



**JEFERSON FERNANDO DE OLIVEIRA**

**EFICIÊNCIA DO KIT ELETROSTÁTICO ACOPLADO A UM PULVERIZADOR  
COSTAL MANUAL NO CONTROLE DA MANCHA DE MICOSFERELA  
(*Mycosphaerella fragaria*) NA CULTURA DO MORANGO**

**INCONFIDENTES/ MG**

**2017**

**JEFERSON FERNANDO DE OLIVEIRA**

**EFICIÊNCIA DO KIT ELETROSTÁTICO ACOPLADO A UM PULVERIZADOR  
COSTAL MANUAL NO CONTROLE DA MANCHA DE MICOSFERELA  
(*Mycosphaerella fragaria*) NA CULTURA DO MORANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Me. Carlos Magno de Lima

**INCONFIDENTES/ MG**

**2017**

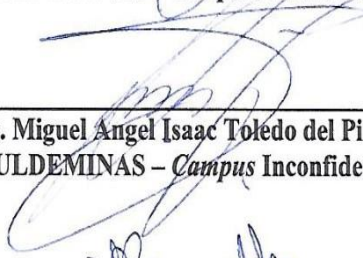
**JEFERSON FERNANDO DE OLIVEIRA**

**EFICIÊNCIA DO KIT ELETROSTÁTICO ACOPLADO A UM PULVERIZADOR  
COSTAL MANUAL NO CONTROLE DA MANCHA DE MICOSFERELA  
(*Mycosphaerella fragaria*) NA CULTURA DO MORANGO**

Data de aprovação: 23 de Novembro 2017



\_\_\_\_\_  
**Me. Carlos Magno de Lima**  
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*



\_\_\_\_\_  
**Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino**  
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*



\_\_\_\_\_  
**Dr. Hebe Perez de Carvalho**  
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Antônio e Francisca que sempre me apoiaram e me deram forças para não desistir e seguir firme até o final desta graduação. Com palavras de apoio e esperança de que o amanhã sempre será melhor que o hoje, não deixaram que eu desanimasse ou fraquejasse nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Aos meus irmãos Luiz Fábio e Wagner que sempre me apoiaram e de alguma forma estavam presentes quando precisei, agradeço sempre por ter vocês ao meu lado.

Ao meu amigo que partiu cedo demais, que é o responsável por tudo, foi quem me trouxe para conhecer a antiga Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes - MG e hoje lhe agradeço por tudo que está acontecendo em minha vida, o sentimento de gratidão a sua pessoa será eterno, muito obrigado Sandro Oraboni.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus primeiramente por me conceder saúde, me proteger e proporcionar este momento em minha vida, abrindo caminhos e guiando-me para que eu possa vencer os obstáculos que a vida apresenta.

Aos professores Carlos Magno, Miguel Toledo e Hebe Carvalho que contribuíram de forma grandiosa para minha aprendizagem durante todo este tempo de curso, toda paciência e orientação hoje se conclui neste trabalho, muito obrigado.

Aos meus colegas de sala que de alguma forma me ajudaram no decorrer destes anos contribuindo para minha aprendizagem e formação. A Elisa e ao Nilton Leno amigos que contribuíram em campo me ajudando no desenvolvimento deste trabalho muito obrigado.

A ela minha companheira de anos que me dá forças para continuar e faz com que meus dias se tornem mais felizes, Giordana Figueiredo muito obrigado por tudo, você fez a diferença e pode contar comigo sempre.

Ao pesquisador Aldemir Chaim da Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna SP por ter nos concedido o equipamento que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa, agradeço imensamente pela disponibilidade e ajuda.

Aos servidores José Roberto e Cláudio pela ajuda no desenvolvimento do projeto contribuindo com ideias que foram fundamentais para que a pesquisa fosse concluída, muito obrigado.

A todos servidores e colaboradores do Instituto que contribuíram para minha formação durante este período em que estive em Inconfidentes, agradeço pelas aulas, pelos ensinamentos, pelas conversas meu muito obrigado a todos.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	2
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	4
2.1 A CULTURA DO MORANGO .....	4
2.2 MANCHA DE MICOSFERELA ( <i>Mycosphaerella fragaria</i> ) NA CULTURA DO MORANGO .....	5
2.3 O USO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS .....	6
2.4 ASPECTOS RELACIONADOS À PULVERIZAÇÃO .....	7
2.5 PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA .....	8
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	13
3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	13
3.3 OBTENÇÃO E INOCULAÇÃO DO PATÓGENO .....	14
3.4 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	16
3.5 MANEJO DAS PULVERIZAÇÕES .....	16
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS .....	18
3.7 ANÁLISE DE DADOS .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
4.1 NÚMERO DE FRUTOS .....	22
4.2 MASSA DE FRUTOS .....	24
4.2 INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA .....	26
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

## RESUMO

O início da pulverização de agrotóxicos surgiu devido à necessidade dos agricultores de controlar as pragas das lavouras para elevar a produtividade e suprir a demanda de alimentos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o kit de pulverização eletrostática acoplado a um pulverizador costal manual no controle da mancha de micoserela (*Mycosphaerella fragaria*) na cultura do morango cultivar Portola. O trabalho foi conduzido a partir da inoculação artificial da mancha de micoserela em plantas de morango que foram dispostas em vasos sob bancada em estufa. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) composto por 5 tratamentos: testemunha, água convencional, água eletrostática, calda convencional e calda eletrostática e 6 repetições totalizando 30 parcelas onde cada parcela foi constituída de uma planta. Avaliou-se a produtividade (número e peso de frutos) ao decorrer de quatro floradas, incidência e severidade da doença ao decorrer de cinco datas diferentes. De acordo com a análise dos dados para produtividade número e massa de frutos não houve diferença significativa entre os tratamentos. Para Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI) e Severidade (AACPS) o tratamento calda eletrostática apresentou diferença significativa dos demais tratamentos com menores médias de avaliação.

**Palavras-chaves:** Tecnologia de Aplicação. Gotas. Carga. Uniformidade.

## **ABSTRACT**

The beginning of pesticides pulverization was due to farmers' need to control pests to raise yields and supply the food demand. The objective of this work was to evaluate the electrostatic pulverization kit coupled to a manual pulverizer controlling *Mycosphaerella fragaria* on strawberry variety Portola. The work was conducted from the artificial inoculation of *Mycosphaerella fragaria* on strawberry plants that were arranged in pots on a greenhouse. The experimental design was completely randomized, composed of 5 treatments: control, conventional water, electrostatic water, conventional syrup and electrostatic syrup and 6 replications totaling 30 plots, where each was consisted of one plant. The productivity (number and weight of fruits) was evaluated during the course of four flowering while incidence and severity of disease was evaluated during five different dates. According to the data analysis for fruit number and weight, there was no significant difference between the treatments. For the variables incidence and severity of disease, the electrostatic syrup treatment showed a significant difference in relation to the other treatments with lower values.

**Key words:** Technology. Application. Drops. Charge. Uniformity.



## **1 INTRODUÇÃO**

O modelo agrícola adotado pelo Brasil visa aumentar a produtividade das lavouras sem expandir suas áreas, portanto as grandes produções agrícolas ainda estão subordinadas ao intenso uso de agrotóxicos para atingir produções desejadas, em que se busca sempre a maior rentabilidade.

Os agrotóxicos utilizados na produção nacional são justificados pela grande incidência de pragas que podem causar danos na ordem de 10 a 40% reduzindo a produtividade e qualidade das lavouras (FERREIRA, 2015).

O uso exacerbado de agrotóxicos está vinculado quase em sua totalidade à forma de aplicação destes, pois mais da metade dos produtos aplicados não atingem o alvo tendo como consequência a contaminação dos recursos naturais e da população. Neste sentido, novas tecnologias de aplicação devem ser desenvolvidas e estudadas a fim de minimizar as perdas durante as pulverizações.

A demanda por tecnologias que minimizem os custos de produção é crescente, o foco principal da produção agrícola é aumentar a eficiência de cultivo, seja com melhoramento genético de plantas, com investimentos em mecanização agrícola ou com utilização de agricultura de precisão. O caminho é reduzir os custos operacionais e de produção e aumentar a lucratividade visando sempre uma agricultura sustentável.

Neste sentido o desenvolvimento e estudo da pulverização eletrostática que visa reduzir o tamanho de gotas e induzir uma força extra as mesmas por meio de eletrificação de gotas por meio de dispositivos especiais, para que atinjam o alvo com maior eficiência,

proporciona o controle da praga com maior eficácia reduzindo o número de aplicações e as possíveis perdas por deriva.

A pulverização eletrostática estabelece uma opção viável para os agricultores, com intuito de reduzir os custos com agrotóxicos e os possíveis impactos ambientais causados quando estes são aplicados de maneira errônea.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do kit eletrostático no controle da mancha de micosfarela (*Mycosphaella fragariae*) na cultura do morango cultivar Portola, analisando-se o número e a massa de frutos e a incidência e severidade da doença.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A CULTURA DO MORANGO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) pertence à família das rosáceas, é uma planta nativa de clima temperado da Europa e das Américas. O morango origina-se de uma flor com vários ovários por esse motivo recebe o nome de pseudofruto. O pseudofruto possui inúmeros aquênios, verdadeiros frutos popularmente chamados de sementes, que são pequenos pontos escuros e a porção suculenta se origina do receptáculo floral (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011).

Conforme Bertalot et al. (2012) a cultura do morango é exigente em nutrientes e possui boa adaptação e alta produtividade em solos bem drenadas, ricos em matéria orgânica e bem estruturados fisicamente. Solos do tipo areno-argilosos constituem boa alternativa para produção da cultura.

Segundo Antunes (2017) a cultivar Portola é bem adaptada para cultivo no verão e é própria para consumo *in natura*. Originária da Califórnia é proveniente do cruzamento entre as cultivares Caminho Real x Ventana. Possui alta produtividade e por ter um florescimento intenso necessita de um manejo nutricional equilibrado, é pouco resistente a mancha das folhas, ou mancha de micoserela.

O morango cultivar Portola é considerado neutro, ou seja, a cultivar independe do fotoperíodo para florescimento e produção de frutos, reagindo, portanto, sexualmente tanto a dias longos como em dias curtos de maneira igual. Existem também cultivares de dias curtos que diferenciam suas gemas quando os dias são mais curtos, com período inferior a 14 horas de

luz por dia e cultivares de dias longos que diferenciam suas gemas preferencialmente em dias longos (DIAS, 2013).

Nannetti e Souza (1999) recomendam corrigir a saturação por bases do solo elevando-a para 80%, recomendam também elevar o teor de magnésio no solo para valores acima de  $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  sendo o morango uma cultura que necessita de elevados teores de cálcio e magnésio para obter boa floração e produção de frutos. Conforme o objetivo da produção, seja indústria ou mesa recomenda-se um espaçamento de plantio, indústria  $0,25 \times 0,25$  metros e morango cultivado para mesa recomenda-se  $0,30 \times 0,30$  metros.

De acordo com Palha (2007), atualmente a produção de morango ocorre durante todo o ano devido à grande variabilidade de cultivares existentes e adaptadas as mais diversas condições climáticas.

Dados da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG, 2017) mostram que a maior produção atual de morangos no país se concentra no estado de Minas Gerais, onde a região Sul do estado está com previsão de produzir quase 100 mil toneladas de morango no ano de 2017, número que representa acréscimo de 23% a mais em relação à safra do ano de 2016.

## 2.2 MANCHA DE MICOSFERELA (*Mycosphaerella fragaria*) NA CULTURA DO MORANGO

Segundo Modolo et. al (2008), dentre as várias doenças que acometem a produção de morangos no Brasil a mancha de micosferela figura como uma das mais importantes devido sua ocorrência generalizada em todas as regiões produtoras de morango. Essa doença causa danos foliares pela formação de lesões nos tecidos com potencial de causar perdas que chegam até 100%.

Segundo Simon, Meneguzzo e Calgaro (2005), a mancha das folhas tem seu desenvolvimento afetado pelas condições climáticas, no caso de temperatura e umidade relativa do ar alta a doença é amplamente disseminada, atacando folhas, frutos, cálice e pecíolo. Os sintomas iniciais são pequenas manchas arredondadas de coloração púrpura que posteriormente se desenvolvem ficando com coloração amarronzada e o centro acinzentado.

A mancha de micosferela é uma das mais importantes e frequentes doenças que acometem a cultura do morangueiro, quando ocorre ataque intenso e as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento do fungo, a doença pode reduzir significativamente a área fotossintética da planta causando sérios danos a produção e qualidade dos frutos. A doença apresenta sintomas de manchas arredondadas nos folíolos de coloração acinzentada e halo avermelhado ao seu entorno, com o avanço da doença as manchas podem coalescer abrangendo toda superfície foliar causando o seca e morte das folhas (TOFOLI; DOMINGUES, 2005).

Conforme descrito por Costa, Ventura e Lopes (2011) ocorre com maior intensidade nos períodos que compreendem os meses de setembro a outubro. Manejos que contribuem para maior incidência da doença são os espaçamentos inadequados e a irrigação por aspersão.

Bertalot et. al (2012) cita que o problema fitossanitário pode ser reduzido ou controlado tomando cuidados como utilizar mudas sadias para plantio, realizar irrigação por gotejamento evitando o excesso de umidade, realizar pulverizações de fungicidas preventivos, realizar plantio de variedades resistentes, evitar plantio em locais mal drenados e úmidos e por fim realizar a rotação de cultura. Recomenda-se sempre que retirado o morango da área realizar o plantio de outras espécies não hospedeiras a fim de reduzir ou eliminar a presença do inoculo.

### 2.3 O USO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

De acordo com Luchini e Andréa (2000) citado por Ferreira et al. (2011), a contaminação ambiental pelo mau uso de produtos fitossanitários geram grandes preocupações pois são expressivos os danos causados por estas substâncias ao meio ambiente e aos ecossistemas terrestres, existindo assim a necessidade de se avaliar o comportamento e destino dessas substâncias comumente utilizadas na agricultura.

Segundo Cunha et al. (2004), as aplicações podem atingir o efeito desejado, contudo de forma ineficiente pelo não emprego de técnicas e/ou equipamentos adequados. O uso correto desses mecanismos aliados a boa condição climática no momento das aplicações reduz a quantidade de ingrediente ativo lançado no ambiente além de aumentar a eficiência das pulverizações.

Em um experimento realizado com a cultura feijão as perdas de agrotóxico atingiram cerca de 59% por deriva ou evaporação, 18% sofreram escoamento atingindo o solo e 23% atingiram a planta (CHAIM; VALARINI; PIO, 2000).

Santos (2017) cita que pontas de pulverizadores desgastadas com orifício de quebra de gotas irregular, bem como equipamentos mal regulados podem ocasionar perdas superiores a 50% do produto aplicado, resultando na baixa eficiência do produto no controle do patógeno, no aumento do custo com reaplicações e principalmente na contaminação ambiental em grande escala.

Friedrich (2004) citado por Ferreira et al. (2011) apresenta uma estimativa de que cerca de 50% dos produtos fitossanitários sejam desperdiçados devido às más condições de aplicação. Estas más condições incluem condições climáticas inadequadas e equipamentos mal regulados.

#### 2.4 ASPECTOS RELACIONADOS À PULVERIZAÇÃO

A escolha do conjunto de pulverização envolve diversos parâmetros como, o tamanho da gota, velocidade de aplicação, volume da calda, pressão de trabalho, formulação dos produtos e o alvo além de fatores ambientais que afetam a eficácia da pulverização (CUNHA; BUENO; FERREIRA, 2010).

Os bicos de pulverização são o conjunto completo composto pelo corpo, capa, filtro e ponta de pulverização acoplado a qualquer equipamento pulverizador e devem ser cuidadosamente selecionados conforme o produto e a cultura em que será realizada a aplicação. A ponta de pulverização é o componente que irá realizar a quebra das gotas no momento da aplicação, sendo responsável pelo número, tamanho e forma das gotas. As principais pontas utilizadas na aplicação de agrotóxicos são classificadas conforme a forma de jato produzido e o tamanho de gotas gerada, deste modo existe o jato cônico vazio e o jato plano (leque), sendo regra de modo geral utilizar pontas jato cônico vazio para aplicação de fungicidas, acaricidas e bactericidas e utilizar pontas jato plano (leque) para aplicação de herbicidas (SANTOS, 2017).

Viana et al. (2010) descreve que gotas de pequeno diâmetro proporcionam maior deposição do produto no alvo, todavia aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva

em condições de temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento. Por outro lado, a utilização de gotas com maior diâmetro reduz o risco de deriva, todavia dificulta a aderência às superfícies das folhas e por fim podem terminar no solo.

De acordo com Cunha, Bueno e Ferreira (2010) é ideal que durante as aplicações as gotas sejam homogêneas. Nos pulverizadores que operam com pressão hidráulica a formação de gotas é desuniforme dificultando a cobertura do alvo. É necessário conhecer as características das pontas, visando à sua correta seleção acarretando em aplicações eficientes e ambientalmente seguras.

Conforme Vargas e Gleber (2005) as condições climáticas durante a pulverização de produtos fitossanitários são fator decisivo para sucesso das aplicações sendo que para se obter boa absorção e translocação de produtos e para se ter boa pulverização e deposição de gotas no alvo devem-se respeitar as seguintes condições: temperatura média de 20 a 30°C, umidade relativa do ar de 70 a 90 % e velocidade do vento de 6 a 10 km hora<sup>-1</sup>.

Chaim e Wadet (2011) descreve que a densidade de gotas, ou número de gotas por cm<sup>2</sup> depositados sob a superfície das plantas ditam se o controle do patógeno será ou não eficiente. De acordo com os autores a associação entre a ponta de pulverização, pressão e velocidade de trabalho irão definir qual será a deposição no momento da aplicação. Para aplicação de fungicidas no controle de doenças a densidade aceitável na calibração dos equipamentos para aplicação varia entre 50 a 70 gotas por cm<sup>2</sup>, sendo considerado ideais densidade acima de 70 gotas por cm<sup>2</sup> com tamanho variando de 200 a 300 µm de diâmetro.

Sendo assim, não há necessidade de molhar completamente a superfície das folhas, pois tal ato causaria o escorrimento e desperdício do produto aplicado além do alto nível de contaminação ambiental.

## 2.5 PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA

Conforme Chaim (2006) uma possível solução para minimizar as perdas de defensivos é a redução do tamanho de gotas e adição de uma força extra para que elas sejam atraídas para o alvo de maneira rápida e completa. Por meio de dispositivos especiais as forças

elétricas podem ser introduzidas para controle dos movimentos dessas gotículas, inclusive contra a gravidade estabelecendo um fluxo contínuo em direção ao alvo.

De acordo com autor supracitado para entender como ocorre a interação entre gotas eletrificadas e o alvo é necessário atentar a duas leis básicas da eletrostática:

“a primeira lei diz que cargas com polaridades opostas se atraem e semelhantes se repelem. A segunda lei diz que a carga de um corpo ou nuvem de partículas carregadas induzirá uma carga elétrica igual e oposta em outro corpo condutor aterrado próximo. Gotas de uma nuvem carregada próximas a um corpo aterrado apresentarão tendência a de se movimentarem seguindo as linhas de fluxo em virtude a primeira lei citada. ”

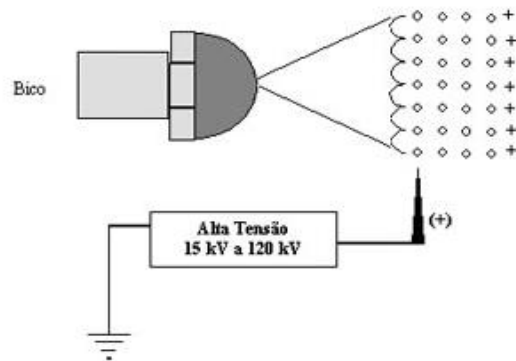
Conforme Serra (2007) a técnica de pulverização eletrostática já é utilizada na indústria há vários anos como na pintura eletrostática de automóveis, porém, na agricultura, a falta de equipamentos portáteis com alta voltagem dificultou o uso desta técnica no controle de pragas e doenças.

Magno Júnior et al. (2011) afirmam que a eficiência da pulverização eletrostática depende de fatores como a tensão superficial da calda, sistema de eletrificação de gotas, campo eletrostático, relação carga/massa, tamanho e velocidade das gotas. Citam também que a técnica pode reduzir a contaminação ambiental, aumentar a eficiência de controle, reduzir o volume de calda utilizado e realizar os manejos fitossanitários com menores custos comparado a pulverização convencional.

Chaim e Wadt (2015) explicam que a eficiência da pulverização eletrostática está diretamente relacionada ao processo utilizado para eletrificação das gotas. A seguir estão citados os principais meios de eletrificação de gotas descritos pelos autores. A Figura 1 mostra a eletrificação de gotas por “efeito corona” no qual um eletrodo com formato pontiagudo possuindo tensões elevadas ioniza o ar gerando assim cargas que ficam livres ao seu entorno, as gotas geradas pelo bico se chocam com estas cargas e ficam eletricamente carregadas. A eletrificação por “efeito corona” deve ser realizada com gotas inferiores a 20 micrômetros, onde gotas com tamanho superior não adquirem carga suficiente para aumento da eficiência de deposição.



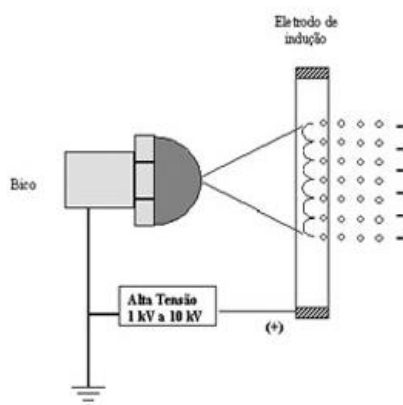
Figura 1 – Eletrificação por “efeito corona”.



Fonte: Chaim e Wadt (2015).

Outra maneira descrita pelos autores é o processo de carga por indução com eletrificação indireta como mostra na Figura 2 a seguir, no qual o líquido, ou seja, a calda é mantida aterrada, com voltagem igual a zero. Neste processo faz-se a utilização de um eletrodo de indução posicionado na borda do jato onde se forma um campo eletrostático pelo qual as gotas irão passar e adquirir a carga com polaridade contrária à do eletrodo de indução. Para este processo o eletrodo deve ser posicionado a uma distância mínima segura para evitar ao máximo a atração das gotas carregadas com polaridade oposta que podem causar o molhamento e redução da eficiência de indução, além de evitar centelhas de descarga entre o eletrodo e o líquido.

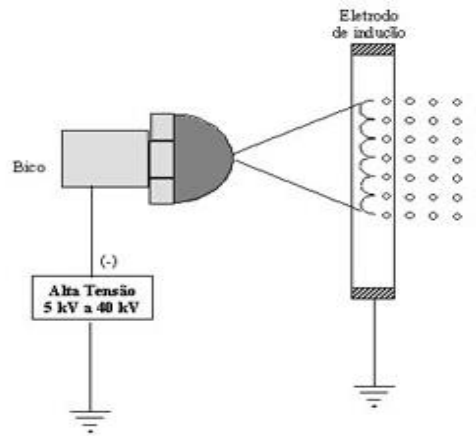
Figura 2 – Sistema de indução com eletrificação indireta.



Fonte: Chaim e Wadt (2015).

Existe também o sistema de indução com eletrificação direta como mostra a Figura 3, neste o líquido ou o bico de pulverização recebe cargas de alta tensão. Este sistema possui um eletrodo aterrado que promove a formação de um campo eletrostático fazendo assim que as gotas sejam pulverizadas e carregadas com as cargas formadas no campo.

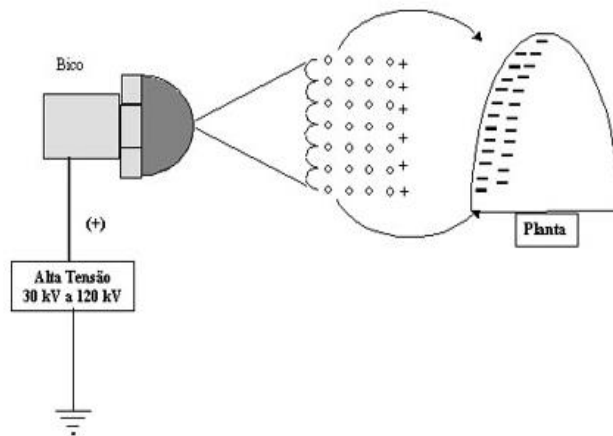
Figura 3 – Sistema de indução com eletrificação direta.



Fonte: Chaim e Wadt (2015).

No sistema de indução com eletrificação direta que utiliza um eletrodo aterrado para formar o campo eletrostático, há a possibilidade de realizar a indução sem o eletrodo aterrado, onde indução ocorre entre a planta e jato de gotas mantido em alta tensão Figura 4. Uma vantagem é a dispensa do eletrodo de indução, por outro lado quando se utiliza este sistema a intensidade de carga das gotas estará sujeita a tensão aplicada a calda e a distância entre o bico de pulverização e planta, o bico deverá ser utilizado de 20 a 40 cm de distância da planta e a calda deverá receber cerca de 20.000 volts.

Figura 4 – Sistema de indução com eletrificação direta sem eletrodo de estabilização.



Fonte: Chaim e Wadt (2015).

Assim a pulverização eletrostática torna-se uma promissora tecnologia para redução do uso de agrotóxicos bem como na diminuição da contaminação do meio ambiente, além de proporcionar maior controle de pragas devido a maior eficiência de deposição de gotas durante a aplicação dos agrotóxicos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi conduzido no setor de olericultura da Fazenda escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - *Campus* Inconfidentes em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Meio Ambiente Jaguariúna – SP. O município de Inconfidentes está situado a 855 m de altitude, a 22°18'47'' de latitude Sul e 46°19'54,9'' de longitude Oeste (LIMA, 2008). O clima da região é do tipo subtropical de altitude, classificado como mesotérmico de inverno seco (Cwb). Apresenta temperatura e precipitação média anual de 19,3°C e 1.411 mm respectivamente (Brasil, 1992; FAO, 1985).

#### 3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O plantio das mudas de morangos foi realizado em vasos com capacidade de 8 litros, o solo utilizado para plantio foi coletado em canteiros do setor de olericultura do *Campus*. Realizou-se a análise de solo (Anexo – A) 20 dias antes do transplante das mudas para recomendação das adubações de transplante e produção das mudas.

De posse dos resultados da análise de solo a adubação de plantio e cobertura para formação do morangueiro foi realizada conforme a recomendação proposta por (NANNETTI; SOUZA, 1999).

Para adubação de plantio utilizou-se 180 gramas de esterco de curral curtido, 5 gramas de ureia, 2 gramas de Cloreto de potássio e 5 gramas de superfosfato simples por vaso. A adubação nitrogenada foi realizada aplicando-se 16% da dose 10 dias antes do transplante e parcelando o restante em três aplicações de 28% da dose a cada 15 dias após o transplante das mudas. Para fósforo realizou-se aplicação total da dose no momento do transplante das mudas e para o potássio aplicou-se 70% da dose 10 dias antes do transplante, parcelando o restante em duas aplicações de 15% da dose.

O fornecimento de micronutrientes foi realizado com o fertilizante foliar Torque Plus, iniciando as pulverizações a partir da primeira florada com intervalos de 20 dias.

As mudas de morango utilizadas para o desenvolvimento do projeto foram da cultivar Portola, certificadas com raízes nuas resfriadas provenientes do Chile, doadas pela agropecuária Casa Rural da cidade de Bueno Brandão – MG. Realizou-se o transplante das mudas para os vasos no mês de agosto de 2016, estas ficaram acondicionados sob bancada de madeira em estufa durante toda a condução do experimento período compreendido entre agosto de 2016 a abril de 2017.

A irrigação, adubação de produção e as pulverizações no controle de outras pragas, exceto o manejo da mancha de micosferela, foram realizadas de maneira igualitária para todos os tratamentos estabelecendo as mesmas condições de cultivo para todas as plantas.

### 3.3 OBTENÇÃO E INOCULAÇÃO DO PATÓGENO

O inóculo de *Mycosphaerella fragaria* foi obtido de folhas de morango cultivar Portola, infectadas coletadas em lavouras do município de Bueno Brandão – MG no início do mês de setembro de 2016. Em laboratório realizou-se a lavagem das folhas com detergente e água destilada/esterilizada. Em seguida as folhas foram acondicionadas em câmara úmida em temperatura ambiente durante 6 dias para que ocorresse a esporulação do patógeno como disposto na Figura 5.

Figura 5 – Câmara úmida para esporulação do patógeno, Inconfidentes – MG, 2016.



Fonte: Do autor (2016).

Para a elaboração da câmara úmida as folhas foram dispostas em bandejas de plásticos juntamente com uma porção de algodão previamente umedecidos e posteriormente fechadas com sacos plásticos transparentes.

A esporulação do patógeno foi verificada por meio da montagem de lâmina para observação no microscópio óptico. Após a esporulação do patógeno, realizou-se a extração do esporos das lesões com auxílio de um pincel de ponta fina, passando-o sob as lesões e lavando-o em água destilada/esterilizada para formação de uma suspensão concentrada de esporos mensurada em câmara de Neubauer.

A inoculação do patógeno foi realizada utilizando um borrifador de plástico manual com capacidade de 500 mililitros, pulverizando a suspensão de conídios do patógeno na concentração de  $1 \times 10^6$  esporos/ml sobre todas as plantas, 26 dias após o transplante. Em seguida as plantas foram cobertas com um plástico transparente por 12 horas com o propósito de manter a umidade na superfície nas folhas facilitando a infecção do patógeno, Figura 6.

Figura 6 – Inoculação do patógeno em plantas de morango, Inconfidentes – MG, 2016.



Fonte: Do autor (2016).

### 3.4 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

O experimento foi constituído de 5 tratamentos, sendo:

- Testemunha, em que as plantas não receberam nenhuma pulverização.
- Água convencional, no qual as plantas receberam a pulverização de água pura sem carga, ou seja, kit eletrostático desligado.
- Água eletrostática, no qual as plantas receberam a pulverização de água pura com carga do kit eletrostático ligado.
- Calda convencional (amistar WG, folicur ou caramba 90) no qual as plantas receberam a pulverização da calda sem carga, ou seja, kit eletrostático desligado.
- Calda eletrostática (amistar WG, folicur ou caramba 90) no qual as plantas receberam a pulverização da calda com carga do kit eletrostático ligado.

### 3.5 MANEJO DAS PULVERIZAÇÕES

As pulverizações se iniciaram logo após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, cerca de 20 dias após o processo de inoculação, cada parcela foi pulverizada individualmente. No momento da aplicação dos tratamentos cada vaso foi retirado da bancada e disposto no chão para receber a pulverização, utilizou-se um fio de alumínio como

aterramento, pois os vasos são constituídos de material plástico, e para que ocorra a indução entre a nuvem carregada e as plantas estas devem estar aterradas.

Utilizou-se no controle da mancha de micosferela, os seguintes fungicidas amistar WG, folicur e caramba 90 recomendados para cultura do morango conforme o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), sempre intercalando os grupos químicos entre as aplicações (AGROFIT, 2017).

As pulverizações foram realizadas semanalmente, com a utilização do pulverizador costal manual Magnojet PMJ (M802) com capacidade de 10 litros. O equipamento trabalhou com duas pontas MGA 90°, que possuem jato cônico aberto e ângulo de 90° com vazão aproximada de 0,19 litros por minuto, trabalhando a 45 libras de pressão com auxílio de uma válvula reguladora de pressão e vazão que foi adaptada na barra de pulverização. Adaptou-se também o kit eletrostático doado pela Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, responsável pela eletrificação das gotas no momento da aplicação, conforme a Figura 7.

O kit eletrostático é composto por uma caixa capacitor que opera com duas pilhas AA de 1,5 volts de tensão e dois bocais de indução eletrostático. A caixa capacitor tem o potencial de gerar de 4000 a 5000 volts no eletrodo de indução que fica posicionado no bico de pulverização. O sistema utilizado para o desenvolvimento do experimento foi o sistema de indução com eletrificação indireta.

Para realização das pulverizações, adaptou-se um cabo de aço fino que possui a função de aterramento da calda dentro do tanque do pulverizador, onde este fio fez a ligação da calda com o solo, para ocorrer o processo de indução com eletrificação indireta a calda precisa estar aterrada.



Figura 7 – Pulverizador Magnojet costal manual com kit eletrostático, Inconfidentes – MG 2017.



Fonte: Do autor (2017).

### 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS

As parcelas experimentais foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 6 repetições, totalizando 30 parcelas, sendo cada parcela constituída de uma planta.

Realizou-se a avaliação do número e peso frutos, incidência e severidade da doença. A produção foi monitorada durante quatro floradas do morangueiro aproximadamente 7 meses de produção, anotando-se o número e o peso dos frutos de cada parcela em todas as colheitas, com auxílio de uma balança digital modelo sf-400 com capacidade para 5 kg (Figura 8). As colheitas ocorreram semanalmente sempre que os frutos se apresentavam em estágio de maturação completa.

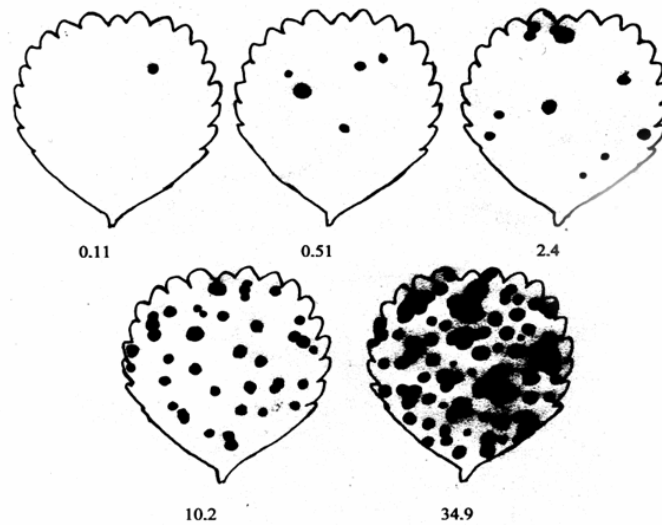
Figura 8 – Monitoramento da produtividade dos tratamentos, Inconfidentes – MG, 2017.



Fonte: Do autor (2017).

As análises de incidência e severidade de doenças foram realizadas em 5 datas diferentes ao decorrer do ciclo de produção. As datas de avaliação tiveram intervalos de 15 a 20 dias entre si, nas quais efetuou-se o monitoramento de 5 folíolos atacados de cada parcela. A incidência foi determinada pelo percentual de folíolos atacados em relação ao total de folíolos avaliados por parcela. A severidade foi determinada em 5 folíolos de cada parcela utilizando-se a escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de micosferela em morangueiro elaborada por Mazaró et al. (2006) como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Escala diagramática para avaliação severidade de micosferela nos folíolos de morango, Inconfidentes – MG, 2017.



Fonte: Do autor (2017).

Com base nos valores obtidos foi determinada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI) e da Severidade (AACPS) determinada pela equação proposta por Campbell e Madden (1990) citado por (GONÇALVES et al. 2012).

$$\text{AACPI e ou AACPS} = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] [X_{i+1} - X_i]$$

Em que:

$Y_i$ : Incidência ou Severidade da doença (nota por parcela em %) na  $i$ ésima observação;

$Y_{i+1}$ : Incidência ou severidade da doença na época de avaliação  $i+1$ ;

$X_i$ : tempo em dias na  $i$ ésima observação;

$X_{i+1}$ : época de avaliação  $i+1$ ;

$n$ : número total de observações.

### 3.7 ANÁLISE DE DADOS

Os dados de produtividade para número e peso de frutos foram analisados em DIC com Esquema Fatorial 5x4, sendo cinco tratamentos (testemunha, água convencional, água eletrostática, calda convencional e calda eletrostática) e quatro períodos de florada (I, II, III e IV) em que as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott com 5% de nível de significância.

Para análise da incidência e severidade utilizou-se o DIC, com cinco tratamentos (testemunha, água convencional, água eletrostática, calda convencional e calda eletrostática) e seis repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com 5% de nível de significância.

A análise estatística do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 NÚMERO DE FRUTOS

Conforme o resumo do quadro de análise de variância Tabela 1, observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos e na interação tratamentos versus floradas para variável número de frutos. Quando realizado o desdobramento das floradas nota-se que houve diferença significativa.

Tabela 1 – Resumo do quadro da análise de variância para número de frutos por planta de morango cultivar Portola, Inconfidentes – MG, 2017.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	4	610.1333	152.5333	1.454	0.2218 <sup>ns</sup>
Florada	3	24274.5666	8091.5222	77.155	0.000**
Tratamento * Florada	12	2253.93333	187.82777	1.791	0.0596 <sup>ns</sup>
Erro	100	10487.9666	104.87333		
Total corrigido	119	37625.9666			
CV (%)=	36.55				
Média geral:	28.0166				Número de observações: 120

\*\* 1% de significância, \* 5% de significância, <sup>ns</sup> Não significativo.

Quando realizado o desdobramento para os tratamentos, constatou-se que todos apresentaram o mesmo comportamento na produção, sendo verificado maiores médias de número de frutos na florada III e menores na florada I. A menor média na florada I é compreendida pelo desenvolvimento incompleto e florescimento precoce da cultivar, sendo que as plantas não possuíam estrutura formada para boa produção de frutos. Os dados referentes ao número de frutos podem ser observados nas Tabela 2.

Tabela 2 – Média do número de frutos por planta de morango cultivar Portola, produzidos durante as floradas avaliadas, Inconfidentes – MG, 2017.

Tratamentos	FLORADAS				Médias
	I	II	III	IV	
Testemunha	5,33 Ca	27,50 Ba	46,16 Aa	26,16 Ba	26,28
Água convencional	7,16 Ca	37,83 Aa	33,66 Ab	20,16 Ba	24,70
Água eletrostática	5,50 Ca	34,66 Ba	47,66 Aa	26,33 Ba	28,54
Calda convencional	6,50 Ca	34,00 Ba	51,50 Aa	32,00 Ba	31,00
Calda eletrostática	7,83 Da	24,00 Ca	52,16 Aa	34,16 Ba	29,53
Médias	6,46	31,60	46,23	27,76	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si com 5% de nível de significância pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2017).

A produção das plantas em número de frutos corrobora com valores obtidos por Watthier et al. (2011) as quais produziram cerca de 38 frutos por planta de morango da cultivar Portola entre os meses de setembro a outubro. No presente experimento realizando-se média de produção durante o período mais produtivo encontrou-se uma produção de 46,3 frutos por planta.

Carvalho et al. (2011) avaliando a produtividade de cultivares de morango de dia neutro, obteve valores médios para cultivar Portola de 26 frutos por planta em um período correspondente a 5 meses de produção, no presente experimento a média durante aproximadamente 6 meses de produção foi de 28,01 frutos por planta. Os autores avaliaram também a produtividade em (g) por planta onde constataram o valor de 449,9 gramas de morango por planta, valores próximos aos encontrados no experimento durante as floradas mais produtivas como pode ser observado nos resultados de massa de frutos.

## 4.2 MASSA DE FRUTOS

Conforme o resumo do quadro da análise de variância tabela 3, nota-se que não houve diferença significativa para tratamento e para interação tratamento versus floradas. Para variável massa de frutos houve diferença significativa quando realizado o desdobramento das floradas.

Tabela 3 – Resumo do quadro da análise de variância para massa de frutos por planta de morango cultivar Portola, Inconfidentes – MG, 2017.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	4	135756.6166	33939.1541	2.011	0.0987 <sup>ns</sup>
Florada	3	3990076.9666	1330025.6555	78.802	0.0000**
Tratamento * Florada	12	373917.1166	31159.7597	1.846	0.0506 <sup>ns</sup>
Erro	100	1687813.0000	16878.1300		
Total corrigido	119	6187813.7000			
CV (%)=	38.20				
Média geral:	340.0500				Número de observações: 120

\*\* 1% de significância, \* 5% de significância, <sup>ns</sup>. Não significativo.

Conforme reduziu-se o número de frutos na florada IV, houve também um decréscimo no valor média da massa em gramas. Na florada III cada planta produziu em média 46,23 frutos com peso médio de 17,7 gramas, já na florada IV onde houve uma redução da produção justificado pelo maior ataque do patógeno, sendo que cada planta produziu em média 27,76 frutos com peso médio de 10,19 gramas por frutos, valor obtido devido aumento da severidade da doença e redução a área fotossintética das plantas acarretando em menor produtividade, como disposto na Tabela 4.

Tabela 4 – Massa dos frutos em (g), por planta de morango cultivar Portola, conforme as floradas avaliadas, Inconfidentes – MG, 2017.

Tratamentos	FLORADAS				Médias
	I	II	III	IV	
Testemunha	45,50 Ca	418,33 Aa	534,50 Aa	271,83 Ba	317,54
Água convencional	64,33 Ba	524,33 Aa	385,33 Ab	201,16 Ba	293,78
Água eletrostática	48,33 Ca	516,83 Aa	504,66 Aa	296,50 Ba	341,58
Calda convencional	53,50 Ca	459,50 Aa	569,00 Aa	335,33 Ba	354,33
Calda eletrostática	79,33 Ca	394,50 Ba	673,16 Aa	425,00 Ba	392,99
Médias	58,20	462,69	533,33	305,96	340,044

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si com 5% de nível de significância pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2017).

Oliveira et al. (2014) verificaram em um estudo a interação da cultivar com ambiente de produção, em condições de estufa utilizando a cultivar Portola obteve valores médios de 313,28 (g) de morango por planta com 6 meses de produção valor semelhante ao produzido no experimento que foi em média de 340,045 (g) por planta com período aproximado de 6 meses de produção.

Os resultados obtidos para produtividade podem ser fundamentados pelo tempo de avaliação, caso as avaliações continuassem por mais floradas, a tendência das plantas eram reduzir sua produtividade como observado no experimento.

A interrupção do experimento se deu devido ao ataque severo de antracnose do morango ‘flor preta’ causada pelo fungo *Colletrotrichum acutatum* Simmonds. O controle de antracnose se tornou inviável para experimento uma vez que os defensivos registrados para controle da doença no morango também controlavam a mancha de micosferela, interferindo assim nos tratamentos. O ataque da antracnose interferiu na produção das plantas a partir da quinta florada, sendo necessário parar as avaliações na quarta florada.



## 4.2 INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA

Conforme o resumo do quadro da análise de variância Tabela 4 e 5 para Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade (AACPS) respectivamente, observa-se que houve diferença significativa para os tratamentos empregados.

Tabela 4 – Resumo do quadro de análise de variância para AACPI, Inconfidentes – MG, 2017.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	4	7271233.3333	1817808.3333	10.128	0.0001**
Erro	25	4486983.3333	179479.3333		
Total corrigido	29	11758216.6666			
CV (%)=	6.67				
Média geral:	6351.6666				Número de observações: 30

\*\* 1% de significância, \* 5% de significância, <sup>ns</sup>. Não significativo.

Tabela 5 – Resumo do quadro de análise de variância para AACPS, Inconfidentes – MG, 2017.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	4	2256885.3906	564221.3476	18.538	0.0000**
Erro	25	760879.0299	30435.1611		
Total corrigido	29	3017764.4205			
CV (%)=	32.17				
Média geral:	542.2793				Número de observações: 30

\*\* 1% de significância, \* 5% de significância, <sup>ns</sup>. Não significativo.

O cálculo da (AACPI) e da (AACPS) mostra que o tratamento utilizando a calda eletrostática apresentou diferença significativa dos demais tratamentos sendo o mais efetivo na redução da incidência e da severidade da mancha de micosferela nas plantas de morango.

Para incidência não houve diferença significativa entre os tratamentos testemunha, água convencional, água eletrostática e calda convencional. Já para severidade o tratamento calda convencional proporcionou bom controle, entretanto a calda eletrostática apresentou menores valores de AACPS, expressando uma redução de 73% quando comparada a aplicação da calda convencional, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados médios da (AACPI) e (AACPS), obtida a partir de cinco avaliações de incidência e severidade da mancha de micosferela, Inconfidentes – MG, 2017.

Tratamentos	AACPDI	AACPDS
Testemunha	6761,66 b	770,17 c
Água convencional	6566,66 b	761,38 c
Água eletrostática	6545,00 b	737,09 c
Calda convencional	6501,66 b	348,42 b
Calda eletrostática	5383,33 a	94,31 a

Observação: médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si com 5% de nível de significância pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Do autor (2017).

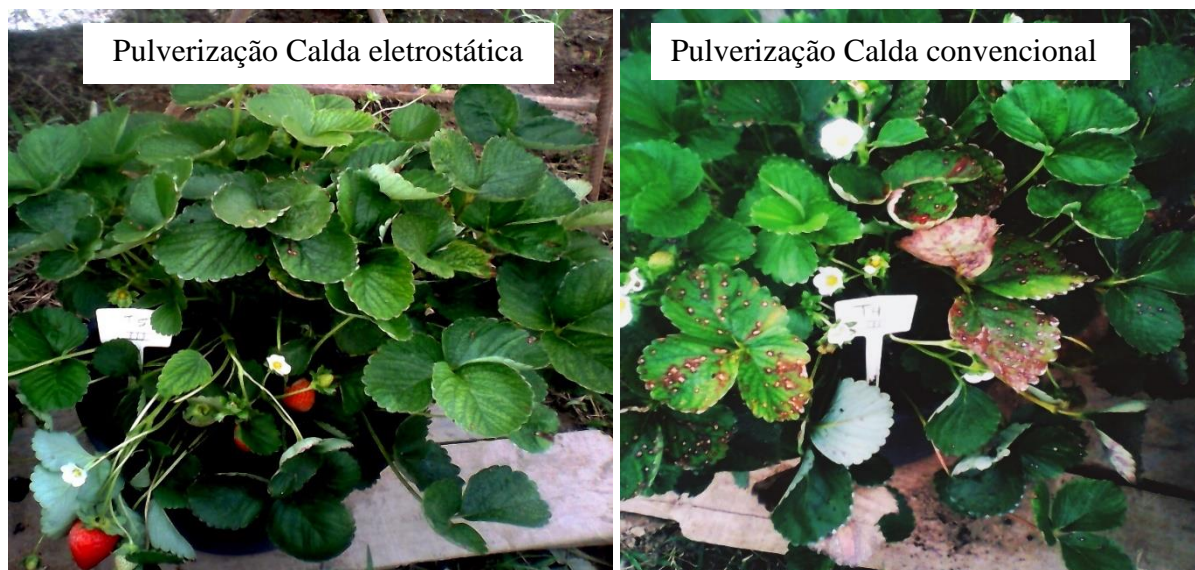
Chaim et al. (2002) avaliaram um bocal eletrostático adaptado em um pulverizador motorizado e constataram que o equipamento aumentou para 62% o nível de deposição de gotas, fazendo com que o alvo fosse atingindo de forma eficiente pelo produto, além de reduzir a deriva e contaminação do meio ambiente.

Em um estudo realizado por Serra (2007) verificando a deposição e a eficiência da pulverização eletrostática no controle de ácaro na cultura do crisântemo, observou que o sistema de pulverização eletrostática aumentou cerca 2,5 vezes a deposição de gotas no ápice das plantas em relação a pulverização convencional, obtendo um nível satisfatório de controle da praga.

Heling, Kuhn e Stangarlin (2014), realizando um estudo comparando diferentes caldas biológicas com uma calda com produto químico de princípio ativo azoxistrobina, do grupo químico das estrobirulinas no controle da mancha de micosferela no morango, e encontraram valores de AACPS de 367,62 valor próximo ao encontrado com o tratamento calda convencional 348,42.

A diferença visual entre os tratamentos pode ser observada na Figura 10, onde comparou-se uma planta que recebeu a pulverização com o equipamento eletrostático ligado, tratamento calda eletrostática versus o tratamento calda convencional, sendo possível verificar a diferença quanto a incidência e severidade da doença em ambas as plantas.

Figura 10 – Diferença entre o tratamento calda eletrostática versus o tratamento calda convencional em plantas de morango, Inconfidentes, MG, 2017.



Fonte: Do autor (2017).

Diante disso pode-se inferir que o sistema de pulverização eletrostática promoveu maior cobertura durante a aplicação, reduzindo a incidência e severidade da doença o que promove maior tempo de vida útil a planta. Outra vantagem do sistema é o baixo volume de calda aplicado, uma vez que as pontas utilizadas nas aplicações com este sistema foram pontas de baixa vazão, acarretando um maior carregamento das gotas e consequentemente grande eficiência na deposição destas gotículas. Neste sentido, além de maior controle da doença reduziu-se também o volume de agrotóxicos lançados no ambiente.

## **5 CONCLUSÃO**

Para número e peso de frutos não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Para AACPI e AACPS o tratamento utilizando o kit eletrostático ligado (calda eletrostática) apresentou menores médias, no qual foi eficiente na redução da área foliar afetada pela mancha de micosferela no morango.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. **Consulta de Pragas e doenças**. 2017. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 18 set. 2017.
- ANTUNES, L. E. C.. **Árvore do conhecimento Morango: Cultivares**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>. Acesso em: 03 abr. 2017.
- ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. dos. **A cultura do morango**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2011. 58 p.
- BERTALOT, M. J. A. et al. Controle alternativo de *Mycosphaerella fragariae* na cultura de morango orgânico (*Fragaria vesca*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Botucatu, v. 2, n. 7, p.170-177, maio 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normas climatológicas**. 1961 – 1990. Brasília 1992 84p.
- CARVALHO, S. F. de et al. **Produtividade de cultivares de morangueiro de dia neutro na região de Pelotas-RS**. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55201/1/CA-00296.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2014.
- CHAIM, A. et al. Eficiência de deposição de agrotóxicos obtida com bocal eletrostático para pulverizador costal motorizado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p.497-501, abr. 2002.

CHAIM, A. **Pulverização Eletrostática**: principais processos utilizados para eletrificação de gotas. **Embrapa**, Jaguariúna, v. 1, n. 1, p.1-19, set. 2006.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; PIO, L. C.. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 10, n. 1, p.13-22, jan. 2000.

CHAIM, A.; WADT, L. G. R. Pulverização eletrostática: a revolução na aplicação de agrotóxicos. 2015. Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2615385/artigo---pulverizacao-eletrostatica-a-revolucao-na-aplicacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

CHAIM, A.; WADT, L. G. R. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Programa de Produção Integrada de CITROS, GOIABAS e MORANGOS**. Embrapa Meio Ambiente - Jaguariúna: Aldemir Chaim, 2011. 168 slides, color.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; LOPES, U. P.. Manejo integrado de doenças do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Viçosa, v. 29, n. 2, p.1-22, jul. 2011.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 977-85, 2004.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 28, n. spe, p. 1153-1158, 2010.

DIAS, M. S. C. **Fisiologia e fenologia do morangueiro**. Pouso Alegre: Núcleo Tecnológico Epamig Batata e Morango, 2013. 67 slides, color.

(FAEMG), Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais. **Agricultores começam a colheita da safra de morango em MG**. 2017. Disponível em: <<http://www.sistemafaemg.org.br/Noticia.aspx?Code=13605&Portal=1&PortalNews=1&ParentCode=139&ParentPath=None&ContentVersion=R>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

FAO. **Agroclimatological data for Latin América and Caribbean**. Roma, 1985. (Coleção FAO: Produção e Proteção Vegetal, v. 24).

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. C. et al. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de Corda-de-Viola. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.697-705, fev. 2011.

FERREIRA, M. L. P. C.. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Direito Sanitário**, São Paulo, v. 15, n. 3, p.18-45, fev. 2015.

GONÇALVES, M. E. M. P. et al. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha1. **Nucleus**, Montividiu Go, v. 9, n. 1, p.01-14, abr. 2012.

HELING, A. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Controle biológico de *Mycosphaerella fragariae* na cultura do morangueiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 4, p.01-08, 15 maio 2014.

LIMA, C. M. **Desempenho de colhedoras de uma e duas fileiras, semi-montadas para colheita mecanizada direta do milho**. 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de sistemas agrícolas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MAGNO JÚNIOR, R. G. et al. Desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para atração de gotas da aplicação eletrostática em plantas cítricas. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia Mg, v. 5, n. 27, p.798-804, out. 2011.

MAZARO, S. M. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da manchaA-de-micosferela em morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p.648-652, abr. 2006.

MODOLO, E. P. et al. Incidência da mancha-de-micosferela em morangueiro cultivado com e sem túnel baixo. In: XII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO – UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 12., 2008, São José dos Campos. 2008. p. 1 - 3.

NANNETTI, D. C.; SOUZA, R. J. de. Morango. In: RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; V, Victor Hugo Alvarez. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Viçosa: Cfsemg, 1999. Cap. 18, p. 198.

OLIVEIRA, C. D. de et al. Produtividade de morangueiros de dia neutro, em sistema orgânico de produção, em diferentes ambientes de cultivo. In: Seminário de pesquisa, extensão e inovação do IFSC, 4º. 2014. **Resumo expandido**. Canoinhas, 2014. p. 1 - 4.

PALHA, M. da G.. **Morango: Produção de outono com diferentes materiais de propagação vegetativa**. 2007. Disponível em: <[http://www.iniaiv.pt/fotos/gca/4\\_morango\\_producao\\_](http://www.iniaiv.pt/fotos/gca/4_morango_producao_)>. Acesso em: 01 mar. 2017.

SANTOS, J. M.. **Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas**. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IX\\_RIFIB/santos2.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IX_RIFIB/santos2.PDF)>. Acesso em: 04 set. 2017.

SERRA, M. E. **Deposição e eficiência da pulverização eletrostática no controle do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (koch, 1836) (acari: tetranychidae) na cultura do crisântemo**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Proteção de Plantas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas Câmpus de Botucatu, Botucatu, 2007.

SIMON, N.; MENEGUZZO, A.; CALGARO, A.. **Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste: doenças causadas por fungos e bactérias**. 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/doencas.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

TOFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.. **Morango controle adequado: Mancha de Micosferela**. 2005. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=38](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=38)>. Acesso em: 04 set. 2017.

VARGAS, L.; GLEBER, L. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm>>. Acesso em: 17 set. 2017.

VIANA, R. G. et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p.439-446, jun. 2010.



WATTHIER, M. et al. Desempenho de cultivares de morangueiro manejadas em sistema de produção de base ecológica. **Horticultura Brasileira**, Pelotas Rs, v. 29, n. 2, p.564-570, jun. 2011.

Anexo – A

Resultado da análise de solo utilizado para instalação e condução do experimento.

pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	M.O	Ca/Mg	Mg/K	P-rem
<i>água</i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>				<i>Cmol/dm<sup>3</sup></i>				<i>%</i>	<i>Dag/dm<sup>3</sup></i>			<i>mg/L</i>
6,71	315,0	350,0	0,00	5,30	1,21	1,46	7,45	8,91	83,61	3,53	4,42	1,35	59,00

Fonte: Laboratório de análise de solo do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes, MG, 2017.