

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Ocorrência e estudo visando a mitigação do vermelhão do morangueiro em
sistema orgânico de produção**

APARECIDO VENÂNCIO MARTINS

2018



UFRRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**OCORRÊNCIA E ESTUDO VISANDO A MITIGAÇÃO DO
VERMELHÃO DO MORANGUEIRO EM SISTEMA ORGÂNICO DE
PRODUÇÃO**

APARECIDO VENÂNCIO MARTINS

Sob a Orientação do Professor
Luiz Aurélio Peres Martelleto

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Agosto de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M379o Martins, Aparecido Venâncio , 1966-
Ocorrência e estudo visando a mitigação do
vermelhão do morangueiro em sistema orgânico de
produção / Aparecido Venâncio Martins. - 1963.
44 f.: il.

Orientador: Luiz Aurélio Peres Martelleto.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica, 1963.

1. Produção morango. 2. Agricultura orgânica. 3.
Vermelhão morangueiro. 4. Adubação verde. 5. Manejo
orgânico. I. Martelleto, Luiz Aurélio Peres, 1963-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica
III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

APARECIDO VENÂNCIO MARTINS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/06/2018

Luiz Aurélio Peres Martelleto. DSc. UFRRJ/IA/DFito
(Orientador)

João Sebastião de Paula Araújo. PhD. UFRRJ/IA/DFito

Leonardo Ciuffo Faver. DSc. EMATER-RIO

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que de uma forma ou outra contribuem com a minha caminhada, que me apoiaram e incentivaram para que eu possa ter um futuro promissor.

Aos agricultores em especial os agricultores familiares, que alimentam grande parte da nação e “sobrevivem” no campo, com condições pouco privilegiadas.

A todos os estudantes, pesquisadores, professores universitários, e simpatizantes que trabalham constantemente para o crescimento da agricultura orgânica no Brasil.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está acima de todas as coisas e tem me dado forças para prosseguir nas conquistas da vida.

Aos meus pais, que com grande esforço possibilitaram minha formação, e me incentivaram neste retorno, e em especial ao meu querido pai, que mesmo sem entender bem o que eu faço, apostou em meu entusiasmo, e infelizmente não pôde presenciar o desfecho dessa jornada.

Ao Prof. DSc. Luiz Aurélio Peres Martelleto pela orientação, incentivo, amizade e, por ter acreditado no meu trabalho e potencial;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agricultura orgânica, pela oportunidade e pela confiança;

A minha esposa Márcia Figueiredo Botazini Martins e ao meu filho Leonardo Figueiredo Martins pelo carinho, apoio, incentivo e compreensão.

A UFRRJ e a EMBRAPA Agrobiologia pela oportunidade oferecida.

À todos os professores que contribuem para a evolução do conhecimento e dedicação com o curso.

À Emater-MG, pela autorização para participação deste curso.

Aos amigos do Laboratório de Fitopatologia e Nematologia, Samara Andrade Carvalho, Paulo Estevão de Souza e Vicente Paulo Campos.

Às pessoas que de alguma maneira contribuíram para que este trabalho acontecesse e não foram citados, meu eterno agradecimento.

Aos agricultores Dirceu Carlos de Mello José Ricardo Albino, Paulo Sergio Albino, Juvers Aparecido Betti, pela ajuda na condução dos experimentos, por cederem a área para implantação desta proposta e pelo manejo realizado durante todo o período de execução.

Aos colegas do curso que tornaram esta experiência em algo muito prazeroso e pelas experiências compartilhadas.

Aos vários amigos que me ajudaram com incentivo, sugestões e opiniões.

Em especial, aos amigos e colegas de trabalho Hélio João de Farias Neto, Luiz Claudio Nimitz Rodrigues e Maria Neuza de Carvalho, pelo apoio.

BIOGRAFIA

APARECIDO VENÂNCIO MARTINS, filho de Antônio Venâncio Martins e Cícera Cordolino Martins, nasceu em 09 de março de 1966 na Cidade de Douradina/PR. Concluiu o Curso Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Machado em 1992. Graduou-se em Engenharia Agrônoma na Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado no ano de 1997. Pós-graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVÁS, concluída em 2014. Pós-graduação em Extensão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável em Agroecologia, concluído em 2016. Em outubro de 2005 foi admitido como Extensionista na Emater/MG, onde atua até o presente momento.

RESUMO

MARTINS, Aparecido Venâncio. **Ocorrência e estudo visando a mitigação do vermelhão do morangueiro em sistema orgânico de produção.** 2018. 43p. Dissertação (Mestrado profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Os morangueiros são afetados por grande número de doenças, sendo as mais importantes bactérias, fungos da parte aérea e de solo. Entre estas doenças, uma de etiologia desconhecida o “vermelhão do morangueiro” (VM), tem promovido sérios prejuízos nos últimos anos aos produtores de morango de diversas regiões, do país. Diante deste contexto desenvolveu-se **dois estudos** com objetivo de investigar a incidência do “vermelhão do morangueiro” (VM), cultivados em sistema de cultivo orgânico, na região do Sul de Minas Gerais. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC), o campo experimental foi dividido em quatro blocos com quatro repetições e cinco tratamentos. O primeiro, estudo da incidência do VM, foi realizado em uma lavoura comercial, em sistema de produção orgânico, com manejo realizado com finalidade produtiva, sem repetição de tratamento, no município de Senador Amaral. A variável avaliada foi a ocorrência e evolução do vermelhão em uma unidade de produção. Insumos utilizados: calcário, fosfato natural, cama de frango, urina de vaca e calda bordalesa, avaliando-se a incidência e evolução ao longo dos 180 dias após transplante. No segundo, o experimento foi conduzido e avaliado: ocorrência, evolução do VM e produção. Os testes de campo foram realizados com diferentes proporções entre os insumos: fosfato natural e pó de rocha e mesmas proporções entre hipoclorito de sódio, serrapilheira, microrganismos eficientes, calcário e resíduo vegetal de grama esmeralda, adubação verde milho + mucuna preta, avaliando-se características do vermelhão ao longo dos 240 dias de duração desta pesquisa. A cultivar utilizada foi Oso Grande. Conforme os resultados obtidos, neste experimento a presença da doença vermelhão na cultura do morangueiro não foi expressiva, apresentando um baixo percentual de incidência para esta variável, com 0,29% 120 Dat, 2,94% 150 Dat, 4,12% 180 Dat, 4,41% 210 Dat e 4,41% 240 Dat. Verificou-se que o tratamento 1 (T1), foi superior aos demais com índice de incidência igual a 0 (zero). Para a variável produção, o tratamento que apresentou maior índice de produtividade, foi T2 > T3 > T1 > T4 > T5. De forma geral, os resultados do experimento foram satisfatório e surpreendente, referente a sanidade. Não houve incidência de ácaros e pulgões, índice 0 (zero) e nem incidência da doença mais comum (*Mycosphaerella fragariae*), com índice 0 (zero). Para Outras doenças ocorreu incidência a partir do sexto mês, mas com baixo índice, conforme mostrados nos gráficos. Os tratamentos propostos proporcionaram bons resultados referente a sanidade, com índice muito abaixo do esperado para a cultivar analisada. Provavelmente estes resultados foram devido ao uso da adubação verde, tratamento das mudas com hipoclorito de sódio, matéria orgânica e os microrganismos eficientes (EM).

Palavras-chave: Enfermidade, Vermelhão do Morangueiro, Cultivo orgânico.

ABSTRACT

MARTINS, Aparecido Venâncio. **Occurrence and study aiming at the mitigation of strawberry vermilion in an organic production system.** 2018. 43p. Dissertation (Master's degree in Organic Agriculture). Agronomy Institute, Plant Science Department, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Strawberry plants are affected by many diseases, with the most significant being bacteria, and fungi of the aerial part and the soil. Among these diseases is one of unknown etiology: the vermilion of the strawberry plant (VSP). In recent years it has led to serious losses for strawberry-producing farmers in various regions of the country. Thus, **two studies** were developed in order to investigate the incidence of VSP in strawberries produced in an organic cultivation system in the south region of Minas Gerais. The experimental design used was randomized blocks — the experimental field was divided into four blocks with four replicates and five treatments. The first study, which concerned the incidence of VSP, was done in the municipality of Senador Amaral with a commercial crop in an organic production system — with management for productive purposes — without repetition of the treatments. The variable evaluated was the occurrence and evolution of VSP in a production unit. The inputs used were as follows: limestone, natural phosphate, chicken bedding, cow urine, and Bordeaux mixture. The occurrence and evolution of VSP were evaluated during the 180 days after treatment (DAT. **In the second study**, the experiment was conducted and the incidence and evolution of VSP as well as strawberry production were evaluated. The field tests were done with different proportions of natural phosphate and rock powder and the same proportions of sodium hypochlorite, plant litter, efficient microorganisms, limestone, vegetal litter of emerald grass, and a green fertilization of corn and black mucuna. The characteristics of the VSP were evaluated during the 240 days of the research. The Oso Grande cultivar was used. According to the results obtained in this experiment, the presence of the VSP disease was not significant — it had a low incidence percentage, with 0.29% at 120 DAT, 2.94% at 150 DAT, 4.12% at 180 DAT, 4.41% at 210 DAT, and 4.41% at 240 DAT. It was verified that treatment 1 (T1) was superior to the others — it resulted in an incidence index of zero. For the production variable, the T2 treatment led to the highest productivity index (T2 > T3 > T1 > T4 > T5). In general, in terms of plant health, the results of the experiment were satisfactory and surprising. There was no incidence of acari or aphids (index of zero) and no incidence of the most common disease, (*Mycosphaerella fragariae*) (index of zero). There were incidences of other diseases from the sixth month onward; however, the indices were low, as shown in the graphs. The proposed treatments gave good results in terms of plant health, with indices much lower than expected for the cultivar analyzed. These results were probably due to the use of the green fertilization, and treatment of the seedlings with sodium hypochlorite, organic matter, and the efficient microorganisms.

Keywords: disease, redness of strawberry, organic cultivation

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise de solo realizado em janeiro de 2016, na unidade de produção da cidade de Senador Amaral.	14
Tabela 2 Cultivares de morangueiro avaliadas e datas do plantio das mesmas.....	15
Tabela 3 Quantidade de plantas, espaçamento, número de linhas e data de plantio.	15
Tabela 4 Insumos utilizadas nos experimentos	15
Tabela 5 Teores de Macro nutrientes e Micronutrientes dos insumos utilizados no experimento.	16
Tabela 6 Resultados da análise da serapilheira utilizado no experimento.....	21
Tabela 7 Boletim de análise da amostra do solo	22
Tabela 8 ANOVA da Produção total de pseudofrutos por tratamento.	29
Tabela 9 ANOVA da produção média de pseudofruto, g. planta ⁻¹ por tratamento.....	30
Tabela 10 ANOVA do número médio de pseudofrutos planta ⁻¹ por tratamento.	32
Tabela 11 ANOVA da peso médio de pseudofruto por tratamento.	33
Tabela 12 Números de Plantas com sintomas de Vermelhão, para cada cultivar de morangueiro, desde abril a agosto de 2016.....	34
Tabela 13 Resumo da análise de variância para as variáveis PIVM = plantas com incidência de vermelhão do morangueiro; PMT = produção média por tratamento; PMP = produção média por planta; NFP = numero de fruto por planta; GF = grama por fruto em função de diferentes tratamentos sobre uma cultivar de morangueiro.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sintomas de VM (vermelhão) em plantas de morango na parte das folhas (A) e nas raízes (B). (Fonte: Elaboração própria, Senador Amaral/MG, 2016).....	05
Figura 2 Localização da unidade de produção, Senador Amaral – MG, 2017. (Fonte: Google Earth, 2013).	14
Figura 3 Visão geral da unidade de produção nos canteiros (A); plantas com sintomas do VM (B). (Fonte: Elaboração própria, Senador Amaral/MG, 2016).	16
Figura 4 Localização da unidade de produção (experimento) Senador Amaral – MG, 2017. (Fonte: Google Earth, 2013).	17
Figura 5 Temperaturas máximas e mínimas do município de Poços de Caldas em 2017-MG. (Fonte: CLIMATE DATA, 2016).	17
Figura 6 Normas de temperaturas e umidade relativa do ar para o município de Poços de Caldas-MG. (Fonte: CLIMATE DATA, 2016).....	18
Figura 7 Tempo de luz diária (fotoperíodo) ao longo do ano de 2017, Poços de Caldas-MG. Fonte (CLIMATE DATA, 2016).	18
Figura 8 <i>Mulching</i> cumprindo seu papel no cultivo do morangueiro, cerca de três semanas após o transplântio. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	19
Figura 9 Bombona de preparo do Biofertilizante. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	21
Figura 10 Consórcio Milho x Mucuna preta. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	22
Figura 11 Roçagem na área do experimento (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	22
Figura 12 Elevação, adubação e cobertura morta. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	23
Figura 13 Transplântio e irrigação. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	23
Figura 14 Croqui do experimento. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	24
Figura 15 Número de plantas com sintomas de vermelhão.....	26
Figura 16 Plantas normais com 30 DAT, com cobertura morta no manejo. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	26
Figura 17 Plantas normais com 60 DAT, com apresentando a cobertura morta (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	26
Figura 18 Plantas normais 120 DAT com apresentando a cobertura com <i>Mulching</i> . (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	26
Figura 19 Plantas com sintoma de VM 180 DAT. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	27
Figura 20 Visão geral do experimento 240 DAT. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).	28
Figura 21 Produção total de pseudofrutos por tratamento.....	29
Figura 22 Produção média de pseudofrutos por plantas	30
Figura 23 Número médio de pseudofrutos por planta.....	31
Figura 24 Peso médio de pseudofrutos por tratamento	32
Figura 25 Evolução Percentual de plantas com sintomas do VM para cada cultivar ao longo do tempo no ano de 2016, avaliados a cada 20 dias após plantio.	34
Figura 26 Mapa de dispersão por tratamento	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 CULTURA DO MORANGUEIRO.....	3
2.1.1 Características do morangueiro	3
2.1.2 Variedades utilizadas no monitoramento	3
2.1.2.1 Oso grande.....	3
2.1.2.2 Portlola.....	4
2.1.2.3 Dover.....	4
2.1.2.4 Cristal.....	4
2.1.3 Sistema radicular do morangueiro	4
2.2 DOENÇAS DO MORANGUEIRO.....	5
2.2.1 Vermelhão do Morangueiro	5
2.2.1.1 Sintomas do Vermelhão.....	6
2.2.1.2 Possíveis fatores abióticos que poderão causar o vermelhão	7
2.2.1.3 Como enfrentar o “vermelhão”.....	7
2.2.1.4 Qualidade das mudas	8
2.2.2 Podridão negra da raiz do Morangueiro	9
2.2.3 Podridão de Raízes	9
2.2.4 Nematoides	10
2.2.5 Antracnose do rizoma (<i>Colletotrichum fragariae</i>).....	12
2.2.6 Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>)	12
2.2.7 Rhizoctonia (<i>Rhizoctonia solani</i>), <i>Fusarium spp</i> e <i>Pythium spp</i>	12
2.2.8 Pythium (<i>Pythium spp</i>).....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DO VERMELHÃO EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO	14
3.1.1 Caracterização da área do estudo.....	14
3.2 ESTUDO VISANDO A MITIGAÇÃO DO VERMELHÃO DO MORANGUEIRO	17
3.2.1 Caracterização da área onde foi desenvolvido a experimentação	17
3.2.2 Análise espacial do Vermelhão do morango	24
3.2.3 Estudo visando à mitigação do VM.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 ANÁLISE DA DINÂMICA DA DOENÇA	26
4.1.1 Análise temporal do Vermelhão do morango.....	26
4.2 LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DO VERMELHÃO EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO	33
5 CONCLUSÕES.....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

O morango cultivado atualmente (*Fragaria x ananassa*) é um híbrido de origem complexa. Inicialmente, os europeus cruzaram as espécies *F. virginiana* (de origem Norte Americana) com *F. chiloensis* (de origem Sul Americana), dando origem a um híbrido interespecífico. Este híbrido inicial é o principal progenitor do morango atual, após novas hibridizações com outras espécies.

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch) é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie do grupo das pequenas frutas de maior expressão econômica. Além disso, trata-se de uma cultura de grande importância social, em função da grande demanda de mão-de-obra e do elevado rendimento por área (RESENDE et al., 1999). A produção é destinada tanto ao mercado de frutas frescas quanto à fabricação de doces e conservas, sendo os Estados Unidos, Espanha, Japão, Polônia, México e Itália os maiores produtores mundiais (FNP CONSULTORIA; AGROINFORMATIVOS, 2005).

A maior produção mundial de morango ocorre nos Estados Unidos, com cerca de 1.312.960 toneladas em 2011 (FAO, 2013). Na América do Sul, os maiores produtores são Chile, Brasil e Argentina (ANTUNES; PERES, 2013).

No Brasil, a cultura do morangueiro ocupa uma área estimada de 3.600 ha, com produção em torno de 90 mil toneladas por ano, sendo os Estados de Minas Gerais (32,3%), São Paulo (31,4%) e Rio Grande do Sul (16,5%) os maiores produtores (REICHERT; MADAIL, 2003). As propriedades que se dedicam ao cultivo do morangueiro são, em sua grande maioria, familiares, com área cultivada de 0,4 a 1,0 ha. Porém, também existem empresas com áreas cultivadas superiores a 8 ha.

A cultura do morango foi inicialmente introduzida no Estado de Minas Gerais por produtores de hortaliças da Região Sul Minas. Segundo informações de moradores locais mais antigos, isso aconteceu na comunidade rural de Ribeirão das Pedras – município de Estiva – por volta de 1958, por intermédio do senhor Nivaldo dos Santos, conhecido na época por Osvaldinho. Posteriormente, ela se estendeu para as comunidades rurais do Vale do Rio do Peixe, no município de Cambuí, e Cruz Alta, no município de Pouso Alegre.

Em decorrência dos bons resultados econômicos obtidos com o cultivo, a atividade expandiu-se rapidamente para outras comunidades rurais desses municípios e de outros.

Outro fator preponderante que contribui para a adesão de novos produtores e para o aumento de área plantada foi sua localização próxima à Rodovia Fernão Dias (BR 381) e, conseqüentemente, aos grandes centros consumidores, como São Paulo e Rio de Janeiro.

Os cultivos de morangueiros estão presentes, em sua grande maioria, em pequenas propriedades que praticam agricultura familiar, sendo esta uma cultura de grande relevância econômica pelo elevado emprego de mão de obra (RESENDE; MASCARENHAS; PAIVA, 1999; CARVALHO, 2006). Minas Gerais destaca-se no cenário nacional como estado maior produtor de morango, com cerca de 72 mil toneladas por ano, em 1.790 hectares. A produção nacional e garantem aproximadamente 26 mil empregos e o envolvimento de 5.900 produtores, além de proporcionar a base para a concessão de um selo de qualidade controlada para os morangos produzidos nessa região do estado (ANTUNES et al., 2005).

Em consequência da elevada susceptibilidade do morangueiro às pragas e doenças promovidas por fungos, vírus, nematoides, bactérias e fitoplasmas e também da realização de práticas agrícolas incorretas executadas por alguns agricultores, o morangueiro tem sido uma das culturas com maior utilização de pesticidas no Brasil (MAAS, 1998, COSTA et al., 2003).

Nos últimos anos, uma doença conhecida popularmente como “vermelhão do morangueiro” (VM), de etiologia ainda indefinida, tem sido relatada como uma das principais

doenças na cultura do morangueiro no Brasil, com ocorrência marcante nos estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal (HENZ et al., 2009).

Morangueiros acometidos pelo VM apresentam, inicialmente, folhas baixas com coloração vermelha intensa, que progride para as folhas mais novas. Além disso, pode ser observada necrose em folhas mais novas e no cálice de frutos em formação e adultos. O crescimento da parte aérea e do sistema radicular fica comprometido, reduzindo a produção e muitas vezes levando à morte das plantas, com danos que ultrapassam os 80% (HENZ et al., 2009). Como destacam estes últimos autores, os sintomas da doença têm sido associados aos mais diversos patógenos, como fungos (*Pestalotia longisetula* Guba), (*Fusarium* spp.), (*Colletotrichum* spp.), nematoides e vírus. No entanto, os diversos ensaios visando identificar o agente causal biótico para a doença fracassaram, sendo que até o momento não se pode afirmar, precisamente, o agente biológico causador da anomalia.

Devido à falta de melhores informações sobre o VM e considerando o agravamento do problema nas regiões onde foi relatado, uma nova abordagem tem sido feita com estudos de epidemiologia. Assim, este trabalho teve como finalidade avaliar a ocorrência e estudo visando à mitigação do “vermelhão” do morangueiro em sistema de cultivo com manejo orgânico, na região do Sul de Minas Gerais. Desta forma foi acompanhado e monitorado uma lavoura comercial no município de Senador Amaral-MG, e outra área experimental no Município de Poços de Caldas-MG. Os dois experimentos localizados na região do sul de Minas Gerais, com altitudes e climas diferentes. A primeira a uma altitude 1539 m e a segunda com altitude de 962m (HENZ et al., 2009).

Esta doença tem causado prejuízos aos agricultores familiares que exercem o cultivo do morangueiro. Diante deste contexto surge a necessidade de concentrar esforços em busca de respostas para o problema em questão e alternativas para a redução dos impactos e apresentação de propostas de soluções.

Foram descritos e observados, criteriosamente: as seleções das áreas de cultivo, os produtores parceiros, as visitas *in loco*, as características ambientais, manejo, relevo, solo, clima, variedade, sanidade dos materiais de propagação, forma de disseminação, qualidade da água, informações dos produtores e análise patológica em laboratório. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi estudar a ocorrência e mitigação da incidência do vermelhão do morangueiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO MORANGUEIRO

2.1.1 Características do morangueiro

O morangueiro atualmente cultivado em diferentes regiões do mundo pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Rosoideae* e à tribo *Potentilleae*. O gênero *Fragaria* L. compreende 19 ou mais espécies silvestres, possui quatro grupos classificados quanto ao seu nível de ploidia: diploide, tetraploide, haploide e octoploide. Estima-se que as espécies cultivadas de *Fragaria x ananassa* (Duch.) tenham se originado na França no século XVIII a partir de um provável cruzamento envolvendo duas espécies nativas da América, a norte-americana ou morango silvestre, *Fragaria virginiana* (L.) Duch., com morangueiro originário do Chile, *Fragaria chiloensis* Duch. (GRAHAM, 2005).

O morangueiro é uma planta herbácea perene, porém cultivada como anual, que forma uma espessa roseta, podendo ser rasteira ou atingir de 15 a 30 cm de altura. Possui caule curto, denominado coroa. É uma planta típica de climas frios, sendo as altas temperaturas o principal fator limitante da cultura. É sensível à variação do fotoperíodo, necessitando de dias curtos para florescer, mas existem cultivares neutros. Tem o desenvolvimento vegetativo favorecido, estímulo da emissão de estolões e inibição do florescimento durante o verão (FILGUEIRA, 2007). Quando as condições climáticas são adequadas, a planta emite estolões, que são caules finos e prostrados, com entrenós longos, que facilmente enraízam dando origem a plantas autônomas (MIRANDA & FERNANDES, 2001). As folhas são do tipo compostas, que podem ser constituídas de três, quatro ou cinco folíolos (SILVA et al., 2007), onde cada folíolo possui pecíolo que se une a um pecíolo principal mais ou menos longo inserido na coroa (VIDAL et al., 2007). O sistema radicular é fasciculado, constituído por numerosas raízes superficiais. Possui flores com um número variável agrupadas em inflorescências do tipo cimeira, que podem ser brancas ou róseas. Nas atuais cultivares de morangueiro as flores são hermafroditas. Os pequenos pontos pretos e duros, conhecidos popularmente como sementes, são na verdade os frutos do morangueiro, denominados aquênios. Após a fecundação dos óvulos, ocorre o engrossamento do receptáculo da flor resultando na porção carnosa comestível (pseudofruto), devido à presença de auxinas produzida pelos embriões contidos em cada aquênio (SILVA et al., 2007).

Entre as muitas cultivares de morangueiro, algumas se destacam no cultivo para atender a preferência do mercado consumidor, tanto para o consumo *in natura*, quanto para mesa e para industrialização.

2.1.2 Variedades utilizadas no monitoramento

As principais cultivares plantadas no Brasil encontra-se divididas em grupos, cultivares de dias curtos (DC) ou de dias neutros (DN). Quanto ao destino, consumo fresco ou industrialização.

2.1.2.1 Oso grande

Cultivar originária da Universidade da Califórnia, EUA, 1987. Cultivar de dias curtos, para mesa, fruto grande, firme e doce e baixa acidez. Possui grande aceitação no mercado. É sensível a fungos de solo. Produção precoce, a partir de 60 dias após o plantio. O cálice é formado por sépalas verdes o que dá melhor apresentação da fruta na embalagem. Produz

frutos grandes, de coloração vermelha intensa, com polpa firme, não muito aromática e resistente ao manuseio e ao transporte. Planta mais tolerante a micosferela (EMBRAPA, 2005).

2.1.2.2 Portola

Cultivar lançada pela Universidade da Califórnia (EUA) em 2009. Apresenta capacidade de diferenciação à flor de média a forte e elevada capacidade produtiva. Possui frutos com coloração forte e bastante firmes com frutos uniformes e de calibre médio. Ela é moderadamente resistente a *Verticillium* (*V. dahliae*), antracnose dos frutos (*C. acutatum*) e muito resistente a *Phytophthora* (*P. cactorum*) (Baruzzi et al., 2009; SHAW & LARSON, 2009).

Planta com vigor semelhante ao Camino Real; com alto rendimento, plantas semelhantes em tamanho a Camino Real e mais compacto do que Ventana, moderadamente resistente a oídio, antracnose, podridão da coroa e murcha de *Verticillium*, porém, moderadamente suscetível à *Phytophthora* podridão da coroa, e da mancha comum, tolerante ao vírus morango encontrado na Califórnia; tolerância condicional ao ácaro rajado, responde bem ao plantio mais cedo.

2.1.2.3 Dover

A cultivar Dover originaria da Universidade da Flórida, EUA, 1979. Produtividade alta, fruto firme de boa conservação pós-colheita, porém de pouco sabor. Adequado para mercados distantes das áreas de produção. Apresenta alta sensibilidade ao ataque de *Xanthomonas*, tolerância a fungos de solo. Adequada para industrialização e mercados distantes das áreas de produção (EMBRAPA, 2005).

2.1.2.4 Cristal

A nova variedade cristal, ainda pouco conhecida. É originaria da Espanha e apresenta como características bom vigor vegetativo e boa produtividade. É uma variedade de DC, cultivada por alguns produtores da região do Sul de Minas Gerais e São Paulo.

2.1.3 Sistema radicular do morangueiro

O sistema radicular do morangueiro é formado por raízes adventícias e fasciculadas. As raízes adventícias ou primárias são grandes e perenes, com função de reserva, contribuindo também para absorção de água e nutrientes. As raízes fasciculadas ou secundárias são longas e se desenvolvem lateralmente ao rizoma, dispostas em camadas superpostas, ficando as camadas mais novas acima das mais velhas (GALLETTA; BRINGHURST, 1990). Devido a essa forma de renovação das radículas, as raízes são pouco profundas (NATIVIDADE, 1940, citado por INFORZATTO; CAMARGO, 1973). As raízes adventícias são conhecidas também como raízes primárias ou estruturais. Desenvolvem-se diretamente da coroa e possuem um cilindro central de um tecido condutivo vascular. A partir das raízes primárias, forma uma verdadeira rede de raízes secundárias ou radículas, sendo responsáveis pela absorção de água e nutrientes. O rápido desenvolvimento das raízes fasciculadas após o transplante é vital para sobrevivência, crescimento e desenvolvimento da parte aérea da planta. As radículas são produzidas continuamente e são responsáveis pela nutrição, absorção de água e possui uma considerável capacidade de regeneração devido à renovação constante de suas raízes durante todo o ciclo da cultura.

A distribuição do sistema radicular depende de muitos fatores relativos ao solo que o circunda, como a resistência mecânica, a umidade, a aeração e a fertilidade do solo. Para

entender melhor um problema complexo como o “vermelhão” do morangueiro e tentar identificar possíveis causas, é muito importante conhecer detalhes sobre a fisiologia e anatomia da planta. Além do sintoma típico nas folhas, as plantas de morangueiro atacadas pelo “vermelhão” também apresentam raízes escurecidas.

As raízes caracterizam-se por se desenvolverem a partir de folhas, nós e talos. O sistema radicular do morangueiro inclui uma estrutura de raízes primárias e secundárias. As raízes primárias ou estruturais desenvolvem-se diretamente da coroa e possuem um cilindro central de tecido condutivo vascular. A partir das raízes primárias, forma-se uma verdadeira rede de raízes secundárias ou radículas, que não possuem tecido condutivo e são responsáveis pela nutrição e absorção de água. As radículas são produzidas continuamente porque tem pequena duração, sobrevivendo de poucos dias até algumas semanas, e geralmente nascem ao lado daquelas já senescentes. Esta constante renovação das raízes é um processo natural das plantas de morangueiro que pode ser influenciado por outros fatores do solo, como disponibilidade de água, aeração e incidência de patógenos, ou alterações na habilidade da parte aérea da planta em suprir a energia necessária para o processo continuar de maneira normal (MAAS, 1998; SILVA et al., 2007).

Pelas razões anteriormente citadas, a manutenção de um sistema radicular sadio é essencial para se obter um crescimento vigoroso das plantas durante todo o ciclo. Para que isto ocorra, o solo deve estar adequadamente preparado, com uma adubação equilibrada, boa aeração e irrigado de maneira correta. As raízes podem ser severamente danificadas por insetos, fungos patogênicos e nematoides, que limitam o seu desenvolvimento e sua função de nutrir adequadamente as plantas e chegam a causar a morte das plantas.

2.2 DOENÇAS DO MORANGUEIRO

2.2.1 Vermelhão do Morangueiro

O “vermelhão” do morango é um problema já detectado nas principais regiões produtoras de morango no Brasil, como o sul de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e também no Distrito Federal (HENZ; REIS, 2009). Os sintomas são bem típicos e fáceis de reconhecer no campo porque as plantas ficam pouco desenvolvidas, com as folhas mais velhas avermelhadas (Figura 1A), daí o nome de “vermelhão”, e também apresentam raízes escurecidas, pouco desenvolvidas. Em algumas plantas, as novas brotações das raízes contrastam com as raízes já atacadas, escuras, e desta maneira algumas sobrevivem e voltam a produzir, mas outras apresentam pouco desenvolvimento e morrem (Figuras 1 A e B). Muitos produtores arrancam as plantas com sintomas de “vermelhão” porque estas plantas, em geral, não sobrevivem muito tempo ou então produzem menos em comparação com aquelas plantas saudáveis.



Figura 1. Sintomas de VM (vermelhão) em plantas de morango na parte das folhas (A) e nas raízes (B). (Fonte: Elaboração própria, Senador Amaral/MG, 2016).

Apesar de apresentar várias semelhanças a uma doença, ainda não se sabe com exatidão as causas do “vermelhão” do morangueiro porque não foi possível associar um patógeno, ou agente causal, como um fungo, vírus, bactéria ou nematoide, aos sintomas do “vermelhão”. No Brasil, as causas do “vermelhão” ainda não foram devidamente identificadas, muito embora existam várias suspeitas (HENZ; REIS, 2009). Vários grupos de pesquisadores e extensionistas das principais regiões produtoras, como Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio Grande do Sul, têm estudado o problema e identificado possíveis causas, sem entretanto, um parecer definitivo ou conclusivo. A tendência natural dos produtores e também dos extensionistas é acreditar que o problema seja uma doença, causada por algum agente patogênico, mas estes sintomas do “vermelhão” são comuns a diversas causas, como desbalanço de nutrientes ou fornecimento irregular de água, por exemplo.

De acordo com relatos de técnicos da Emater-DF, no Distrito Federal esta doença vem sendo observada há pelo menos cinco anos, ocorrendo de forma aleatória nos canteiros, em plantas isoladas, sem a formação de reboleiras. No Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Hortaliças, plantas com sintomas foram analisadas para a presença de fungos e nematoides nas raízes e vírus nas folhas. Diversos fungos foram isolados das raízes, como *Fusarium*, *Colletotrichum* e *Pestalotiopsis*, mas não reproduziram sintomas depois de inoculados nas raízes de morangueiro com ferimento. Em algumas plantas com “vermelhão” observou-se a presença de pequenas galhas típicas de nematoides, provavelmente causadas por *Meloidogyne* sp. Extrato de folhas de morangueiro com sintomas característicos de “vermelhão” foi inoculado mecanicamente em várias plantas indicadoras, como *Datura*, *Physalis*, *Nicandria*, *Capsicum*, *Nicotiana*, *Chenopodium* e *Lycopersicon*, mas não foi observado nenhum tipo de sintoma típico de vírus (HENZ; REIS, 2009).

A análise do desenvolvimento da doença tanto no tempo como no espaço fornece uma ideia do seu comportamento sob diferentes situações, mostrando diferentes padrões, que podem ser reflexos dos agentes causais, ou da interação entre agente causal, ambiente, hospedeiro e a atuação do homem no manejo da cultura (JESUS JUNIOR et al., 2004; BERGAMIN FILHO et al., 2004). Um aspecto importante quando se estuda doenças em plantas é o padrão de distribuição de plantas infectadas nos campos de cultivo, ou seja, como as plantas doentes encontram-se dispostas em relação às demais (GILLIGAN, 1982). A análise de padrões espaciais permite fazer inferências acerca do comportamento da doença ao longo da estação de cultivo, presença de vetores e influência de fatores ambientais (MADDEN et al., 1995; BERGAMIN FILHO et al., 2004). Entretanto, o estudo do padrão de distribuição da doença para inferir sobre a natureza do agente causal, biótico ou abiótico, é ainda pouco discutido. Doenças de causas bióticas possuem padrão de distribuição bem definido, principalmente no que diz respeito ao padrão espacial e temporal. No entanto, é preciso ter em mente que um padrão agregado nem sempre implica em causa biótica, pois vários outros fatores podem estar interferindo na distribuição da doença em campos de cultivo (LARANJEIRA et al., 1998). Tendo a premissa de que doenças bióticas de causas desconhecidas se comportam de forma semelhante a doenças de causas abióticas amplamente conhecidas na literatura, o estudo da epidemiologia de doenças desconhecidas nos permite fazer inferências antes mesmo de desvendar sua etiologia.

2.2.1.1 Sintomas do Vermelhão

O “vermelhão” do morango é um problema já detectado nas principais regiões produtoras de morango no Brasil, como o Sul de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Distrito Federal. Os sintomas são bem típicos e fáceis de serem reconhecidos no campo porque as plantas ficam pouco desenvolvidas, com as folhas mais velhas

avermelhadas (Figura 1 A e B), daí o nome “vermelhão”, que progride para as mais novas e também apresentam raízes escurecidas, pouco desenvolvidas. Além disso, pode ser observada necrose em folhas mais novas e no cálice de frutos em formação e adultos. O crescimento da parte aérea e do sistema radicular fica comprometido, reduzindo a produção e muitas vezes levando à morte das plantas, com danos que ultrapassam os 80% (HENZ et al., 2009). Em algumas plantas, as novas brotações das raízes contrastam com as raízes já atacadas, escuras e, desta maneira, algumas sobrevivem e voltam a produzir, mas outras apresentam pouco desenvolvimento e morrem. Apesar de apresentar várias semelhanças a uma doença, ainda não se sabe com exatidão as causas do “vermelhão” do morangueiro porque não foi possível associar um patógeno, ou agente causal, como um fungo, vírus, bactéria ou nematoide, aos sintomas da doença.

O “vermelhão” pode ter várias causas e a diagnose com base apenas nos sintomas das plantas é difícil. Por esta razão é recomendável coletar as plantas com sintomas junto com solo para análise e diagnose por uma equipe multidisciplinar.

2.2.1.2 Possíveis fatores abióticos que poderão causar o vermelhão

Um entendimento claro das exigências nutricionais do morango também é essencial para o manejo integrado de pragas e doenças da cultura. Sem o suprimento adequado ou balanceado de nutrientes, o desenvolvimento das plantas é afetado e aumenta sua suscetibilidade às pragas e doenças, algumas das quais secundárias ou de menor importância. Os sintomas do “vermelhão” nas folhas e nas raízes do morangueiro podem ser ocasionados por várias deficiências nutricionais, fitotoxidez e injúria por herbicida. Por exemplo, deficiência de nitrogênio e de fósforo deixam as folhas avermelhadas. Outra possível causa é o desbalanço do pH do solo, que afeta diretamente a absorção de alguns nutrientes.

2.2.1.3 Como enfrentar o “vermelhão”

O problema do “vermelhão” do morangueiro é sério porque causa perdas elevadas no estande das plantas e da produção e, por esta razão, deve ser acompanhado de perto pelos produtores, extensionistas e pesquisadores até que seja possível determinar as suas verdadeiras causas. A cultura do morangueiro é muito exigente em tratamentos culturais e suscetível a um grande número de doenças. Por estas razões, algumas medidas gerais para uma boa condução da cultura devem ser observadas:

- Adquirir mudas de fornecedores idôneos, que garantam a qualidade e principalmente a sanidade das mudas;
- Fazer o preparo adequado do solo e dos canteiros, com adição de matéria orgânica, de modo a deixar o solo solto e aerado para o ótimo desenvolvimento das raízes;
- Fazer análise do solo antes do transplante para evitar excesso ou falta de nutrientes ou desbalanço do pH;
- Irrigar de forma adequada porque excesso ou falta de água afeta diretamente as raízes do morangueiro (CALEGÁRIO et al., 2007).

O “vermelhão” pode ter várias causas e a diagnose com base apenas nos sintomas das plantas é difícil. Por esta razão, é recomendável coletar as plantas com sintomas junto com solo para análise e diagnose por uma equipe multidisciplinar de especialistas em nutrição de plantas, solos, fisiologistas, fitopatologistas, entomologistas e fitotecnistas. Desta maneira, será possível associar a ocorrência do problema nas diferentes regiões produtoras e identificar as verdadeiras causas e assim relacionar o “vermelhão” com alguns fatores ou então descartar algumas das hipóteses que têm sido levantadas. Também é muito importante o levantamento de todas as informações relativas à produção de mudas, bem como seu transporte, armazenamento e rastreabilidade, juntamente com o acompanhamento da cultura por agentes de extensão rural

para identificar práticas culturais que podem afetar a incidência do “vermelhão” nas regiões produtoras. Desta maneira, é possível iniciar ações de pesquisa nas diferentes instituições brasileiras para identificar as causas do “vermelhão” e, posteriormente, propor medidas e recomendações para minimizar as perdas.

A dispersão da doença pode ser feita por insetos ou pelo próprio homem, por meio dos tratamentos culturais como limpeza, pulverização, colheita ou mesmo pela simples passagem entre os canteiros. Além disso, o uso do túnel baixo em cultivos de morangueiro favorece a dispersão ao longo da linha de plantio, pois tende a dificultar a dispersão do inoculo ou do vetor para as linhas de outros canteiros. Sintomas semelhantes aos observados no VM tais como vermelhidão, desenvolvimento reduzido do sistema radicular e baixa produção levando à morte das plantas já foram observados em diversas cultivares analisadas nos Estados Unidos, as quais se encontravam infectadas por vírus (MARTIN; TZANETAKIS, 2013). De acordo com os estudos, o padrão de distribuição temporal e espacial de plantas de morangueiro com sintomas de VM se assemelha ao de doenças de etiologia já conhecida, sugerindo que a doença é causada por um patógeno que se dissemina principalmente no sentido das linhas de plantio.

2.2.1.4 Qualidade das mudas

Um fator que merece ser melhor estudado na ocorrência do “vermelhão” é a qualidade das mudas, principalmente os cuidados na multiplicação no campo e, posteriormente, no transporte e distribuição. De acordo com estudos realizados no estado do Espírito Santo pela Incaper e pela Secretaria de Agricultura, a sanidade das mudas é fundamental para se obter uma lavoura de morango produtiva e livre de alguns patógenos (BALBINO et al., 2005).

As mudas comercializadas no Distrito Federal são produzidas no sul de Minas Gerais e transportadas por caminhão baú, sem refrigeração, em viagem por rodovias que dura aproximadamente 10 horas. Depois de chegarem ao seu destino, estas mudas são redistribuídas igualmente sem refrigeração. É possível que as mudas sofram algum tipo de estresse fisiológico que afete seu desenvolvimento posterior no campo durante o período de produção. A questão da qualidade das mudas na incidência do “vermelhão” pode ser esclarecida com uma avaliação a campo, comparando-se mudas das mesmas cultivares originárias de matrizes provenientes de produtores de mudas (“matrizeiros”) de diferentes locais ou regiões, por exemplo, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Outra possibilidade é se comparar as mesmas variedades a campo a partir de mudas obtidas de cultura de tecidos e cultivadas em diferentes sistemas, como o sistema tradicional utilizado pelos “matrizeiros” do Sul de Minas Gerais, com a produção de mudas em campo aberto, comparando-se com mudas originárias de cultivo sem solo, em canteiros suspensos (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005).

Para aqueles produtores que desejam aderir ao programa de “Produção Integrada do Morango – PIMo”, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, são necessários cuidados adicionais na seleção e compra de material propagativo (ANTUNES et al., 2007; CALEGÁRIO et al., 2007; CARVALHO, 2005). As mudas utilizadas devem ser de cultivares testadas e recomendadas pelo Sistema Oficial de Extensão e Pesquisa. O material propagativo deve ser de alta qualidade genética e fitossanitária, de acordo com padrões determinados pela legislação brasileira e pelas Comissões Estaduais de Sementes e Mudanças (CESM’s) e possuir atestado fitossanitário e nota fiscal com a origem das mudas (ANTUNES et al., 2007; CALEGÁRIO et al., 2007).

Na produção de mudas, é importante a aquisição de plantas matrizes de alta qualidade, preferencialmente originárias de cultura de tecidos (“cultivo in vitro”).

2.2.2 Podridão negra da raiz do Morangueiro

De acordo com o “Compendium of Strawberry Diseases” (MAAS, 2005), uma publicação específica sobre doenças do morangueiro da Sociedade Americana de Fitopatologia (APS Press), existem vários gêneros de fungos que podem causar doenças nas raízes e na coroa das plantas do morangueiro, tais como *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Verticillium*, entre outros. É interessante a menção à podridão negra da raiz (“*black root rot*”, em Inglês), que é uma doença complexa, sem causa específica. As plantas podem estar predispostas a infecção por um agente patogênico predominante na área após terem sido submetidas a uma condição adversa causadora de algum tipo de estresse, como frio excessivo ou encharcamento do solo, invasão por fungos de solo patogênicos ou nematoides que causam danos às raízes, ou uma combinação destes e outros fatores. Dependendo do tipo de patógeno envolvido, a doença pode estar associada com certos tipos de solo, como por exemplo, o fungo *Pythium* pode predominar em solos arenosos e *Rhizoctonia* em solos mais argilosos. A podridão negra da raiz também pode estar associada com a utilização de herbicidas em altas dosagens, cultivo em canteiros rasos, plantio de mudas mais velhas, ou o cultivo sucessivo e cumulativo de morango na mesma área. O nematoide *Pratylenchus* spp. pode estar envolvido porque causa pequenos ferimentos às raízes e assim predis põe as plantas à doença, intensificando dramaticamente o desenvolvimento dos sintomas (MAAS, 1998).

Nos Estados Unidos, a podridão negra das raízes já era um problema detectado pelos produtores de morango no século XIX e no início de 1900. Para enfrentar o problema, os produtores da Califórnia evitavam o plantio sucessivo do morango por mais de dois ciclos na mesma área por acreditarem que esta prática afetava negativamente o solo. Em 1914, foi sugerido que o problema era causado pela falta de aeração das raízes derivado do excesso de irrigação e pela compactação do solo. Já naquela época, se sabia que a aeração adequada do solo era essencial para o crescimento abundante das raízes e também fundamental para a atividade bacteriana do solo e para as reações químicas que asseguram o suprimento adequado de nutrientes às plantas (MAAS, 1998).

2.2.3 Podridão de Raízes

Agentes causais citados como causadores da podridão das raízes: *Rhizoctonia solani*; *Rhizoctonia fragariae*; *Verticillium dahliae*; *Phytophthora fragariae*; *Fusarium* spp; *Pythium ultimum*; *Pythium myriotylum*; *Pythium sylvaticum*. A podridão das raízes pode ocorrer de forma generalizada nas áreas de cultivo. Vários fungos têm sido relatados como causadores de podridão das raízes. Além dos fungos citados, o nematoide *Pratylenchus penetrans* pode ser associado à doença. São todos parasitas habitantes do solo com ampla gama de hospedeiros.

Os sintomas são variáveis, dependendo do fungo que estiver presente. As lesões necróticas de cor marrom, localizadas ao longo do córtex das raízes. Essas lesões evoluem, terminando por destruir toda a raiz. Tecidos necrosados desprendem-se com facilidade, deixando à mostra o cilindro central de cor branca, atingindo somente algumas raízes ou todo o sistema radicular. Ocorrendo desde um subdesenvolvimento das plantas, clorose, bronzeamento das folhas até a murcha total. Os sintomas iniciam-se em pequenas reboleiras, e vão aumentando à medida que se pratica a monocultura. Entre os fatores abióticos que contribuem para o surgimento dos sintomas estão: emprego de mudas velhas no plantio, mudas fora do padrão ideal, solos com excesso de umidade, compactados e mal drenados (TANAKA et al., 1997).

Outras condições favoráveis à podridão de raízes são: altas temperaturas na fase inicial de cultivo no campo associados a chuvas intensas. Temperaturas altas depois da colocação do

plástico de cobertura muitas vezes ocasionam a podridão de raízes e a morte de plantas por um dos fungos citados (TANAKA et al., 1997).

2.2.4 Nematoides

São citados na literatura dois grupos de nematoides, que podem atacar morangueiro. Os que atacam as raízes e os que atacam as folhas. Aqueles que atacam as raízes, mas sem apresentar sintomas tão evidentes, podendo induzir a diagnósticos equivocados de deficiências minerais no solo (*Pratylenchus vulnus*, ou "nematóide das lesões das raízes"). Já aqueles que atacam as folhas novas, tornando-as reduzidas e malformadas (*Aphelenchoides besseyi*, agente do "enfazamento do morangueiro") (SANHUEZA E CALEGARIO, 2008).

Meloidogyne hapla é conhecido mundialmente como causador de galhas. *A. besseyi* vive como ectoparasito das folhas que se acham em desenvolvimento no broto, proliferando em temperaturas elevadas. A espécie *P. vulnus* provoca a redução do sistema radicular e da parte aérea da planta, simulando sintomas de deficiência de minerais (CALEGARIO, et al 2005).

Nematóide *Meloidogyne hapla* invade nas plantas de morango e permite que as galhas se formem nas raízes, quando está presente em altas populações no solo, reduzindo o volume da raiz e causando menor crescimento e produção de frutos (NYOIKE et al., 2012). Uma estratégia de controle seria usar a resistência genética que fornece o menor fator de reprodução de *Meloidogyne hapla* (PINHEIRO et al., 2014).

Nos últimos anos, o "vermelhidão" ocorreu cada vez mais no cultivo de morangos, especialmente no sul do estado de Minas Gerais. Nenhum agente patogénico ou causal associado às plantas foi identificado até agora. As plantas com "vermelhidão" têm folhas mais avermelhadas e, em casos muito extremos, as plantas morrem. Os sintomas de "vermelhidão" podem ser causados por várias deficiências nutricionais, fitotoxicidade e lesões. Em algumas plantas com "vermelhidão", observam-se pequenas galhas típicas de nemátodos. (HENZ, 2010). Quando a resistência genética é usada para controlar *Meloidogyne hapla* e "vermelhidão", outras características devem ser avaliadas na seleção das cultivares, como o desempenho da produção e a incidência de mofo cinza. O objetivo era analisar a relação entre a produção de morangos de diferentes cultivares de plantas de morango, a resistência ao nematóide e o sintoma de "vermelhidão".

As variações apresentaram diferenças na produção de frutos e também na incidência de "vermelhidão". O menor desempenho na produção foi relacionado à alta incidência do nemátodo *Meloidogyne hapla* 'Oso Grande' e 'Albion' apresentaram comportamento resistente aos nematoides. Foi possível encontrar uma relação entre a incidência do nemátodo de *Meloidogyne hapla* e a incidência de "vermelhidão" apenas na cultivar 'Camino Real'. (CAPRONI, et, 2013).

As medidas de Controle devem ser preventivas: obter mudas saudáveis. Mudas suspeitas devem ser eliminadas (queimadas) a fim de evitar a contaminação de áreas sem nematoides. Práticas culturais: áreas contaminadas devem ser preparadas por último, para não alastrar o problema; revolver o solo das áreas contaminadas em dias quentes para expor os nematoides à dessecação pelos raios solares; adotar a rotação de culturas com espécies não suscetíveis aos nematoides; plantas com sintomas de enfazamento devem ser eliminadas da lavoura (CALEGÁRIO et al., 2005).

2.2.5 Antracnose do rizoma (*Colletotrichum fragariae*)

Relatada pela primeira vez nos Estados Unidos, em 1931, e no Brasil, em 1964, a antracnose é considerada uma das principais doenças da cultura do morango. Pode ocorrer em

plantas de qualquer idade, porém, é particularmente grave na época do transplante das mudas, reduzindo drasticamente o estande (Mena et al., 1974).

É considerada uma das doenças mais destrutiva do morangueiro e encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões produtoras, podendo tornar-se limitante para a cultura (TANAKA et al., 1996; MAAS, 1998; TANAKA, 2002).

A doença é conhecida como chocolate ou coração vermelho. Ocorre em plantas de qualquer idade, porém os danos são maiores em viveiros (MAAS, 1998). Os sintomas são murcha repentina e seca progressiva. Os rizomas, quando cortados, exibem podridão marrom avermelhada e consistência firme, daí o nome de chocolate ou coração vermelho, figura 3.

A doença pode afetar também o pecíolo, os estolhos e outros frutos. Nos frutos, surgem manchas castanhas no início e mais escuras posteriormente, de tamanho grande, com bordos ligeiramente elevados e aspecto aquoso. Os frutos mumificam-se com a evolução da doença. Nos estolhos e pecíolos surgem manchas escuras e deprimidas com massa aérea constituída de esporos, podendo atingir todo o órgão. Nas folhas podem ocorrer manchas pequenas, escuras e circulares (TANAKA et al., 1996)

A doença é favorecida por alta umidade e temperatura elevadas, por isso é mais severa na fase de produção de mudas e logo depois do transplante, pois coincide com os meses de verão e início de outono. A fonte de inóculo para o campo são mudas doentes, que muitas vezes não apresentam sintomas visíveis. Outra fonte de inóculo primário para o campo origina-se de rizomas e restos culturais infectados que permanecem no solo (TANAKA et al., 1996). Os hospedeiros intermediários do fungo são: *Cassia obtusifolia* L.; *Duchesnea indica* (Anch.); *Fragaria virginiana* Duch.; *Lupinus angustifolius* L. e *Potentilla canadensis* L (MAAS, 1998; HOWARD et al., 1992).

Os principais sintomas e danos causados são: rizomas atacados, quando cortados, exibem podridão de consistência firme, extensão e formato variáveis, cuja tonalidade varia do marrom-claro ao avermelhado, razão pela qual a doença é conhecida entre os agricultores como “chocolate” ou “coração vermelho”. Como consequência da destruição dos tecidos vasculares do rizoma, responsáveis pela condução da seiva, aparecem sintomas reflexos na parte aérea. Plantas doentes destacam-se por murcha e seca progressiva, iniciando pelas folhas mais velhas. O sintoma de chocolate é a principal característica da doença, permitindo distingui-la da murcha de *Verticillium* (MAAS, 1998).

Nos estolhos e pecíolos ocorrem lesões marrons, alongadas, deprimidas, com uma linha bem definida demarcando o tecido doente da região sadia. A extensão e profundidade da lesão variam, de acordo com o grau de resistência da planta. Pode haver o estrangulamento da área atingida, resultando na seca da região acima do local afetado. Durante a fase de formação de mudas, o estrangulamento dos estolhos provoca a morte das plantas jovens, ainda sem raízes para se sustentar. O fungo pode atingir os rizomas e quando essas mudas são transplantadas para o campo, aparecem os sintomas de murcha e morte subsequente (TANAKA et al., 1997).

Nas folhas, podem ocorrer manchas necróticas escuras, circulares, de 0,5 a 2 mm de diâmetro, geralmente em associação com lesões nos pecíolos e estolhos. No entanto, essas manchas podem ocorrer na ausência de qualquer outro sintoma. Frutos em qualquer estágio de desenvolvimento podem apresentar sintomas, caracterizados por lesões arredondadas e ligeiramente deprimidas, cor castanha a marrom-escura e consistência firme. Essas lesões podem coalescer, tomando grandes extensões, ou até mesmo o fruto todo (MAAS, 1998).

A principal medida de controle consiste no uso de mudas isentas do patógeno. Solos com alta fertilidade favorecem a doença e, portanto, os viveiros de mudas devem ser localizados em terrenos com fertilidade apenas suficiente para o estabelecimento das plantas. Ao primeiro sintoma da doença, recomenda-se suspender a adubação nitrogenada e potássica. O controle através de resistência genética deve ser sempre utilizado, desde que existam cultivares disponíveis que atendam as exigências do mercado e do produtor. A utilização de

fungicidas é outra medida muitas vezes necessária. As mudas podem ser tratadas preventivamente por imersão em solução contendo fungicida (HOWARD et al., 1992).

2.2.6 *Fusarium (Fusarium oxysporum)*

O gênero *Fusarium* é caracterizado pelo seu crescimento rápido, colônias com coloração pálida ou colorida (violeta à púrpura escuro ou do creme à Laranja), com micélio aéreo e difuso (DOMSCH et al., 1980). A maioria das espécies de *Fusarium* é composta por fungos de solo com distribuição cosmopolita e ativo na decomposição de substratos celulósicos das plantas, sendo que alguns isolados são parasitas das plantas. A patogenicidade ao homem é rara, mas muitas espécies causam o apodrecimento de estoques e são importantes produtoras de toxinas (DESJARDINS et al., 2000).

O fungo é disseminado de um campo para outro principalmente por sementes infestadas por meio dos esporos aderidos à superfície das mesmas (KENDRICK; SNYDER, 1942; ECHANDI, 1967 e Bianchini et al., 1997). Essa disseminação também pode ser realizada pelo vento e pela água de irrigação, que transportam partículas de solo infestadas por conídios produzidos sobre a planta morta (Bianchini et al., 1997).

Nos casos de infecção por *Fusarium oxysporum*, doença observada nas mudas importadas do Chile, as plantas em que se desenvolvem as estruturas do fungo murcham e apresentam podridão das raízes e das folhas basais. Isso permite a disseminação e o estabelecimento do patógeno na matéria orgânica do substrato, sua disseminação pelo ar e contaminação das plantas sadias da estufa (CALEGARIO et al., 2006).

2.2.7 *Rhizoctonia (Rhizoctonia solani), Fusarium spp*

O fungo *Rhizoctonia solani* Kuhen tem sido isolado com maior frequência em mudas e plantas adultas de morangueiro com sintomas de subdesenvolvimento, declínio progressivo, avermelhamento ou arroxamento dos folíolos, pecíolos e estolhos, além do apodrecimento do ápice da coroa, estipulas e base dos pecíolos. As plantas doentes apresentavam, com frequência, raízes escuras ou com áreas necrosadas. *Fusarium spp.* também estava, reiteradamente, associados às plantas doentes.

Para determinar a causa dos sintomas descritos e verificar, isoladamente ou em mistura, possível interação entre os patógenos *R. solani*, *Fusarium sp.*, Tanaka et al (1995) testaram-nos quanto à patogenicidade, em mudas de morangueiro, em casa de vegetação. Observou-se que somente quando *R. solani* estava presente havia reprodução dos sintomas, de modo semelhante ao observado no campo, comprovando sua patogenicidade. *Fusarium* no entanto, foi reisolado de lesões radiculares, o que indica seu possível envolvimento no complexo da doença, aumentando os sintomas de declínio em condições de campo. Poucas plantas morreram ao final do experimento. Algumas, apesar da morte da gema apical, mostraram sinais de recuperação, emitindo brotações laterais, em decorrência do desenvolvimento de gemas latentes, de modo semelhante ao relatado por Brooks (1935), Demaree (1945) e Wilhelm (1957). Tal recuperação é apenas aparente, já que essas plantas, em geral, não produzem, ou, quando o fazem, é de forma insignificante e tardia. Embora aparentemente normais, podem ser portadoras do patógeno (WILHELM, 1957; MAAS, 1984).

Rhizoctonia solani, sendo um componente do complexo de fungos cosmopolitas habitantes naturais do solo, pode estar associado a outros patógenos dessa microbiota, causando a síndrome descrita. Fungos dos gêneros *Fusarium* e *Pythium* estão entre os mais

frequentemente fungos isolados das plantas doentes (WILHELM, 1957; NEMEC, 1970; NEMEC & SANDERS, 1970; WATANABE ET AL., 1977; MAAS, 1984).

Tanaka et al. (1995) observaram que nas plantas inoculadas com *R. solani*, as lesões localizavam-se, com maior frequência, próximo à inserção com o rizoma, enquanto nas inoculações com *Fusarium* e *Pythium*, incidiam em qualquer ponto, ao longo das raízes.

Em plantas incubadas em câmara úmida, observou-se o desenvolvimento predominante de *R. solani* na região da coroa, de modo idêntico ao das plantas coletadas no campo. É possível que essa síndrome venha sendo negligenciada, em função de outras doenças de natureza mais devastadora, como a antracnose, nas suas diferentes formas de manifestação. No entanto, a frequência com que tem ocorrido e a constatação de sintomas severos em viveiros e campos de produção de frutos, evidenciam sua importância e as perdas que pode acarretar. A possibilidade de sua ocorrência simultânea com outras doenças e de os seus sintomas serem atribuídos a outras causas, pode levar à adoção de medidas de controle inadequadas, o que agrava as perdas (TANAKA et al., 1995).

2.2.8 *Pythium* (*Pythium spp*)

É um fungo habitante de solo que ataca, principalmente partes subterrâneas das plantas ou partes que se encontram próximas do solo. Na ausência do hospedeiro permanece dormente por meio dos oósporos, ou sobrevive saprofiticamente em restos culturais. Em violeta-africana, *Pythium sp.* pode causar podridão radicular quando o cultivo cresce em substrato encharcado; os sintomas iniciam nas raízes mas podem, posteriormente, evoluir pelo colo da planta. Quando as raízes apresentam coloração marrom escuro e estão apodrecidas, geralmente morrem (FREITAS, 2005).

A colonização do tecido do hospedeiro ocorre pela liberação de enzimas pectolíticas e celulolíticas, as quais promovem a desintegração do tecido vegetal. Deste modo, raízes infectadas apresentam podridões moles e encharcadas, normalmente na região do colo. Tecidos jovens e tenros são mais predispostos à infecção pelo patógeno (Van der Plaats-Niterink, 1981). No caso de podridões em plantas adultas, a infecção é restrita a tecidos periféricos ou imaturos (Kamoun et al., 1999), geralmente ocorrendo na extremidade das raízes. À medida que a planta se desenvolve, a lignificação do tecido vegetal dificulta a penetração do patógeno o hospedeiro, (Hendrix, 1973).

Pythium spp. podem causar podridões de raízes. *Pythium graminicola* e *Pythium debaryanum* são os mais frequentes. Estes fungos caracterizam-se por apresentar micélio fino, de coloração branca e aspecto cotonoso, no qual são produzidos os esporângios, responsáveis pela reprodução assexuada do fungo. A fase sexuada caracteriza-se pela formação de oósporos, que também atuam como estruturas de resistência do patógeno, responsáveis pela sua sobrevivência em condições desfavoráveis.

Os sintomas são observados nas raízes, sob a forma de lesões de coloração marrom-claro a marrom-escuro, que podem se transformar em grandes áreas afetadas e provocar o tombamento de plantas, principalmente após períodos de vento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DO VERMELHÃO EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO

3.1.1 Caracterização da área do estudo

Realizou-se o presente estudo no Sítio Rota do Sol em uma área de cultivo comercial, localizada no município de Senador Amaral – MG, localizada na coordenada: 22°34'42" S 46°11'04" O, Altitude 1.539 metros. O clima do município é quente e temperado, classificado como Cfb segundo a Köppen e Geiger. A temperatura média é 15.1 °C. A pluviosidade média é de 1758 mm (CLIMATE DATA 2017).

O solo na área de cultivo é classificado como Litossolo com relevo plano a suave ondulado. A área escolhida estava em pousio por um ano (Figura 4).



Figura 2. Localização da unidade de produção, indicada pelo polígono, Senador Amaral – MG, 2017. (Fonte: Google Earth, 2013).

Nesta unidade de produção, cultivaram-se morangueiro em canteiros, com espaçamento de 0,30m entre plantas, 0,32m entre linhas e 0,40m entre os canteiros. O cultivo ocupou uma área de 0,6 ha, adotando-se quatro cultivares de morangueiro, as quais: Portola, Oso Grande, Dover e Cristal. Fez-se a análise do solo da área, cujos dados estão ilustrados na tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo realizado em janeiro de 2016, na unidade de produção da cidade de Senador Amaral.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	m%	V%	MO	
	-- mg/dm ³	--	-----cmol/dm ³ -----										dag/kg
6,20	55,54	230	1,5	1,0	0,0	2,15	5,1	5,19	7,4	0,0	69,77	2,52	
B	Zn	Cu	Fe	Mn	S	Prem							
-----mg/dm ³ -----							mg/L						
0,5	7,1	1,8	144,3	17,0	34,4	24,0							

*Laboratório de análises de Solo e Foliaves – TERRAPLANTA – Santo Antônio do Amparo – MG

O cultivo dos morangueiros acompanhados teve início em 27 de fevereiro de 2016, desde o plantio da cultivar Portola e perdurou por creca de 180 dias, durante o ciclo dos morangueiros da unidade produtiva. A cultivar Oso Grande foi implantada em 22 de março de 2016 e as cultivares Dover e Cristal em 24 de março do mesmo ano (Tabela 2).

Tabela 2. Cultivares de morangueiro avaliadas e datas do plantio das mesmas.

Identificação	Local	Data plantio/2016	Município
Portola	Área I	27/02	Senador Amaral
Oso grande	Área I	22/03	Senador Amaral
Dover	Área I	24/03	Senador Amaral
Cristal	Área I	24/03	Senador Amaral

As mudas foram adquiridas de um produtor de morango e viveirista no município vizinho de Estiva-MG. Antes do plantio, fez-se o tratamento das mudas, utilizado hipoclorito de sódio a 5,0%.

A área cultivada de 0,6ha foi medida com auxílio da trena, composta com um dossel de 20000 plantas, sendo 7000 plantas da cultivar Portola, 1000 plantas cultivar Dover, 1000 plantas da cultivar Cristal e 11000 plantas da cultivar Oso grande, mostrado na tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de plantas, espaçamento, número de linhas e data de plantio.

Variedade de morango	Portola	Dover	Cristal	Oso grande
Data de plantio				
Quantidade (plantas)	7000	1000	1000	11000
Espaçamento (cm)	32 x 32	30 x 30	30 x 30	30 x 30
Nº de linhas / canteiros	3,0	4,0 e 3,0	4,0	3,0
Total de Plantas	-	-	-	20000

Os canteiros das unidades de produção foram cobertos com plástico preto e leitoso sob os túneis, no sistema de cultivo protegido em túnel baixo. Os tratamentos culturais, como adubação para sistema orgânico, irrigação, controle de pragas e doenças e colheita foram realizados de acordo com a necessidade da cultura. Os fertilizantes utilizados foram: fosfatos naturais, composto orgânico, farinha de carne e osso, bokashi, urina de vaca.

A irrigação utilizada foi por aspersão convencional nos primeiros quinze dias durante o período de pegamento das mudas, a partir desta data adotou-se a irrigação por gotejamento. Turno de rega foi feito através de observação da umidade do solo.

Tabela 4. Insumos utilizadas nos experimentos

Discriminação	Und	Planta ou área	N. Aplicação área I
Bokashi	g	30 por planta	1
Termofosfato	g	100 por m ²	1
Cama de frango	g	100 por m ²	1
Farinha de carne e osso	g	30 por planta	1
Urina de vaca	%	5 fertirrigação	4

Os insumos utilizados para viabilizar o cultivo do morangueiro, foram: hipoclorito de sódio, pó de rocha, termofosfato, serrapilheira, urina de vaca, biofertilizante, resíduo vegetal de grama esmeralda, calcário dolomítico, microrganismo eficiente. Os resultados das análises dos teores de Macro e Micronutrientes, de grande parte destes, encontram-se ilustrados na tabela 5.

Tabela 5. Teores de Macro nutrientes e Micronutrientes dos insumos utilizados no experimento.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Si	Zn
	-----%-----									
Serrapilheira	2,1	0,16	0,95	2,17	0,55	-	-	-	-	-
Termofosfato	5,0	33,0	24,0	3,0	3,0	6,0	0,04	0,10	4,0	0,23
Pó de Rocha			8,0						25,0	
Biofertilizante	0,41	0,10	0,36	0,14	0,15	0,66	1,70	19,60	-	2,11
Microrganismos Eficientes	-	-	-							
Sulfato de potássio			48,0			15,0				
Urina de vaca (mg/L	12.600	97,8	2.666	5,0	300,0	46,0	110,0	4,0	-	8,0
Hipoclorito de sódio 2,5% Cl										
Ulexita (B)							10,0			
Calcário dolomítico				45	6,0					

Visando avaliar o surgimento e comportamento da doença, procedeu-se o levantamento da mesma aos 30, 60, 90, 120, 150, e 180 dias após o transplântio (DAT). O padrão de distribuição de plantas infectadas foi estudado pela análise visual e evolução da dispersão. Desta maneira, quantificou-se, separadamente para cada cultivar, o número de plantas com sintomas da VM, na linha de plantio e o número de plantas apresentando o sintoma nas bordas do canteiro.



Figura 3. Visão geral da unidade de produção nos canteiros (A); plantas com sintomas do VM (B). (Fonte: Elaboração própria, Senador Amaral/MG, 2016).

Os dados de campo foram obtidos através de monitoramento, visitas periódicas e registros por escritos em planilha, fotos, relatos do manejo e também observação do agricultor envolvido na pesquisa. A incidência e evolução do vermelhão foi monitorada durante o período de abril a agosto de 2016.

3.2 ESTUDO VISANDO A MITIGAÇÃO DO VERMELHÃO DO MORANGUEIRO

3.2.1 Caracterização da área onde foi desenvolvido a experimentação

O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeirinha (Figura 7), no Município de Poços de Caldas, situado no Sul de Minas Gerais, à 962 m de Altitude e coordenadas 21°45'1.06" S e 46°35'51.03" W .



Figura 4. Localização da unidade de produção (experimento) Senador Amaral – MG, 2017. (Fonte: Google Earth, 2013).

O clima é classificado como Cwb segundo a Köppen e Geiger com invernos secos e verões brandos, temperatura média 18.3 °C. Tem uma pluviosidade média anual de 1686 mm (CLIMATE DATA 2017). Na Figura 8 são apresentados os dados de temperaturas máximas e mínimas do município de Poços de Caldas no ano de 2017.

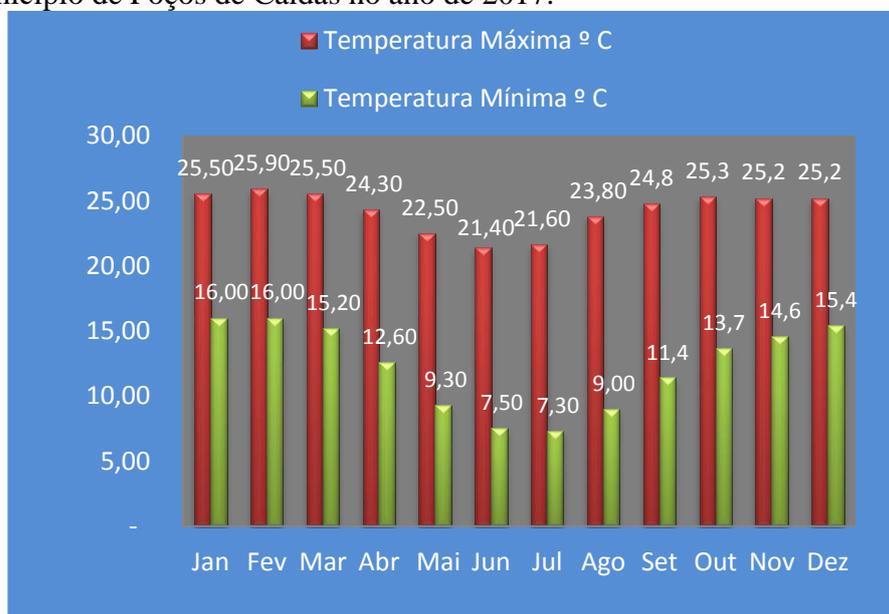


Figura 5. Temperaturas máximas e mínimas do município de Poços de Caldas em 2017-MG. (Fonte: CLIMATE DATA, 2017).

A umidade relativa do ar média é próxima de 80%. O número de dias de chuva é aproximadamente 190. Às vezes ocorrem geadas. Os ventos são moderados, de 10 a 5 km/h e, normalmente, sopram na direção nordeste ou com a entrada de frentes frias no planalto, se

invertem para sudoeste-leste. Na figura 6 estão ilustradas as normais de temperaturas e umidade relativa do ar para o município de Poços de Caldas.

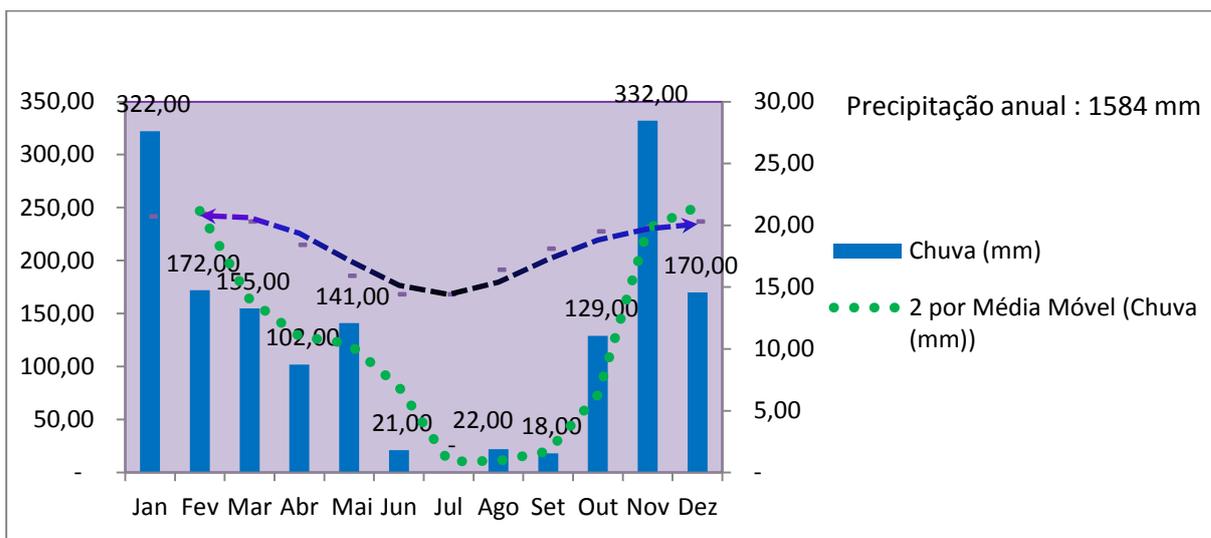


Figura 6. Normais de temperaturas e umidade relativa do ar para o município de Poços de Caldas-MG. (Fonte: CLIMATE DATA, 2017).

O plantio foi feito em seis de maio de 2017, tardio para a cultivar Oso grande, adotada na experimentação que é de dias curtos. Nesta época o fotoperíodo disponível situava-se em torno de 11,1 horas dia⁻¹ (Figura 7), temperatura média de 15,9 °C e mínima de 9,3 °C.

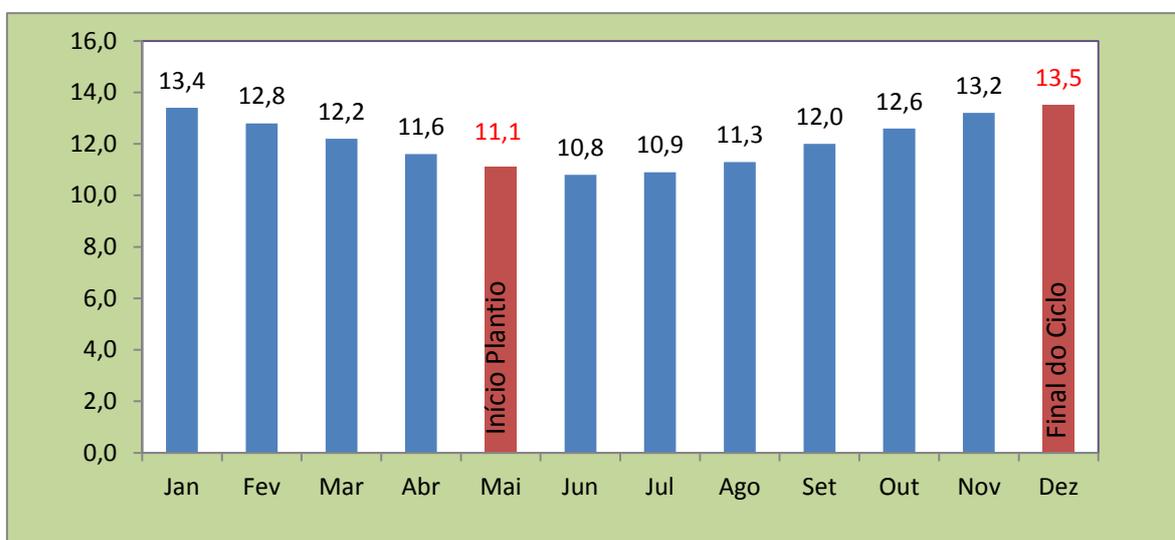


Figura 7. Tempo de luz diária (fotoperíodo) ao longo do ano de 2017, com indicação da data de plantio e final do ciclo, Poços de Caldas-MG. Fonte (CLIMATE DATA, 2017).

A cultivar Oso grande, de acordo com (BRADFORD et al., 2010), necessita de maior intensidade de luz nos três primeiros meses e temperatura mais elevada, para o desenvolvimento vegetativo, e posterior frutificação. Com temperaturas muito baixas nos primeiros meses logo após o plantio, as plantas emitem flores e ficam com uma arquitetura reduzida, com seu crescimento inibido influenciando o potencial produtivo, obtendo produções abaixo do esperado.

A bacia hidrográfica, onde foi instalado o experimento, é formada pelo Rio Pardo e seu afluente principal o Rio Lambari, com origem na junção dos Ribeirões das Antas e de Poços. O solo do local é classificado como argissolo, com relevo plano a suave ondulado. A área escolhida estava em pousio por um ano e com adubação verde.

Seis meses antes do cultivo do morangueiro, a área foi cultivada com milho (*Zea Mays*) e sobre sua palhada fez-se o plantio da mucuna preta (*Mucuna pruriens*), visando a adubação verde. Na ocasião da preparação dos canteiros, fez-se uma roçagem da adubação verde e posteriormente o terreno foi arado incorporando cerca de 50% do material oriundo da roçada. Fizeram-se ainda duas gradagens em sentidos cruzados, visando, sobretudo, a incorporação do calcário em quantidade indicada pela calagem. A outra parte do material roçado foi reservado e usado como (*mulching*) no cultivo do morangueiro.

O resíduo de grama esmeralda foi obtido através do aproveitamento deste material após a roçagem dos campos de futebol e parque. Os Microrganismos eficientes (EM) foram coletados e multiplicados na própria unidade de produção. A serapilheira foi obtida no meio da mata e fez-se o peneiramento desta com células de 4,8 mm de diâmetro. A urina de vaca (fresca) foi cedida pelo produtor da unidade de produção local. O Biofertilizante foi feito com esterco de bovino fresco, utilizando um tambor de 100 litros + rapadura + folhas de gramíneas verdes, fermentados por 30 dias. Os demais insumos citados acima, foram adquiridos de fábrica ou loja agropecuária existente no município.

As mudas foram adquiridas de viveiro é registrado e fiscalizado pelo ministério da Agricultura. Os morangueiros foram transplantados para canteiros, ainda, não protegidos com túneis baixos. Quarenta dias após o transplântio das mudas, fez-se a aplicação do (*mulching*) de plástico de polietileno preto na face inferior e branco na face superior. A adoção desta cobertura plástica (Figura 8) é muito eficiente para evitar o excesso de plantas espontâneas que possam prejudicar o desempenho do morangueiro e possível contaminação dos frutos produzidos, como as podridões.



Figura 8. *Mulching* cumprindo seu papel no cultivo do morangueiro, cerca de três semanas após o transplântio. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

Os insumos utilizados nos tratamentos foram distribuídos nos blocos casualizados, e incorporados à 5 cm de profundidade. Em seguida fez-se a cobertura dos canteiros com resíduos de grama batatais, reaproveitamento do material oriundo das roçagens de campos de futebol. Posteriormente foi feito o transplântio e aplicação de Microrganismo eficientes (EM). Os canteiros foram feitos, com levantamento de dimensões de 0,30 m de altura e 1,00 m de largura e corredor de 0,40 metros entre os canteiros. As mudas foram aclimatadas por um período de 15 dias no meio da mata. Posteriormente foram transplantadas no dia 06, de maio de

2017. A irrigação utilizada foi do tipo aspersão convencional durante todo o tratamento, contrariando as orientações técnicas usualmente recomendadas para a cultura. Em todos os tratamentos, inclusive a testemunha, o solo foi preparado com a incorporação da adubação verde (milho + mucuna preta), incorporação de serrapilheira da mata (3kg /m²), as mudas tratadas com hipoclorito de sódio (3%), e após o transplante das mudas, todos os leitos foram pulverizadas com EM o qual foi reaplicado a cada 30 dias, cobertura morta com grama batatais, as plantas de todos os tratamentos receberam fertirrigação quinzenal com biofertilizante tinocão e urina de vaca, foi usado urina além do colocado no biofertilizante, e a partir dos 60 dias pulverização quinzenal com ulexita, ficando diferenciação dos tratamentos na preparação dos leitos com os insumos no cultivo orgânico, como descrito a seguir:

(a) **T1**- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira passada em peneira com célula 0,7 x 0,7 mm (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais oriunda da roçagem de campo de futebol (4 kg/ m²).

(b) **T2**- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira passada em peneira com célula 0,7 x 0,7 mm (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais oriunda da roçagem de campo de futebol (4 kg/ m²).

(c) **T3**- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira passada em peneira com célula 0,7 x 0,7 mm (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais oriunda da roçagem de campo de futebol (4 kg/ m²).

(d) **T4**- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²).

(e) **T5**- Testemunha, sem tratamento.

A parcela experimental foi constituída por dezessete plantas distribuídas em quatro fileiras de 3,0 m de comprimento de cada parcela, espaçamento entre planta 0,35 x 0,40 m,

A proporção de cada material utilizado na montagem do experimento foi calculada com base na composição do insumo. O experimento foi implantado sobre uma área com cultivo de Mucuna preta (*Mucuna pruriens*), consorciada com milho (*Zea mays*).

Depois do plantio e montagem experimental os morangueiros receberam fertirrigação através de regadores e bomba costal, em todos os tratamentos, como descrito a seguir:

(1) **Biofertilizante Tinocão**: Tambor de 200 litros, água, 40kg de esterco de curral (fresco), 10 kg de esterco novo de galinha caipira, 2 litros, de leite talhado, 7 litros de garapa, 5 kg de cinza de madeira, 2 kg de fosfato natural, 2 kg micronutrientes FTE-BR 12 (dividido em 3 vezes), 5 litros de urina de vaca, 3 kg de folhas trituradas de urtiga, alecrim, boldo nacional, capuchinha, mamona e folhas de capim verde. Depois de concluído o processo fermentativo; 1 pá de madeira (TINOCO, 2010).

Para a preparação, foi colocado 40 kg de esterco fresco na bombona de 200 Litros, e adicionados os demais ingredientes, e água pura não clorada, até 25 cm abaixo do nível máximo do tambor. Foi agitado para uniformizar os ingredientes, repetindo este movimento 3 vezes ao dia, durante duas semanas, depois uma vez por semana. O processo de fermentação durou 30 dias. Depois de pronto apresentou cor escura característico do produto.

Antes da utilização, o biofertilizante foi agitado e coado em pano. Realizando a fertirrigação utilizando 30 litros do biofertilizante para 70 litros de água, com aplicações quinzenais.



Figura 9. Bombona de preparo do Biofertilizante. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

(2) **Boro** - O fornecimento de boro foi utilizado ulexita, dosagem de 1,5 grama por litro de água a cada 15 dias, com início a partir de 60 dias do transplântio.

(3) **EM** Foram feitas as aplicações dos microorganismos eficientes a cada 30 dias, na proporção de 200 ml por 20 litros de água sem cloro.

(4) **URINA DE VACA** foi utilizada urina vaca (fresca) a 20% aplicado a cada 20 dias, iniciando 30 após plantio.

O substrato utilizado foi a serapilheira do meio da mata, passada em peneira com célula 0,7 x 0,7 mm ($3,0 \text{ kg/ m}^2$) + cobertura morta de grama batatais oriunda da roçagem de campo de futebol (4 kg/ m^2), decomposto por dois meses, e depositado em local cercado, sem revolvimento. O substrato apresentou uma capacidade de retenção de umidade de 50%.

Realizou-se análise química da amostra da serapilheira com o objetivo de verificar a disponibilidade de nutrientes presentes no substrato adotado. Procedeu-se a análise química deste no Laboratório de Análise de Solo Do Instituto Federal de Muzambinho, o qual apresentou os valores constados na Tabela 1.

Tabela 6. Resultados da análise da serapilheira utilizado no experimento.

pH em água	N g/kg	K g/kg	P g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg
6,8	21,50	9,50	1,68	21,75	5,53

*Análise realizada pelo Laboratório de Solos do Instituto Federal de Muzambinho/MG

Para aferir a área cultivada foi realizada a medição através de marcação de polígonos por meio de trena. A área total cultivada foi de aproximadamente 78 m^2 , composta com um dossel de 340 plantas.

Com relação aos tratamentos e arranjo espacial (desenho) a variedade utilizada no plantio foi a Cultivar Oso Grande com espaçamentos e datas diferentes. A adubação de plantio e fertilização de cobertura foi feita com os insumos mencionados na tabela 5.

A escolha do local iniciou-se com amostragem do solo para análise e preparação. Em seguida foi feita a roçada, (roçadeira Triton) da vegetação existente (adubos verdes composto de mucuna preta (*Mucuna Pruriens*) e milho (*Zea Mays*). O material foi deixado sobre o solo por 3 dias, metade foi incorporado sobre o solo e o restante utilizado em cobertura juntamente com a matéria orgânica, oriunda de roçagem de campo de futebol, composta por grama batatais.

Tabela 7. Boletim de análise da amostra do solo

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	m%	V%	MO	
	--- mg/dm ³ ---			-----cmol/dm ³ -----									dag/kg
6,26	29,00	280	3,29	1,84	0,0	2,47	5,1	5,19	7,4	0,0	69,77	3,70	
B	Zn	Cu	Fe	Mn	S	Prem							
-----mg/dm ³ -----							mg/L						
0,2	21,5	-	-	-	-	-							

Laboratório de análises de Solo e Foliaves – IFSULDEMINAS Campus Muzambinho – MG



Figura 10. Consórcio Milho x Mucuna preta. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

Adubação verde anterior a implantação do experimento, a área passou por roçagem, aração, gradagem e levantamento dos canteiros com grade rotativa e acabamento final manual.



Figura 11. Roçagem na área do experimento (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

Preparação e acabamento final feito com enxada, rastelo e com ajuda dos agricultores e horticultores da propriedade. Após a preparação, os canteiros receberam a cobertura morta, composta de 50% grama batatais e 50% da biomassa da adubação verde. Em seguida foi realizado transplante nos leitos elevados sobre o solo, com um metro de largura, e 40 centímetros entre leitos, realizado por trator e acabamento manual. Cada canteiro constituiu um bloco experimental.



Figura 12. Elevação, adubação e cobertura morta. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

As mudas foram armazenadas em local sombreado, no interior da floresta nativa ao lado do local de instalação do viveiro, por um período de 16 dias, e as raízes cobertas com serrapilheira oriunda do próprio local, com partículas finas menores que 8,0 mm.

No levantamento do canteiro foi utilizado grade rotativa e encanteiradeira e acabamento final foi feito com enxada. Os insumos usados na preparação dos canteiros foram os mesmos, porém com uma variação na dosagem, para verificar a interferência da fertilização na incidência e desenvolvimento da anormalidade, vermelhão do morangueiro. As dosagens foram definidas na quantidade de 120, 180, 240 g/m², para o Pó de rocha e Termofosfato; Hipoclorito de sódio a 3%; Serrapilheira fina peneirada em peneira de café 3 kg/m²; Urina de vaca a 5%; Microrganismos eficientes 300 ml/20L; Biofertilizantes a 30%; Cobertura morta grama batatais (4 kg/ m²).

O plantio foi realizado a uma profundidade de 5 a 10 cm, com os substratos recobrimo suas raízes. A irrigação nos primeiros 30 a 40 dias, foi realizada 3 vezes por semana e depois passou a ser 2 irrigações semanais, levando em considerações os aspectos climáticos, sempre que amostragens semanais revelaram a necessidade de fornecimento de água. O sistema de irrigação utilizados durante todo o período execução do experimento, foi a irrigação convencional por aspersores e regadores; a fertirrigação (biofertilizante, ulexita, urina de vaca, e microrganismos eficientes), foram feitos com pulverizador costal aplicado sobre o colo das plantas.



Figura 13. Transplântio e irrigação. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

O experimento foi instalado conforme croqui, figura 17, A parcela experimental foi composta por 85 plantas e as subparcelas por 17 plantas, espaçadas de 0,40 x 0,35 m. A área experimental foi preparada por meio de aração, gradagem e confecção de canteiros com 30 cm de altura, com o objetivo de propiciar condições favoráveis para o plantio e desenvolvimento

do sistema radicular. O experimento foi estabelecido no delineamento de Blocos Casualizados com cinco tratamentos diferentes, e quatro repetições.

15m				
3m	3m	3m	3m	3m
T1	T3	T2	T4	T5
T2	T5	T4	T1	T3
T3	T4	T1	T5	T2
T5	T1	T2	T3	T4

Figura 14. Croqui do experimento. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

O experimento foi instalado com 4 blocos casualizados e 5 tratamentos distribuídos ao acaso, compondo 20 parcelas, totalizando 340 morangueiros. Após a preparação dos canteiros foi feita adubação de plantio com: serrapilheira com as partículas bem finas, peneiradas, aplicando-se 3,0 Kg por m², para todos os tratamentos. Hipoclorito de sódio foi utilizado a 3% para os tratamentos: T1, T2, T3 e T4, imersão das raízes por 3 minutos e secados a sombra, antes do transplântio.

A condução do morango nos canteiros ou parcelas, até os 40 dias, foi apenas com cobertura morta (fitomassa de adubação verde + grama batatais). Após esta data foi inserida a lona plástica dupla face, na cor preta e branca, para impedir a emergência de plantas espontâneas, além de conservar a umidade e impedir o contato dos frutos com o solo. A face branca da lona ficou voltada para cima.

O experimento foi conduzido em campo aberto, sem tuneis ou estufas. Os tratamentos culturais para sistema orgânico, como: adubação, irrigação, manejo de pragas e doenças além da colheita foram realizados de acordo com a necessidade da cultura. Os insumos utilizados no plantio foram de acordo com o proposto nos tratamentos citados acima.

Após o transplântio foram feitas aplicações de Microrganismos eficientes (EM). A Fertirrigação foi feita a cada 15 dias com biofertilizante, nos 4 primeiros meses. Após esta data a aplicação passou a ser a cada 20 dias. Idem para o EM e Urina vaca.

3.2.2 Análise espacial do Vermelhão do morango

Análise espacial do VM - Para avaliação da dinâmica espacial da doença, foram realizadas avaliações e quantificados a incidência do vermelhão a cada 30 dias, no período de junho a dezembro, iniciando 30 dias DAT. A quantidade do número total de plantas na linha de plantio e número de plantas apresentando sintomas do vermelhão na mesma linha de plantio. A forma de distribuição espacial de plantas foi estudada através de análise laboratorial, mapa de dispersão, observação e monitoramento.

3.2.3 Estudo visando à mitigação do VM

O experimento foi instalado no solo a céu aberto, exposto as precipitações pluviométricas, com um índice de 833 mm durante o período de condução. O sistema de irrigação adotado foi por irrigação convencional por aspersão; Nos quatro primeiros meses a população de plantas passou por uma condição de temperaturas mínimas em torno de 7 C°. Outro fator importante: desde o plantio até a conclusão do experimento não foram eliminadas

nem uma das folhas infectadas por algum patógeno e folhas velhas em função de terem cumprido suas funções vitais. Não foi feito nem uma aplicação de calda bordalesa, com a finalidade de interferir em algum processo de infecção. Destaca-se ainda que a nutrição foi conduzida de forma que os nutrientes ficassem abaixo das necessidades da planta. Desta forma o experimento foi conduzido numa condição desfavorável, de forma que fosse favorecido o surgimento de algumas anomalias ou infecções. Apenas os rebentos foram eliminados. Apesar destas condições adversas para as plantas e favoráveis para as doenças, um dos maiores problemas enfrentados foi o ataque de formigas.

Para análise, foram coletadas 4 plantas inteiras, com raízes e partes aéreas, com sintomas do Vermelhão em fase aguda e encaminhadas para o laboratório da Clínica Fitossanitária – DFP/UFLA. Os métodos de análise submetidos foram: Análise visual, Teste de exsudação, Isolamento em meio de cultura BDA e exame ao microscópio óptico e estereoscópico. A natureza da análise foi para Fungos e Bactérias. O resultado da Análise Laboratorial foi positivo para (*Fusarium sp.*) e (*Colletotrichum fragariae*).

Também foram coletadas amostras de solo da região da rizosfera das plantas, e encaminhadas para o Laboratório de Nematologia – Departamento Fitopatologia UFLA. O Resultado do Laudo Analítico e Análise de Diagnose Fitonematóides. As identificações e quantificações das espécies foram realizadas pelas caracterizações morfológicas. Com os resultados apresentados em numero de indivíduos (571) de cada espécie por 100 cm³ de solo ou 1 grama de raiz, a amostra analisada apresentou: (*Meloidogyne sp*) (J2) 73; (*Helicotylenchus dihystra*) 498.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA DINÂMICA DA DOENÇA

4.1.1 Análise temporal do Vermelhão do morango

Visando avaliar a dinâmica temporal da doença foram realizadas avaliações da incidência do VM aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 Dias Após o Transplântio (DAT).

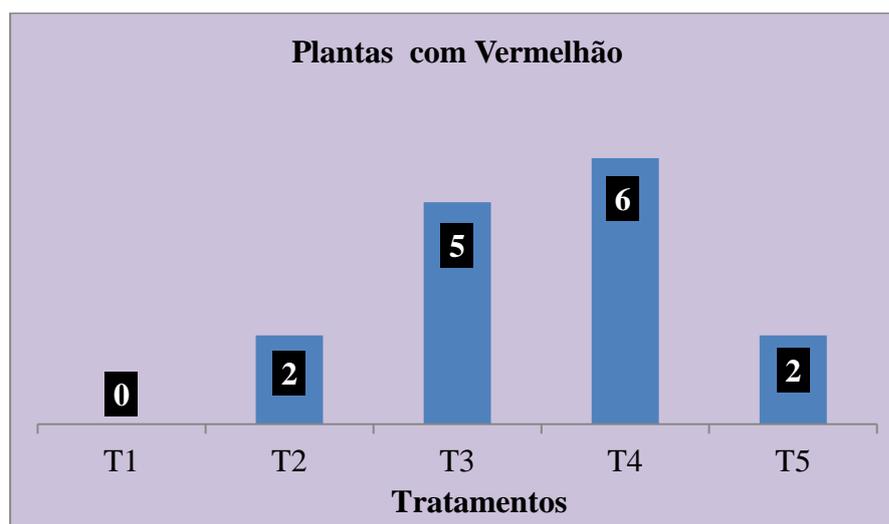


Figura 15. Plantas com sintomas de vermelhão em função do tempo de cultivo. Gráfico representando o numero de plantas com vermelhão.

As plantas de todos os tratamentos, desenvolveram-se normalmente, sem nenhum um tipo de anomalia nos primeiros cinco meses de cultivo, dispensando todo e qualquer tipo de controle fitossanitário referente a pragas e mal funcionamento de células. Surgiram os primeiros exemplares com sintomas iniciais do vermelhão a partir de 150 dias após o transplântio. A partir desta data foi encontrado, 01 plantas aos 150 dias; 09 plantas aos 180 dias; 04 plantas aos 210 dias e 01 plantas aos 210 dias. A quantidade de plantas com sintomas por tratamento foi de 0,0 T1; 2,0 T2; 2,0 T3; 5,0 T4; e 6,0 T4; respectivamente, conforme apresentado na figura 15.



Figura 16. Plantas normais com 30 dias após o transplântio, com cobertura morta no manejo. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).



Figura 17. Plantas normais com 60 dias após o transplântio, com apresentando a cobertura com Mulching. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).



Figura 18. Plantas normais 120 dias após o transplântio, com apresentando a cobertura com Mulching. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).



Figura 19. Plantas com sintoma de VM 180 dias após o transplântio. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).



Figura 20. Visão geral do experimento com plantas com sintomas VM 240 dias após o transplântio. (Fonte: Elaboração própria, Poços de Caldas/MG, 2017).

Em geral a ocorrência de plantas com problemas fitossanitários foram baixos, resultados que podem estar associados as condições climáticas durante o período de cultivo, ao equilíbrio do sistema e práticas agroecológicas, adubação orgânica e verde.

Problema fitossanitário de maior importância nesse cultivo foram as doenças da parte aérea, como Mancha-de-diplocarpon; Mancha-de-dendrophoma, Antracnose e Mancha angular, mas, o percentual de ocorrência não trouxe prejuízos significativos ao cultivo. O maior problema foi o com ataque de formigas saúvas e quenquéns, estas sim, causaram prejuízos que interferiram nos índices de produtividade.

Não foi observados frutos sintomas de antracnose, apenas alguns fungos com Botrytes, possivelmente essa baixa incidência podem estar associadas a baixas além de outras práticas, como rotação de culturas e escolha da área, sem exploração com a cultura do morangueiro.

As primeiras plantas com sintoma de vermelhão surgiram a partir de 06/10/17, com 150 dias após o transplântio. Devido ao período de inverno um pouco mais rigoroso, as plantas tiveram seu desenvolvimento reduzido.

Nos tratamentos culturais empregados a cultura não foi feita a profilaxia, retirando folhas velhas e folhas com sintomas de doenças, pedúnculos, mas apenas eliminando a presença de estolões, que porventura, apareceram, pois o número excessivo de estolhos compete com a frutificação e desenvolvimento, afetando a produção das plantas. As avaliações realizadas durante o desenvolvimento dos morangueiros foram: dinâmica do crescimento vegetal, produtividade de frutos, incidência do vermelhão morangueiro e outras enfermidades presentes em cada tratamento, as quais estão detalhadas a seguir.

O período de colheita dos frutos maduros iniciou-se com 80% de coloração vermelha dos frutos que se deu aproximadamente após a segunda quinzena do mês de julho, 100 dias após o transplântio e teve duração de 5,0 meses. As colheitas dos frutos foram realizadas duas vezes por semana. Verificou-se que o tratamento T1- obteve melhor índice, com zero de incidência, foi superior aos demais tratamentos para a variável vermelhão, seguidos por T2 e T5- que apresentaram 02 planta, cada. O tratamento com maior índice foi T4 com 06 plantas com sintomas.

Para variável produção os tratamentos que apresentaram melhores resultados foram T2 > T3 > T1. Todas as pesagens foram realizadas em balança de precisão, graduada em centígrama, disposta sobre bancada fixa.

A produção teve início aos 100 dias após o plantio, os pseudofrutos foram colhidos duas vezes por semana, de acordo com a necessidade, ao atingir o ponto de plena maturação, determinado visualmente com o pseudofruto apresentando 80% da superfície com coloração vermelho e posteriormente, foi feita a pesagem.

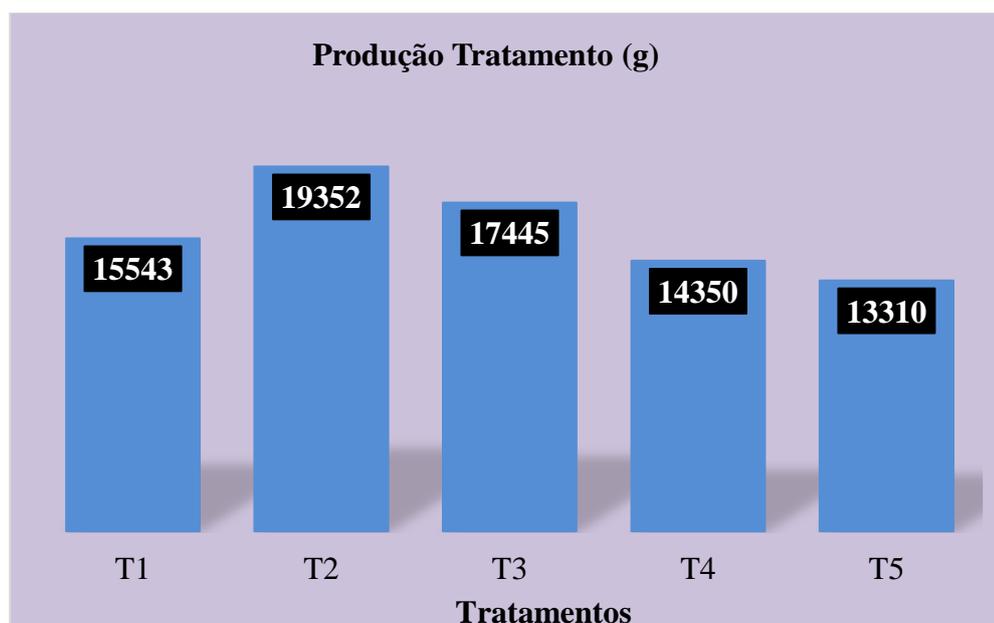


Figura 21. Produção total de pseudofrutos por tratamento. Nota: T1- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T2- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T3- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T4- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²); T5- Testemunha.

Tabela 8. ANOVA da Produção total de pseudofrutos por tratamento.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	14919,6	3	4973,2	0,013454	0,997776	3,238872
Dentro dos grupos	5914418	16	369651,2			
Total	5929338	19				

A análise de variância da produção de pseudofrutos comerciais por tratamento, apontaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$), dos tratamentos nutritivos adotados na adubação.

A produção média de pseudofrutos comerciais foi de 13.310, g.trat⁻¹, 14.350 g.trat⁻¹, 15.543 g.trat⁻¹, 17.445 g.trat⁻¹, e 19.352 g.trat⁻¹ respectivamente. A produção obtida no Tratamento 02, superou os demais frutos comerciais. A menor produção por planta foi encontrada no tratamento 05.

A adoção de Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²) promoveu a maior produção de morangos, com 19352,0 g por tratamento. Por outro lado, a testemunha teve o pior desempenho, com 13310,0g nesta mesma área. Isto significa que o tratamento citado proporcionou um acréscimo, aproximado na produção, de 31,22%, em relação ao tratamento de menor valor. Mesmo havendo diferenças de produtividade entre os tratamentos, em geral a produtividade ficou abaixo da produtividade para a cultivar na região. Um dos fatores que pode ter contribuído e a deficiência nutricional, devido ao manejo adotado. Trata-se de uma planta muito sensível às condições climáticas. Assim, uma cultivar que produza bem numa determinada região poderá não se adaptar em outra, produzir menos ou ser mais afetada por

pragas ou doenças. A melhor época de plantio varia para cada região e, também, depende da cultivar (Bernardini et al., 2005).

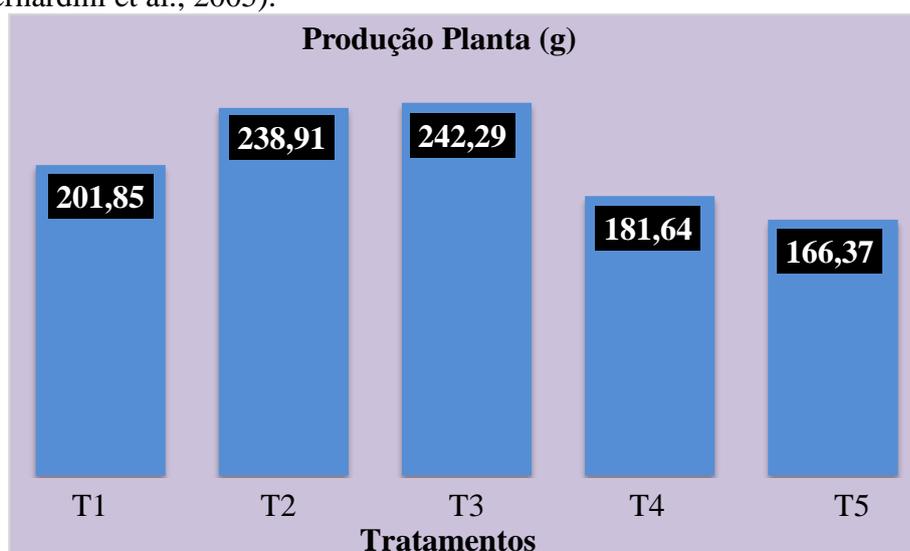


Figura 22. Produção média de pseudofrutos, g. planta⁻¹ por tratamento. Nota: T1- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T2- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T3- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T4- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²); T5- Testemunha.

Tabela 9. ANOVA da produção média de pseudofrutos, g. planta⁻¹ por tratamento

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	21,93356	3	7,311187	0,006374	0,999269	3,238872
Dentro dos grupos	18352,32	16	1147,02			
Total	18374,25	19				

A análise de variância da produção de pseudofrutos comerciais por planta, apontaram que não houve efeito significativo ($P>0,05$), dos tratamentos nutritivos adotadas na adubação.

Os resultados da produtividade média plantas obtidos ao logo do experimento tiveram pequenas variações entre os tratamento avaliados (figura 22). A produção média de pseudofrutos comerciais foram de 166,37 g.planta⁻¹, 181,64 g.planta⁻¹, 201,85 g.planta⁻¹, 242,29 g.planta⁻¹, e 238,91 g.planta⁻¹ respectivamente. A produção obtida no Tratamento 03, superou os demais frutos comerciais. A menor produção por planta foi encontrada no tratamento 05.

Resultados semelhantes foram obtidos também por (SOUZA; RESENDE, 2003), sob condições de cultivo em campo aberto no sistema orgânico, obtiveram uma produtividade média de 238,00 g. planta⁻¹. Resultado superior ao encontrado por Pereira et al. (2013), verificaram o desempenho agrônômico e comportamento, da variedade Oso Grande e obtiveram uma produtividade média de 179,21 g. planta⁻¹ em cultivo a campo, nas condições de Bom Repouso-MG, em cultivo não orgânico. Pádua et al. (2015), em seu trabalho de pesquisa sobre o comportamento de cultivares de morangueiro, obteve produtividade para a cultivar Oso Grande de 358 g.planta⁻¹ em Maria da Maria da Fé e 512,00 g.planta⁻¹ em Inconfidente, cultivo não orgânico, ambas cidades localizadas no Sul de Minas gerais.

Ainda em relação às produções médias (g.planta⁻¹) obtidas, para todos os tratamentos, estes ficaram num patamar abaixo do satisfatório, sendo inferiores aos 300 g.planta⁻¹ considerado na prática, como valor mínimo de viabilidade econômica para a cultura do

moranguero (REBELO; BALARDIN, 1997). Estes valores podem ter sido influenciado por deficiências nutricionais, já que o objetivo principal deste trabalho foi monitorar a ocorrência do vermelhão do moranguero e não foram disponibilizados propositalmente os nutrientes necessários para uma boa produtividade, com a finalidade de verificar o favorecimento do vermelhão pelas deficiências nutricionais. Não se confirmou com este estudo, devido ao baixo índice de ocorrência conforme figura 15. Outro fator que pode ter influenciado foi a exposição por longo período a baixas temperaturas. Segundo Oliveira e Bonow (2012), adaptabilidade de uma cultivar a determinada região produtora é expressa pela interação genótipo-ambiente, e a interação entre temperatura e fotoperíodo. A implantação do experimento ocorreu no mês de maio, quando a temperatura já estava em declínio, o crescimento das plantas foi mais lento e, conseqüentemente, houve atraso no início da produção dos frutos. Portanto, com a redução do ciclo vegetativo, o número de colheitas e o rendimento de frutos foram consideravelmente reduzidos, o que explica o menor valor de produção obtido para a cultivar estudada.

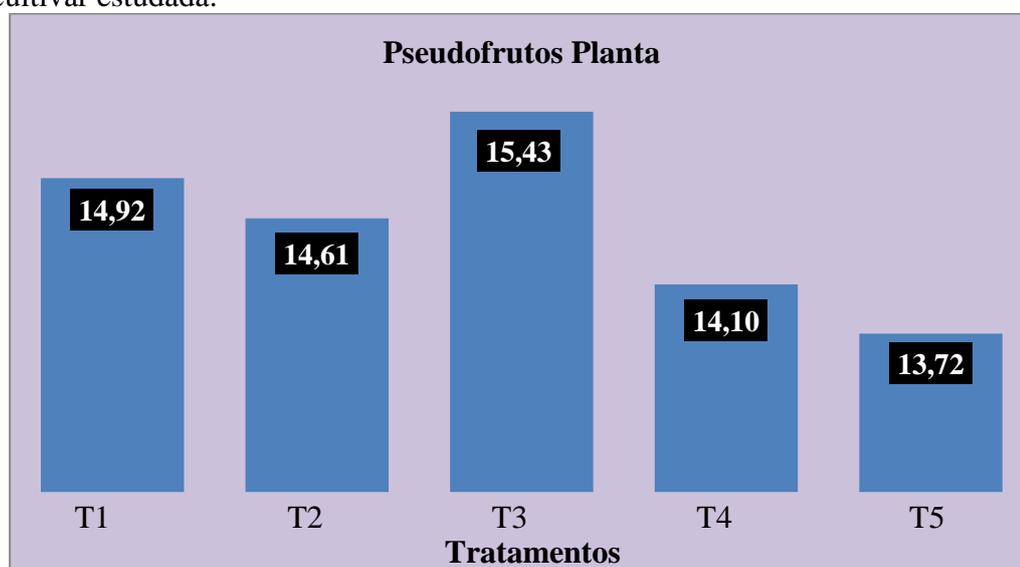


Figura 23. Número Médio de pseudofrutos planta⁻¹ por tratamento. Nota: T1- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T2- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T3- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T4- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²); T5- Testemunha.

Tabela 10. ANOVA do número médio de pseudofrutos planta⁻¹ por tratamento.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,261215	3	0,087072	0,026653	0,993886	3,238872
Dentro dos grupos	52,27044	16	3,266903			
Total	52,53166	19				

A análise de variância do número de pseudofrutos por tratamentos, indica que não houve efeito significativo (P>0,05), das soluções nutritivas utilizadas, sem grandes diferenças entre os tratamentos.

O peso médio dos pseudofrutos comerciais foram de 13,42 g. pseudofruto⁻¹, 13,51 g. pseudofruto⁻¹, 13,92 g.pseudofruto⁻¹, 14,70 g.pseudofruto⁻¹, e 15,53 g.pseudofruto⁻¹

respectivamente. A produção obtida no Tratamento 03, superou os demais frutos comerciais. A menor produção por planta foi encontrada no tratamento 05.

Resultados semelhantes foram obtidos também por (SOUZA; RESENDE, 2003), sob condições de cultivo em campo aberto no sistema orgânico, obtiveram uma produtividade média de 16,10 pseudofrutos.planta⁻¹. Pereira et al. (2013), verificaram o desempenho agrônomico e comportamento, da variedade Oso Grande e obtiveram uma produtividade média de 18,40 pseudofrutos.planta⁻¹ em cultivo a campo, nas condições de Bom Repouso-MG, em cultivo não orgânico.

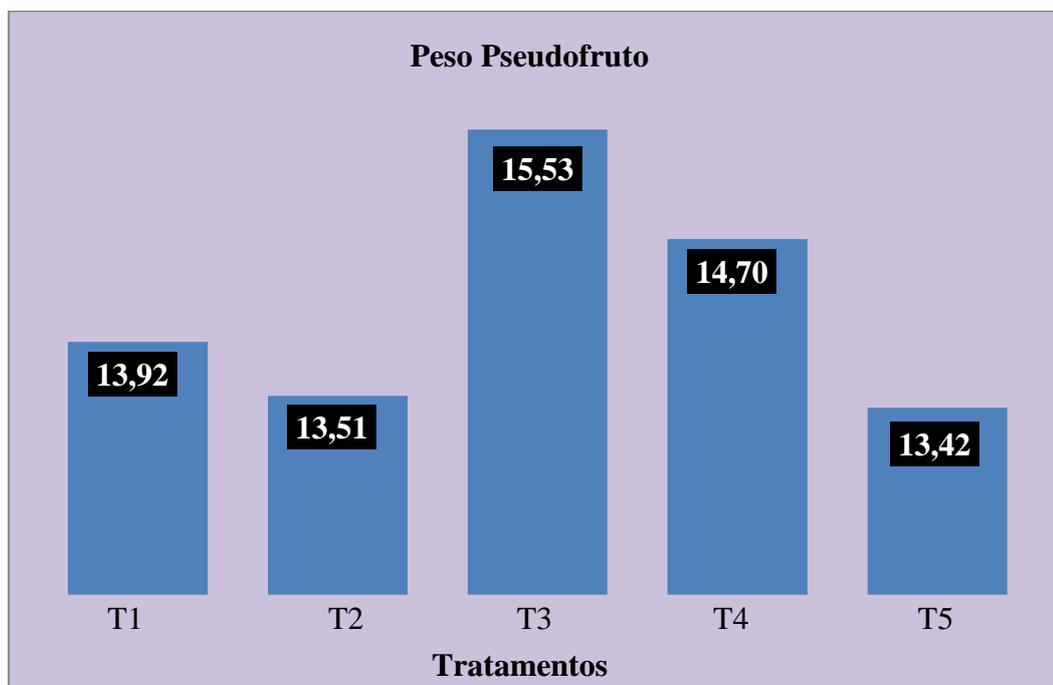


Figura 24. Peso médio de pseudofruto por tratamento. Nota: T1- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T2- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T3- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T4- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²); T5- Testemunha.

Tabela 11. ANOVA da peso médio de pseudofruto por tratamento.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6,08356	3	2,027853	0,688629	0,572083	3,238872
Dentro dos grupos	47,11632	16	2,94477			
Total	53,19988	19				

A análise de variância do peso médio dos pseudofrutos por tratamentos, indica que não houve efeito significativo ($P > 0,05$), das soluções nutritivas adotadas na adubação.

Nota-se que o peso médio dos pseudofrutos comerciais por tratamento foram de 13,42 g.pseudofruto⁻¹, 13,51 g.pseudofruto⁻¹, 13,92 g.pseudofruto⁻¹, 14,70 g.pseudofruto⁻¹, e 15,53 g.pseudofruto⁻¹ respectivamente. A produção obtida no Tratamento 03, superou os demais pseudofruto comerciais. A menor peso por pseudofruto foi encontrado no tratamento 05.

Resultados semelhantes foram obtidos também por (SOUZA; RESENDE, 2003), sob condições de cultivo em campo aberto no sistema orgânico, obtiveram uma produtividade média de 14,70 g. pseudofruto⁻¹ comerciais por planta, em cultivo orgânico.

Pereira et al. (2013), verificaram o desempenho agrônômico e comportamento, da variedade Oso Grande e obtiveram uma produtividade média de 9,78 g.pseudofruto⁻¹ em cultivo a campo, nas condições de Bom Repouso-MG, em cultivo não orgânico.

Como critério da produção de frutos comerciais, adotou-se o aproveitamento dos frutos para consumo in natura e fabricação de doces e geleias, considerando o tamanho mínimo de pseudofrutos, conforme Duarte Filho (2006). Este autor destaca que, neste tipo de avaliação, deve-se descartar os pseudofrutos com menos de oito gramas, enquanto Costa (2009), recomenda que se descarte pseudofrutos com menos de sete gramas desta classificação. Shaw e Larson (2007), destacam que provavelmente, a causa da ocorrência de frutos pequenos, ocorre em função de deficiência na polinização natural da flores do morangueiro inferir a faixa maior de temperatura e da produção de apenas um fruto por inflorescência (SHIMIZU, 2005).

Resultado semelhante foi encontrado por Pádua et al. (2015), em seu trabalho de pesquisa sobre o comportamento de cultivares de morangueiro, obteve produtividade de 19,60 g.pseudofruto⁻¹ em Maria da Maria da Fé e 15,10 g.pseudofruto⁻¹ em Inconfidente, ambas cidades localizadas no Sul de Minas gerais.

A colheita se estendeu, aproximadamente, por 150 dias, quando a cultura apresentou acentuado decréscimo na produção de pseudofrutos, certamente, pelo aumento relativo das temperaturas que passaram a predominar na região e final de ciclo. Este período de colheita superou em cerca de 50 dias as colheitas realizadas por produtores da região, que produzem em sistema convencional, cuja colheita se encerrou em meados de outubro para a mesma variedade.

4.2 LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA DO VERMELHÃO EM QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO

Tabela 12. Números de Plantas com sintomas de Vermelhão, para cada cultivar de morangueiro, desde abril a agosto de 2016.

Cultivar	Total de plantas	27/04/16	17/05/16	07/06/16	27/06/16	17/07/16	07/08/16
Portola	7000	553	889	1128	1591	2267	3457
Oso grande	11000	632	1051	1294	1488	2129	3074
Cristal	1000	0	0	4	12	29	56
Dover	1000	0	0	4	11	27	49

Conforme os dados observados e apresentados na tabela 8 e figura 25, houve variação no percentual de incidência e evolução da doença entre as variedades de morango cultivadas na unidade de produção monitorada.

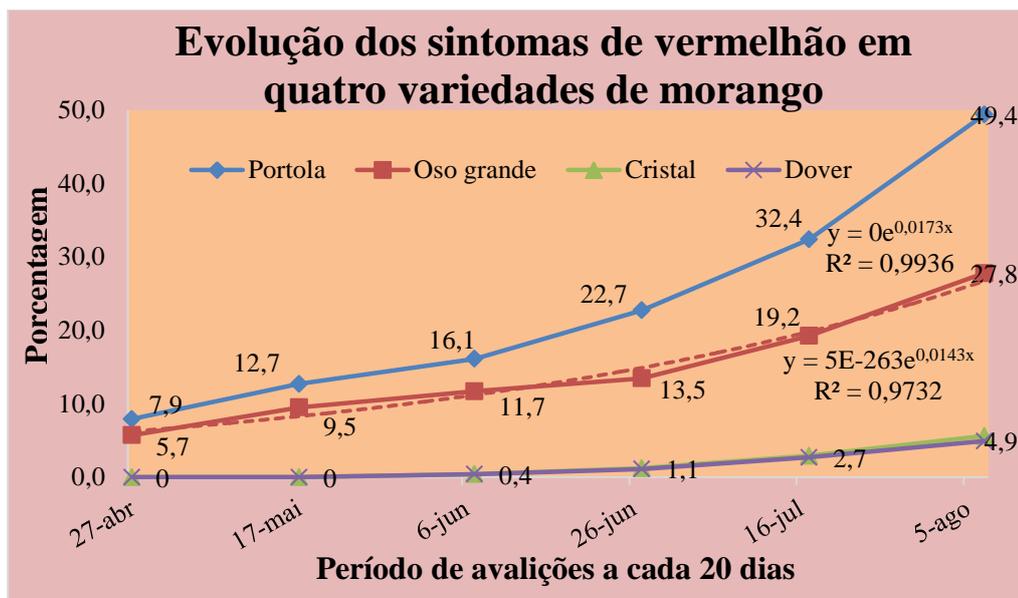


Figura 25. Evolução Percentual de plantas com sintomas do VM para cada cultivar ao longo do tempo no ano de 2016, avaliados a cada 20 dias após plantio.

Na (figura 25) observa-se o efeito das diferentes diluições nutritivas utilizadas pelo produtor, e pela análise de regressão, constatou-se que o modelo estatístico que melhor se ajustou-se foi o linear crescente.

Das variedades monitoradas nesta pesquisa a que apresentou maior incidência da doença, desde o primeiro levantamento (27/04/2016) foi a Portola, seguido pela cultivar Oso Grande. Após cinco meses de cultivo aproximadamente 50% das plantas desta cultivar apresentaram sintomas do vermelhão. O crescimento da parte aérea e do sistema radicular fica comprometido, reduzindo a produção e muitas vezes levando à morte das plantas, com danos que ultrapassam os 80% (HENZ et al., 2009).

A cultivar Oso grande ficou numa situação intermediária de evolução da doença, com cerca de 28% das plantas doentes ao final dos levantamentos. As cultivares Cristal e Dover, apresentaram menor percentual de ocorrência do VM e tiveram resultados bastante próximos, respectivamente, 5,6 e 4,9% de plantas com sintomas 150 DAT. A (figura 25), mostra as diferenças entre os percentuais de ocorrência do vermelhão em lavoura comercial, conduzida em sistema orgânico, com quatro cultivar, transplantadas e data e quantidades diferentes,

Os altos índices de incidência do vermelhão ocorrido durante o cultivo, pode estar aliados a algumas práticas indesejáveis como, mudas de baixa qualidade, preparação do canteiro (compactação), baixa eficiência no sistema de irrigação, material suscetível e nutrição insuficiente. O material propagativo deve ser de alta qualidade genética e fitossanitária, de acordo com padrões determinados pela legislação brasileira e pelas Comissões Estaduais de Sementes e Mudanças (CESM's) e possuir atestado fitossanitário e nota fiscal com a origem das mudas (ANTUNES et al., 2007; CALEGÁRIO et al., 2007).

Tabela 13. Resumo da análise de variância para as variáveis PIVM = plantas com incidência de vermelhão do morangueiro; PMT = produção média por tratamento; PMP = produção média por planta; NFP = numero de fruto por planta; GF = grama por fruto em função de diferentes tratamentos sobre uma cultivar de morangueiro.

Tratamentos	PIVM	PMT (g)	PMP (g)	NFP Und	GF (g)
T1	0,0	3885,75 c	201,85 b	14,92 a	13,92 a
T2	2,0	4838,00 a	238,63 a	14,61 a	13,51 a
T3	5,0	4361,25 b	242,29 a	15,43 a	15,53 a
T4	6,0	3587,50 d	181,64 c	14,10 a	14,70 a
T5	2,0	3327,50 e	166,37 d	13,72 a	13,42 a
MG	3,0	4000,00	206,61	14,55	14,21
CV (%)	68,66	17,39	18,82	5,01	7,10

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo Teste, de Scott – knott, ao nível de 5% de probabilidade. Nota: T1- Pó de rocha (120 g/m²) + Termofosfato (240 g/m²) + Serrapilheira + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T2- Pó de rocha (240 g/m²) + Termofosfato (120 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T3- Pó de rocha (200 g/m²) + Termofosfato (180 g/m²) + Serrapilheira (3,0 kg/ m²) + cobertura morta de grama batatais (4 kg/ m²); T4- Apenas calagem com Calcário dolomítico (120 g/m²); T5- Testemunha.

Não foi observada diferença significativa entre as médias de número de frutos por plantas e grama por frutos. Entretanto o teste Scott-Knott ao nível de significância de 5% mostrou uma pequena diferença entre os resultados obtidos na produtividade média por tratamento e por plantas. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio dos softwares Microsoft Office Excel (2010) e Sisvar 5.6 (2011).

Conforme dados mostrados no gráfico, aos 150 DAT, 0,29% das plantas apresentavam sintomas do VM localizado no tratamento 4; aos 180 DAT apresentaram 2,94% de incidência. Aos 210 DAT, 4,12% das plantas apresentavam sintomas do VM, aos 240 DAT, 4,41% das plantas apresentavam sintomas do vermelhão.

Análise do mapa de dispersão da doença, representado na curva de progressão: Foram observados focos de plantas sintomáticas, que surgiram isoladas entre si, apenas em dois pontos de incidência ocorreu a proximidade de plantas com os mesmos sintomas do vermelhão. Devido a baixa incidência não foi possível observar a agregação de plantas doentes, sendo mais definidos a partir dos 150 DAT (Figura 26). O surgimento de plantas com os sintomas de vermelhão foi baixo, apresentando algumas plantas com incidência, em sua maioria isolada ou distante uma da outra, aos - 150, 180, 210 e 240 DAT.

Foi constatado entre as parcelas, com os tratamentos utilizados, 15 (quinze) plantas com incidência do vermelhão, nas seguintes proporções: T1 com 00 planta; T2 02 plantas; T3 05 plantas. T4 06 plantas e T5 02 planta. O maior número de plantas com vermelhão foi verificada no (T3 com 5 plantas) e (T4 com 06 plantas). O número de plantas anormais com sintomas do vermelhão ficou abaixo do esperado. Apresentando 4,41% de incidência, a partir de 180 dias após o transplântio. O percentual de incidência foi estabilizado com este índice, não havendo alteração para a variável vermelhão, após esta data.

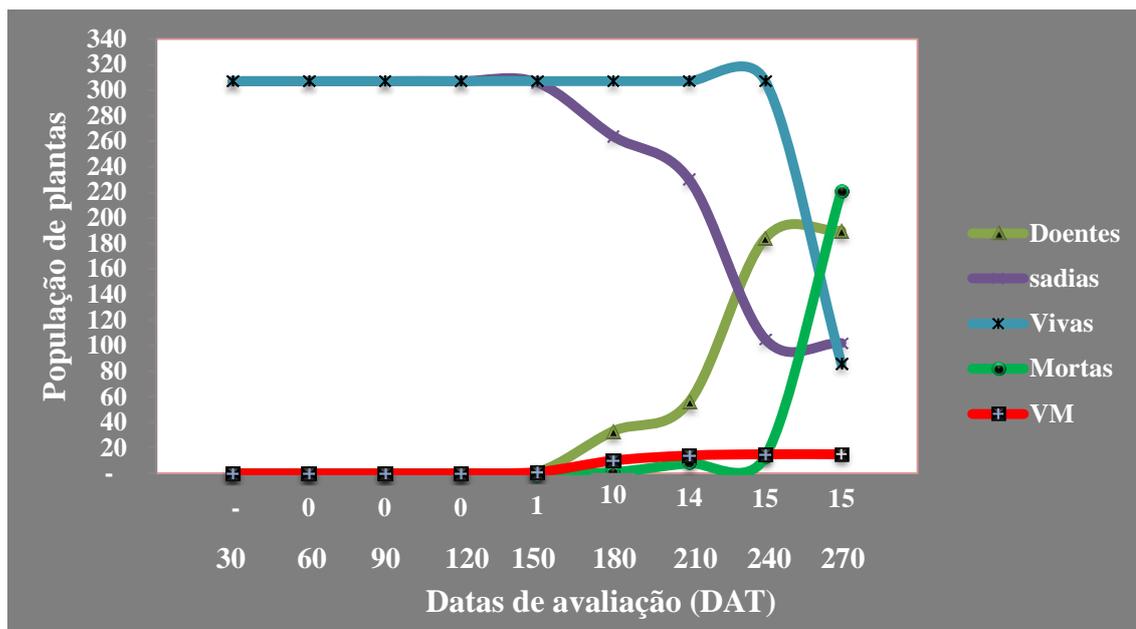


Figura 26. Mapa de dispersão por tratamento.

A figura 26 mostra o comportamento das plantas no período estudado, entre maio/16 a jan/18. Onde as linhas representam: cor verde representa as doenças com 190 plantas anormais, considerando todas as doenças, com início a partir de setembro; linha de cor rocha indica as plantas sadias, partindo de 100 % ou 307 exemplares, e começou a reduzir este índice a partir de setembro finalizando com 102 plantas sadias; Planta vivas representado pela linha de cor azul partindo de um universo de 307, começou a alteração nos mês de dezembro e finalizando com 86 plantas vivas; Plantas mortas partindo de zero, iniciou a alteração a partir de setembro, finalizando com 221 plantas mortas considerando outras doenças além do vermelhão; Plantas com vermelhão, partindo de zero, começaram a surgir a partir de setembro, finalizando com 15 plantas com este sintomas no final do ciclo em dezembro de 2018.

Estudos, realizados por Vidal et al. (2004), indicam que o VM comporta em linha, sendo favorecida pela utilização de túnel baixo.

Neste estudo as mudas utilizadas foram adquiridas de viveiristas da região sem nenhuma garantia referente a sanidade. Durante a condução do experimento, não foi feito controle de doenças em nem um momento, não foi utilizado calda bordalesa e nem limpeza das folhas, para não interferir nas incidências de algum patógeno. A irrigação utilizada foi por aspersão e regador, contrariando as recomendações técnicas para a cultura. Mesmo assim, o índice de incidência de doenças na população de plantas, foi baixo, conforme mostrado no figura 18.

Os resultados das Análises Laboratoriais foram positivos para (*Fusarium sp.*) e (*Colletotrichum fragariae*) e (*Meloidogyne sp.*) (J2) 73, considerado baixo índice de infestação; (*Helicotylenchus dihystra*) 498, com alto índice de infestação. Estes fungos e nematoides, também, causam sintomas de anomalias (vermelhão), em plantas de morangueiro, mas não confirmando que o VM seja causado por estes patógenos. A presença da anormalidade pode estar associada a um conjunto de fatores, como aeração do solo, mudas contaminadas, nutrição, não rotação de culturas, desbalanço hídrico, ausência de técnica de assistência especializada a efetiva e manejo incompatível às necessidades da cultura.

As Plantas com VM apresentaram, inicialmente, folhas baixas com coloração vermelha intensa, que progrediram para as folhas mais novas. Além disso, pode ser observada necrose em folhas mais novas e no cálice de frutos em formação e adultos. O crescimento da parte aérea e do sistema radicular ficaram comprometidos, reduzindo a produção e levando às plantas à morte, com danos que chegaram a 4,41% no período desta pesquisa.

No levantamento da ocorrência vermelhão em quatro cultivares, os fatores, baixa qualidade das mudas e do solo (litossolo) e reduzidos períodos de pousio e rodízios, podem ter influenciado no alto índice de incidência do VM.

No estudo experimental visando a mitigação do Vermelhão, as condições locais, a melhor qualidade do solo (argissolo) e manejo: plantio em sucessão a adubação verde (mucuna + milho), uso de cobertura morta, uso de serrapilheira com presença de EM + EM aplicado via líquido, biofertilizante e tratamento das mudas com hipoclorito de sódio, favoreceram os bons índices fitossanitários obtidos, apesar do experimento ter sido conduzido sem nenhuma preocupação referente as possíveis incidências de anomalias, com práticas não recomendadas para a cultura.

De acordo com este estudo, a incidência o padrão de distribuição temporal e espacial das plantas de morangueiro com sintomas de vermelhão se assemelha ao de doenças de etiologia já conhecidas, resultado este ao semelhante também foi encontrado por Lopes (2014).

De forma geral, o resultado do experimento foi surpreendente, referente à sanidade. Para a incidência de ácaros e pulgões o índice foi 0 (zero) e nem incidência da doença mais comum (*Mycosphaerella fragariae*), com índice também 0 (zero). Para Outras doenças ocorreu incidência a partir do sexto mês, mas, com baixo índice, conforme mostrados nos gráficos.

5 CONCLUSÕES

No levantamento referente a ocorrência do vermelhão, das quatro cultivares analisadas as que apresentaram maiores percentuais de incidência e evolução da doença foram as cultivares Oso Grande e Portola. Os maiores índices de evolução do Vermelhão foi constatado na variedade portola, apresentando um índice de 49,4 % aos 150 (DAT) e 27,8 % para a variedade Oso grande no mesmo período e os menores foram para Cristal para e Dover, 4,9% cada.

Estudo realizado visando a mitigação do VM, da cultivar Oso grande, suscetível ao vermelhão, mostrou que a incidência da doença, na cultura não foi expressiva apresentando um baixo percentual de incidência, para esta variável, com 0,29% 120 DAT, 2,94% 150 DAT, 4,12% 180 DAT, 4,41% 210 DAT e 4,41% 240 DAT.

Os tratamentos T1, T2 e T5 - foram os que apresentaram melhores resultados para a variável vermelhão do morangueiro (VM), com 0,0; 2,0 e 2,0 respectivamente. Para a variável produção, os tratamentos que apresentaram melhores índices por planta em ordem decrescente: T3 com 242g; > T2 239g > T1 202g > T4 > 182g > T5 166g.

Diante dos resultados encontrados, observou-se que são necessários maiores cuidados no manejo da lavoura, desde o planejamento, sanidade das mudas, utilizando-se variedades que apresentam maior tolerância. O manejo e tratamentos utilizados neste experimento se mostraram ser eficientes, em relação a fitossanidade, sendo recomendável fazer os ajustes necessários nas dosagens conforme demanda local, para cultivos orgânicos de morangueiros.

Apesar das diferenças na produtividade obtida entre os tratamentos não ter sido expressiva estatisticamente diferente, destaca-se o tratamento 1, pois apresentou menor índice de incidência de vermelhão e Tratamento 3 com maior produtividade média por tratamento, diferente da média por planta, devido as falhas.

Através desta pesquisa não foi possível confirmar a causa do vermelhão do morangueiro, mas demonstrou algumas práticas de manejo orgânico e nutrição que podem contribuir para a redução da infestação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não confirmada, as causas da ocorrência de vermelhão, esta pesquisa fornece subsídios que podem auxiliar para o desenvolvimento de posteriores estudos, que venham a ser realizados em regiões que apresentem características climáticas semelhantes ou diferentes, que atendam a demanda de produtores de Morango Orgânico.

Mesmo não havendo efeito significativo entre os tratamentos, recomenda-se a utilização de adubos verdes, orgânicos, rotação de culturas, mudas de boa qualidade certificadas, idôneas e realização de outros estudos, com outras cultivares e em épocas diferentes, para ampliar e aprofundar as investigações sobre o comportamento da doença do vermelhão do morangueiro, buscando maiores inferências e esclarecimentos.

Sendo uma cultura de propagação vegetativa, muita atenção deve ser dada à disseminação de patógenos via muda contaminada. Adquirir mudas certificadas e com atestado varietal.

Assim, este estudo não se encerra aqui, o tema continua, aberto e outras pesquisas deverão ser feitas em busca de maiores esclarecimentos sobre esta importante doença que tem afetado a produção de morango.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOFORADO, P.A.U.G. Aspectos do Silício no sistema solo-planta: UFLA, 1996. 53p.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. **Strawberry production in Brazil and South America**. International Journal of Fruit Science, v. 13, n.1-2, p.156-161, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. **Produção de mudas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; CALEGARIO, F. F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 34-39, 2007.
- ANTUNES, L. E. C. Morango: **Cultivares**. AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Sítio da Internet. 2011. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>, Acesso em: 02/02/2018.
- BALBINO, J. M. S.; COSTA, H.; PREZOTTI, L. C.; TEIXEIRA, C. P; FORNAZIER, M. J.; ATHAYDE, M.O.; BARBOSA, W.M. **Mudas de morangueiro**: tecnologias para produção em viveiro. Vitória: Incaper, 2005. 22 p. (Incaper. Documentos, 137).
- BARUZZI, G. et al. Innovazione varietale per gli ambienti meridionali italiani. *Frutticoltura*, Bologna, n. 6, p.2-8, 2009.
- BERGAMIN FILHO A, HAU B, AMORIM L, JESUS JUNIOR WC, 2004. Análise espacial de epidemias. In: Vale FXR, JESUS JUNIOR WC, ZAMBOLIM L, eds. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 127-191.
- BIANCHINI, A. Doenças do feijoeiro. **Manual de Fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. V.2, p376.
- BRADFORD, E.; HANCOCK, J.F.; WARNER, R.M. Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.135, p.102- 107, 2010.
- CALEGARIO, F. F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo, Horizonte, v. 28, n. 236, p. 34-39, 2007.
- CARVALHO, S. P. **Boletim do morango**: cultivo, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: Ceasa Minas, 2005. 160 p.
- HENZ, G. P.; REIS, A. Alerta vermelho: “vermelhão” do morango do morangueiro. **Revista Cultivar HF**, p.20-22, set. 2009.
- MAAS, J. L. **Compendium of strawberry Diseases**. Saint Paul: APS Press, 1998. 98 p.

CLIMATE DATA, 2016. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/2883>>, Acesso em: 02/01/2018.

CAPRONI, C.M. et al. **Produção sustentável de morangueiro**. Revista Agrogeoambiental, v.5, n.3, p.91-98, Dec. 2013. Available from: <Available from: <<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/545/544>>, Acessado em: 19/12/2017.

CARVALHO, S. P., **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: Ceasa Minas, p. 69-160, 2005. 95

CARVALHO, S. P. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção do morango no estado de Minas Gerais. In _____ **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. P. 9-13.

CLIMATE DATA, 2016. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/2883> Acesso em: 04/01/2018.

COSTA, H; VENTURA, J.A. Doenças do morangueiro: diagnóstico e manejo. In: BALBINO, J.M.S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. Vitória: Incaper, 2004. p. 39-56.

COSTA H, ZAMBOLIM L, VENTURA JA, 2003. Manejo integrado das doenças do morangueiro. In: Zambolim L, ed. **Manejo integrado de pragas e doenças**: fruteiras tropicais. 131-164.

ECHANDI, E. Amarilhamiento f. Sp. Phaseoli. **Turrialba**, v.19, n.4, p.409-410, 1967.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção. ISSN 1678-8761, dez. 2005.

KENDRICK, J. B.; SNYDER, W. C. Fusarium yellows of beans. **Phytopathology**, v. 32, n. 11, p.1010-1014, 1942.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. **Production quantities by country**: Average 1993 – 2013. 2015. Disponível em: Acesso em 28 mai. 2015.

FERNANDEZ, G. E. et al. Strawberry growth and development in an annual plasticulture system. **HortScience**, Alexandria, v.36, n.7, p.1219-1223, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: **agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ª ed. Ver. E ampl. – ed. Viçosa, Viçosa MG. 421 p. Rosáceas: Morango, um frutinho rasteiro, 387-393. 2007.

FREITAS, A. J. Doenças das Plantas Ornamentais. **Manual de Fitopatologia**: Doenças das Plantas Cultivadas. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, Cap. 60, p.523-539, 2005.

GILLIGAN C, 1982. Statistical analysis of the spatial pattern of Botrytis fabae on Vicia faba: A methodological study. **Transactions of the British Mycological Society** 79, 193- 200.

GRAHAM, j. *Fragaria* strawberry. In: LITZ, R. E. (Ed.), **Biotechnology of Fruit and Nut Crops. Chapter: 24**, p. 456-474. CABI Publishing, 2005.

HOWARD, C. M.; MAAS, J. L.; CHANDLER, C. K.; ALBREGTS, E. E. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida Plant Disease v. 76, p. 976-981. 1992.

HENZ, G. P.; ARAÚJO T.M. PEREIRA SF, 2009. **Produção de Morango no Distrito Federal Brasília**: Embrapa Hortaliças.

HENZ, G. P.; REIS, A. **Vermelhão do Morangueiro: ameaça misteriosa**. Comunicado técnico n. 70. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF. 2009.

JESUS JUNIOR WC, POZZA EA, VALE FXR, MORA-AGUILERA G, 2004. Análise temporal de epidemias. In: Vale FXR, Jesus Junior WC, Zambolim L, eds. **Epidemiologia Aplicada ao Manejo de Doenças de Plantas**. Perfil, Belo Horizonte, 127-88.

LARANJEIRA F, AMORIM L, BERGER R, HAU B, 1998. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia brasileira** 23, 397-403.

MACHADO, A. C. Z; AMARO, P.M.; SILVA, S. A. **REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A *Helicotylenchus dihystera***. HOST STATUS OF SOYBEAN CULTIVARS TO *Helicotylenchus dihystera*. ¹Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, Londrina, PR.
<http://www.agrolink.com.br/agricultura/problemas/nematoide_2051.html>, acessado em 02 01 18

MAAS JL, 1998. Compendium of strawberry diseases. **American Phytopathological Society** (APS Press).

MAAS, J. L. (Ed.). **Compendium of strawberry diseases**. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2005. 98 p.

MARTIN RR, TZANETAKIS IE, 2013. High risk strawberry viruses by region in the United States and Canada: **implications for certification, nurseries and fruit production**. Plant Disease 97, 1358-1362.

MENA, A.J.; De GARCIA, E.P.; GONZALEZ, M.A. Presencia de la antracnosis de la frutilla en la Republica Argentina. Revista Agronomica del Noroeste Argentino, v.11, p.307-312, 1974.

NYOIKE T. W.; McSorley, R.; Elke Weibelzahl-Karigi, E. W. Liburd, Identification of *Meloidogyne hapla* on Florida strawberries: Nyoike *et al.* **NEMATROPICA** Vol. 42, No. 2, 2012.

OLIVEIRA, A. C. B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.21-26, 2012.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; FERREIRA, L.V. **Camino Real, nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul**. Comunicado Técnico. EMBRAPA CT. Pelotas. n. 161, 2007.

PIO, R. **Relação entre produção, nematoide e sintomas de vermelhão em morangueiro** <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103>, em: Acessado 05/02/2018.

PINHEIRO, J.B. et al. Reação de genótipos de Capsicum ao nematóide-das-galhas. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.3, p.371-375, Jul./Sep. 2014. Available from: <Available from: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102>>, Acessado, em: 14/01/2018.

PÁDUA, J. G.; ROCHA, L. D.; GONÇALVES, E. D.; ARAÚJO, T. H.; CARMO, E. L.; COSTA, R. Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria da Fé e Inconfidente, Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 69-79, jun. 2015.

PEREIRA WR; SOUZA RJ; YURI JE; FERREIRA S. 2013. Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. **Horticultura Brasileira** 31: 500-503.

REBELO, J.A.; BALARDIN, R.S. **A cultura do morangueiro**. 3.ed. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 44p. (Boletim Técnico, 46).

REIS, Ailton; COSTA, Helcio. Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle. **Circular Técnica**. Brasília, DF Dezembro, 2011.

RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS M.H.T.; PAIVA B.M. **Programa de produção e comercialização de morango**. Informe Agropecuário, v.20 p. 5-19. 1999.

SHAW, D.; LARSON, K. **The Camino Real strawberry cultivar**. Disponível em: . Acesso em: 5 maio 2007. SHIMIZU, H.K. Novas cultivares de morangueiro em 2005. Bioagro, Araucária, v.1, p.6, 2005.

SHIMIZU, H.K. **Novas cultivares de morangueiro em 2005**. Bioagro, Araucária, v.1, p.6, 2005.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SOUZA, J. L. de.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003, 564 p. il.

TANAKA, M.A.S; BETTI, J.A; PASSOS, F. A. **Caracterização patogênica de Colletotrichum macutatum e C. fragariae associados à antracnose do morangueiro**. em Fitopatologia brasileira, Brasília, v. 27, n. 5., p. 484-488, 2002.

TANAKA, M.A.S; BETTI, **Controle das doenças causadas por fungos e bactéria em morangueiro**. Cap. 2. ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, MG. Suprema, 2002. V. 1, p. 69-140.

TANAKA, M.A.S; BETTI, J.A; PASSOS, F. A. **Mancha preta da causada por Colletotrichum fragariae em viveiro de morangueiro em São Paulo**. Summa Phytopathol., v. 22, p. 143-147, 1996b.

TANAKA, M.A.S; BETTI, J. A.; KIMATI, H. **Doenças das Plantas Cultivadas**. Manual de Fitopatologia. 3ª ed. V2, 1997. p. 516-529.

TANAKA, M.A.S; FUMIKOTO, M. PASSOS, F. A. **Patogenicidade de Rozoetonia solani em morangueiro** (Fragaria x ananassa). 1995. 6 p. Artigo. Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP.

VAN DE LANDE H, 1993. Spatio-temporal analysis of spear rot and 'marchitez sorpresiva' in African oil palm in Surinam. **Netherlands Journal of Plant Pathology** 99, 129-138.

VIDAL, C. A.; LARANJEIRA, F. F. NASCIMENTO AS, HABIBE TC, 2004. Distribuição espacial da meleira do mamoeiro em zonas de trópico úmido e trópico semi-árido. **Fitopatologia**. bras 29, 3. 276-281.

VIDAL, H. R.; CORSO, F.; OLIVEIRA, A E.; NIESING, P.; OTTO, R. Caracterização morfológica de quatro cultivares de morangueiro para a região de Ponta Grossa, PR. In: **Resumos / III Simpósio Nacional do Morango e II Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do MERCOSUL** / Eds ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 291 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 203). 2007.