADUBO	3	346.188230	115.396077	4.409	0.0084
INOCULO	1	0.159002	0.159002	0.006	0.9382
CQ*ADUBO	3	57.749180	19.249727	0.736	0.5363
CQ*INOCULO	1	0.132314	0.132314	0.005	0.9436
ADUBO*INOCULO	3	11.798017	3.932672	0.150	0.9292
CQ*ADUBO*INOCULO	3	20.355105	6.785035	0.259	0.8545
BLOCO	3	204.578155	68.192718	2.606	0.0633
erro	45	1177.652220	26.170049		
Total corrigido	63	12492.343161			
CV (%) =	13.88				
Média geral:	36.8657813	Número de observações:	64		

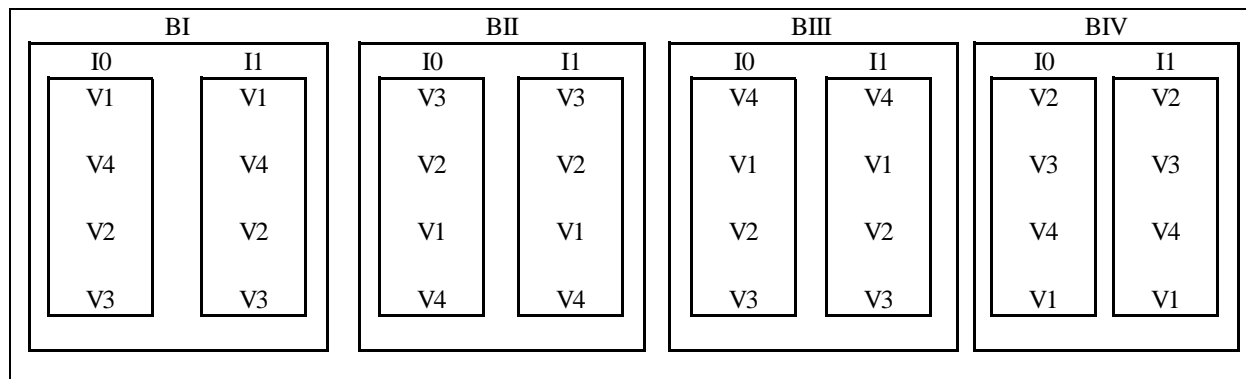
Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

Análise de variância do rendimento do morangueiro

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CQ	1	0.390979	0.390979	20.398	0.0000
ADUBO	3	1.430131	0.476710	24.871	0.0000
INOCULO	1	0.032260	0.032260	1.683	0.2011
CQ*ADUBO	3	0.276589	0.092196	4.810	0.0054
CQ*INOCULO	1	0.030110	0.030110	1.571	0.2166
ADUBO*INOCULO	3	0.383581	0.127860	6.671	0.0008
CQ*ADUBO*INOCULO	3	0.019783	0.006594	0.344	0.7935
BLOCO	3	0.061735	0.020578	1.074	0.3698
erro	45	0.862537	0.019167		
Total corrigido	63	3.487705			
CV (%) =	6.64				
Média geral:	2.0835935	Número de observações:	64		

## Anexo 5. Desenho experimental do ensaio 2

Ensaio 2: Avaliação de resistência de diferentes variedades de morangueiro à mofo cinzento (*botrytis cinerea*)



Legenda:

I- Inóculo (I0= Sem); (I1= Com)

V1 – Albion

V2 – Beira

V3 – Camarosa

V4 – Local

Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzeno (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

Anexo 6. Tabela de base de dados

INOCULO	REP	VARIIDADE	IINP15	IINP35	IINP55	IINF65	IINF85	IINF105	ISEVP15	ISVEP35	ISEVP55	ISEVF65	ISEVF85	ISEVF105	REND	PERDA
1	1	1	0.00	0.00	11.76	0.00	0.00	95.00	0.00	0.00	13.75	2.50	52.75	70.75	7.30	77.67
1	1	2	0.00	0.00	7.14	6.25	7.14	88.89	1.25	0.00	6.75	2.50	59.75	73.25	5.10	66.08
1	1	3	0.00	0.00	11.76	0.00	13.33	100.00	0.00	1.25	25.00	0.00	50.00	68.50	4.90	67.76
1	1	4	5.00	5.00	23.53	0.00	11.76	100.00	0.00	31.75	31.25	2.50	58.25	73.00	4.90	63.67
1	2	1	0.00	5.00	16.67	0.00	5.00	85.71	0.00	1.25	6.75	1.50	55.25	88.25	6.10	85.08
1	2	2	5.00	7.14	16.67	0.00	11.76	89.47	1.25	2.50	13.75	2.50	65.25	72.00	5.90	75.42
1	2	3	0.00	7.14	16.67	5.00	10.53	100.00	2.50	1.25	21.25	1.25	48.00	77.75	3.50	63.71
1	2	4	0.00	6.25	13.33	0.00	11.11	94.44	1.25	25.00	30.50	5.75	59.75	93.50	5.80	74.66
1	3	1	0.00	6.25	13.33	0.00	7.14	100.00	0.00	1.25	25.00	3.75	42.00	76.50	6.10	71.48
1	3	2	0.00	5.00	15.00	7.14	10.00	89.47	0.00	5.00	29.50	13.25	26.50	92.75	4.20	60.95
1	3	3	0.00	5.00	11.76	0.00	7.14	85.00	0.00	0.00	16.75	5.25	47.00	66.75	5.60	76.43
1	3	4	0.00	5.00	16.67	5.00	7.14	88.89	0.00	8.75	38.75	6.25	61.25	85.50	3.50	85.14
1	4	1	0.00	6.25	7.14	0.00	10.53	68.42	0.00	3.75	25.00	2.75	42.50	56.25	6.40	54.69
1	4	2	0.00	5.26	11.76	0.00	11.76	89.47	0.00	0.00	26.25	3.25	46.00	93.00	4.80	61.04
1	4	3	0.00	0.00	10.00	6.25	15.00	100.00	1.25	0.00	29.50	1.25	63.75	58.25	5.20	80.58
1	4	4	0.00	5.26	15.00	0.00	11.76	100.00	0.00	38.75	50.00	6.25	64.00	87.50	3.80	79.74
2	1	1	0.00	10.53	27.78	5.00	10.53	26.67	0.00	26.25	63.75	0.00	31.25	52.75	4.10	75.37
2	1	2	0.00	5.26	52.94	0.00	6.25	16.67	16.75	29.75	56.25	0.00	6.75	43.50	5.10	66.08
2	1	3	0.00	10.00	16.67	0.00	0.00	5.00	0.00	14.00	58.25	0.00	0.00	11.75	7.90	73.54
2	1	4	0.00	10.00	16.67	0.00	5.00	0.00	0.00	26.25	60.50	0.00	2.75	16.75	4.20	60.95
2	2	1	0.00	5.00	23.53	5.00	11.76	23.53	3.75	28.75	72.00	4.00	31.25	68.50	9.80	32.76
2	2	2	0.00	5.26	27.78	0.00	5.88	23.53	6.25	25.00	53.50	0.00	41.75	34.00	5.90	75.42
2	2	3	0.00	5.26	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	68.25	0.00	0.00	13.75	7.80	86.92
2	2	4	0.00	5.26	15.79	0.00	5.00	5.26	0.00	3.75	32.75	0.00	4.00	6.75	4.80	61.04
2	3	1	0.00	5.00	35.00	0.00	5.00	11.76	3.50	22.00	93.50	0.00	38.75	47.00	9.30	44.19
2	3	2	6.25	13.33	58.82	0.00	5.26	13.33	0.00	27.75	33.25	0.00	29.75	35.50	4.20	60.95
2	3	3	0.00	6.67	11.76	0.00	0.00	11.76	0.00	33.25	41.75	0.00	8.25	16.75	7.30	77.67
2	3	4	0.00	6.25	10.00	0.00	0.00	7.14	0.00	16.75	35.50	0.00	5.25	29.50	4.90	67.76
2	4	1	5.00	11.76	52.94	0.00	5.26	13.33	0.00	48.00	66.75	0.00	18.50	38.75	8.40	62.38
2	4	2	5.00	10.53	68.42	0.00	10.00	16.67	2.50	47.00	65.00	0.00	14.00	58.25	4.80	61.04
2	4	3	0.00	5.88	13.33	0.00	0.00	10.00	0.00	31.75	29.50	0.00	3.75	17.50	6.10	85.08
2	4	4	0.00	5.26	7.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	13.75	0.00	0.00	12.50	3.50	63.71

Anexo 7. Resultados da análise estatística

Análise de variância de incidência do mofo-cinzeno na planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
VARID	3	268.235159	89.411720	5.463	0.0062
INOCULO	1	304.119453	304.119453	18.581	0.0003
VARID*INOCULO	3	330.094809	110.031603	6.723	0.0023
BLOCO	3	17.641284	5.880428	0.359	0.7830
erro	21	343.713891	16.367328		
Total corrigido	31	1263.804597			
CV (%) =		43.67			
Média geral:	9.2646875		Número de observações:	32	

Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

Análise de variância de incidência do mofo-cinzento no fruto

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
VARID	3	25.105825	8.368608	0.965	0.4276
INOCULO	1	6716.984513	6716.984513	774.722	0.0000
VARID*INOCULO	3	251.883112	83.961037	9.684	0.0003
BLOCO	3	13.362875	4.454292	0.514	0.6772
erro	21	182.073825	8.670182		
Total corrigido	31	7189.410150			
CV (%) =	14.72				
Média geral:	20.0012500	Número de observações:	32		

Análise de variância da severidade do mofo-cinzento na planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
VARID	3	114.717359	38.239120	1.188	0.3385
INOCULO	1	1926.187278	1926.187278	59.819	0.0000
VARID*INOCULO	3	1356.347359	452.115786	14.041	0.0000
BLOCO	3	50.950409	16.983470	0.527	0.6683
erro	21	676.210966	32.200522		
Total corrigido	31	4124.413372			
CV (%) =	30.60				
Média geral:	18.5440625	Número de observações:	32		

Análise de variância da severidade do mofo-cinzento no fruto

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
VARID	3	654.957700	218.319233	15.396	0.0000
INOCULO	1	6733.221013	6733.221013	474.832	0.0000

Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

VARID*INOCULO	3	1026.897337	342.299112	24.139 0.0000
BLOCO	3	83.098825	27.699608	1.953 0.1520
erro	21	297.784675	14.180223	
-----				
Total corrigido	31	8795.959550		
-----				
CV (%) =	12.55			
Média geral:	29.9937500	Número de observações:	32	
-----				

Análise de variância do rendimento do morangueiro

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
VARID	3	35.492500	11.830833	8.286 0.0008
INOCULO	1	7.031250	7.031250	4.925 0.0376
VARID*INOCULO	3	9.326250	3.108750	2.177 0.1208
BLOCO	3	3.382500	1.127500	0.790 0.5131
erro	21	29.982500	1.427738	
-----				
Total corrigido	31	85.215000		
-----				
CV (%) =	21.10			
Média geral:	5.6625000	Número de observações:	32	
-----				

Anexo 8. Variedades de morango



Figura 15. Variedades de morango





Figura 16. Aspecto visual da acção do botrytis cinerea em frutos do morango

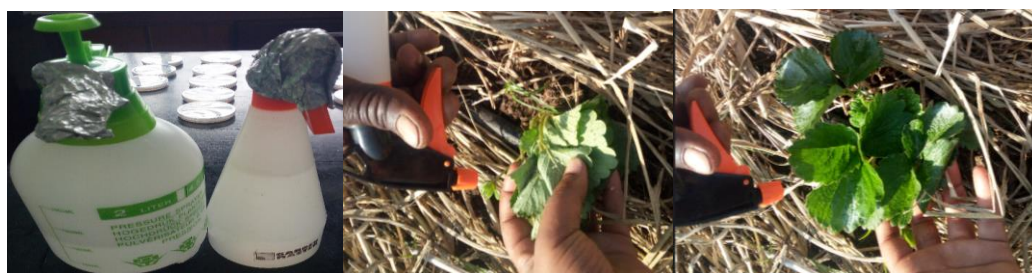


Figura 17. Inoculação das folhas de morango

Desenvolvimento de Instrumentos Para o Maneio Integrado do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) na cultura do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch)

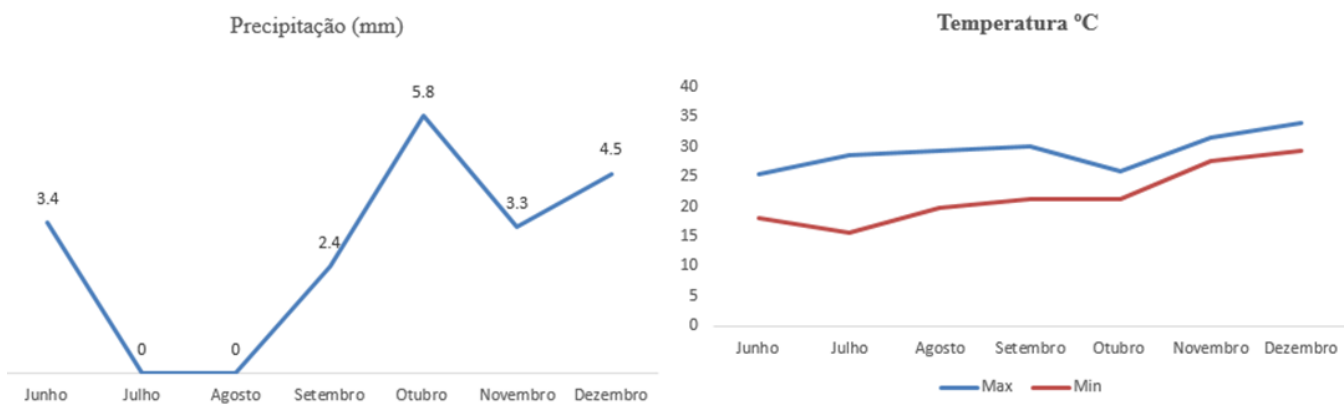


Figura 18. Dados climáticos (Estação Agrária de Umbelúzi)