

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ORGÂNICAS NA PRODUÇÃO DE
PIMENTEIRO ENXERTADO FERTIRRIGADO SOB CULTIVO PROTEGIDO**

LUCAS MARIANO GOMES ISIDORO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Junho - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ORGÂNICAS NA PRODUÇÃO DE
PIMENTEIRO ENXERTADO FERTIRRIGADO SOB CULTIVO PROTEGIDO**

LUCAS MARIANO GOMES ISIDORO

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU-SP
Junho - 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

I81a Isidoro, Lucas Mariano Gomes, 1988-
Aplicação de diferentes fontes orgânicas na produção de pimenteiro enxertado fertirrigado sob cultivo protegido / Lucas Mariano Gomes Isidoro. - Botucatu : [s.n.], 2016
vii, 57 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. Pimentão - Enxertia. 2. Matéria orgânica. 3. Substratos. 4. Fertirrigação. I. Villas Bôas, Roberto Lyra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ORGÂNICAS NA PRODUÇÃO DE PIMENTEIRO ENXERTADO FERTIRRIGADO SOB CULTIVO PROTEGIDO

AUTOR: LUCAS MARIANO GOMES ISIDORO

ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Depto de Solos e Recursos Ambientais / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Prof. Dr. RODRIGO DOMINGUES BARBOSA

Departamento de Agronomia / EDUVALE - ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DO VALE DA JURUMIRIM

Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO

Depto de Solos e Recursos Ambientais / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Botucatu, 25 de agosto de 2016

Dedico,

**Aos responsáveis de minha
existência, aos mentores de minha
personalidade, aos conselheiros de
minha vida, com base no amor e
carinho, pai e mãe.**

**À pessoa que me fez enxergar o
mundo de outra maneira, a minha
companheira e amada.**

**À estrela mais brilhante do céu,
aqui fica meu amor e minhas saudades.**

Agradecimentos

À Deus que me ensina todos os dias a enxergar o mundo com mais amor, humildade e simplicidade.

A minha família, fonte incessante de amor e carinho, em especial a minha mãe Heloisa Mariano Gomes e meu pai Carlito Gomes Isidoro, minhas irmãs Érica Priscila Gomes e Elen P. Gomes Zaponi, meus sobrinhos Beatriz e Gustavo e meu cunhado Ronaldo Zaponi.

A Nathália Boleti, meu amor, minha vida, meu tudo. Agradeço a Deus por ter você ao meu lado.

A Faculdade de Ciências Agrônômicas, mais uma vez, agora pela chance de fazer o Mestrado, em especial ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

Ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas pela orientação, confiança e ensinamentos. Por me motivar e acreditar em meu potencial.

Ao Dr. Rodrigo Domingues Barbosa, pela amizade, transmissão de conhecimento e orientações.

Ao Prof. Dr. Hélio Grassi Filho, pelos conselhos profissionais e pessoais.

Aos meus amigos de pós-graduação Marcio Lanza, Tatiane Bortoletto, Flávia Mota, Edilson Gomes e Josué Ferreira que me ajudaram durante a execução deste projeto.

A equipe da Caco Loja Agrícola, Luís, Marcelo, Bene, Cidão e Sidinei.

A equipe do sítio Morro Grande pela condução do projeto, em especial o Tiago.

Ao Daniel Mariano Santos, pela ajuda durante a condução do projeto.

A todos colaboradores dos departamentos de Engenharia Rural e de Solos e Recursos Ambientais, em especial Gilberto, Amauri, Adriana, Adenir, De Pieri, Jair, Noel, pela ajuda na execução do projeto.

Aos funcionários da Biblioteca pela excelência no atendimento, profissionalismo e amparo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

A empresa Carolina Soil do Brasil, pela disponibilização do substrato utilizado neste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho

Sumário	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. A cultura do pimenteiro	7
2.2 Enxertia.....	8
2.3 Fertirrigação.....	10
2.4 Matéria Orgânica	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Local do experimento e caracterização da área.	12
3.2 Caracterizações do solo.....	13
3.3 Produção das mudas e transplante	13
3.4 Delineamento experimental	16
3.5 Manejo da Irrigação	19
3.6 Condução das plantas, tratos culturais e colheita.....	21
3.7 Análises realizadas durante o ensaio.....	23
3.7.1 Temperatura e umidade relativa do ar sob cultivo protegido	23
3.7.2 Altura de planta	24
3.7.3 Amostragem e análise de solo	24
3.7.4 Teor de nutrientes nas folhas	24
3.7.5 Amostragem de população de nematóides.	25
3.7.6 Amostragem e massa seca de raízes	25
3.7.7 Amostragem e número, área média e diâmetro de raízes.	25
3.7.8 Número e massa fresca acumulada de frutos.....	29
3.7.9 Amostragem e análise da solução do solo	29
3.7.10 Intensidade de coloração verde.....	30
3.8 Análise estatística	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Temperatura e umidade relativa do ar sob cultivo protegido.....	31
4.2 Altura de Plantas	33
4.3 Amostragem e análise do solo	34
4.4 Teor de nutrientes nas folhas	36
4.5 Amostragem de população de nematoides.....	37
4.6 Amostragem e massa seca de raízes	39
4.7 Amostragem e número, área média e diâmetro de raízes.....	41
4.8 Número e massa fresca acumulada de frutos	43
4.9 Tensão de água no solo.....	45
4.10 Amostragem e análise da solução do solo	48
4.11 Intensidade de cor verde	49
5 CONCLUSÃO.....	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise química da área experimental.....	13
Tabela 2. Composição granulométrica e textural do solo da área experimental.....	13
Tabela 3. Recomendação de nutrientes para pimentão de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura.....	16
Tabela 4. Tratamentos com tipo de planta e matéria orgânica.....	17
Tabela 5. Análise de matéria orgânica.....	17
Tabela 6. Doses aplicadas das diferentes fontes orgânicas.....	18
Tabela 7. Densidade do solo com diferentes fontes orgânicas incorporadas.....	21
Tabela 8. Média de altura (m) de plantas de pimenteiro.....	34
Tabela 9. Média das análises de solo na cultura do pimenteiro	35
Tabela 10. Médias das análises de micronutrientes.	36
Tabela 11. Teores foliares na cultura do pimenteiro aos 149 DAT.....	37
Tabela 12. Média da população de nematóides do gênero Meloidogyne em pimenteiro aos 225 DAT.....	39
Tabela 13. Interação entre os fatores da análise de população de nematóides do Gênero Meloidogyne em raiz de pimenteiro aos 225 DAT.....	39
Tabela 14. Médias das amostras de massa seca de raiz de pimenteiro aos 239 DAT.....	40
Tabela 15. Interação entre os fatores das amostras de massa seca (g) de raiz de pimenteiro aos 239 DAT.....	41
Tabela 16. Análise de amostragem de raízes pelo software Safira/Embrapa.....	42
Tabela 17. Interação entre os fatores da análise de raízes pelo software Safira/Embrapa.	42
Tabela 18. Média de massa fresca acumulada de frutos por planta de pimenteiro.....	44
Tabela 19. Média de número de frutos acumulados por planta de pimenteiro.....	45
Tabela 20. Média dos resultados de condutividade elétrica em diferentes profundidades.	49
Tabela 21. Média da intensidade de cor verde em folhas da sexta e sétima bifurcações...	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Muda de pimenteiro enxertada pelo método do contato em bisel.....	15
Figura 2. Aplicação e incorporação das fontes orgânicas no solo.....	18
Figura 3. Tensímetro digital.....	20
Figura 4. Curva de retenção de água	21
Figura 5. Plantas Conduzidas em “V” verdadeiro.....	23
Figura 6. Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO.....	27
Figura 7. Etapa 1 – Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO com limite de limiarização a 150.....	27
Figura 8. Etapa 2 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO com cor invertida.....	27
Figura 9. Etapa 3 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO seguida.....	27
Figura 10. Etapa 4 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em transformada em distância.....	28
Figura 11. Etapa 5 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em esqueleto.....	28
Figura 12. Etapa 6 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em esqueleto colorido.....	28
Figura 13. Condutivímetro portátil.....	30
Figura 14. Temperatura máxima, mínima e média sob cultivo protegido durante 252 DAT.....	32
Figura 15. Umidade relativa máxima, mínima e média, sob cultivo protegido durante 252 DAT.....	33
Figura 16. Número de frutos não comerciais devido podridão apical por tratamento....	46
Figura 17. Tensão de água no solo a 20 cm de profundidade.....	47
Figura 18. Tensão de água no solo a 40 cm de profundidade.....	47

RESUMO

O pimenteiro (*Capsicum annuum* L.), está entre as culturas mais expressivas dentro do grupo das hortaliças, pois apresenta grande diversidade de vitaminas, como por exemplo a vitamina C, e por sua apreciação, sendo de grande importância tanto pelo volume, quando pelo valor comercial nos principais centros de abastecimentos de hortaliças. Por esses motivos, técnicas como enxertia promovem maior resistência a patógenos e nematóides de solo, além de um sistema radicular mais vigoroso, consequentemente melhorando o aproveitamento quanto ao uso de água e nutrientes quando comparadas as plantas não enxertadas, resultando em maiores produtividades. A incorporação de materiais orgânicos no solo promove um incremento significativo na produtividade além de melhorar a fertilidade e a conservação do solo. O projeto tem como objetivo avaliar a aplicação de diferentes fontes orgânicas no solo juntamente com a técnica de enxertia em plantas de pimenteiro, com isso, o projeto foi instalado em uma área de produção de pimenteiro sob cultivo protegido, situado na cidade de Óleo - SP. Foram utilizadas semente de pimenteiro híbrido Campero da empresa Clause como enxerto e o híbrido Silver da empresa Sakata Seeds Sudamerica como porta enxerto. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, sendo oito tratamentos e 5 repetições em esquema fatorial (2x3+2), com dois tipos de planta (enxertada e pé-franco) e três fontes de matéria orgânica: esterco bovino curtido, bagaço de cana e substrato (turfa de sphagnum, carvão vegetal e vermiculita), mais dois tratamentos sem adição de fonte orgânica. Diante dos resultados apresentados neste trabalho, em relação ao tipo planta, os tratamentos enxertados apresentaram maior massa fresca de frutos (3,7 kg planta⁻¹) em relação ao pé franco (3,2 kg planta⁻¹), e maior número de frutos com valores de 21,8 frutos contra 18,8, contabilizando todas as colheitas. Para as fontes orgânicas, os tratamentos com

substrato, que apresentam superioridade quanto à massa fresca e número de frutos em relação às demais, sendo significativo estatisticamente, em boa parte do ciclo produtivo.

Foi padronizada uma lâmina única de irrigação, tendo como referência a tensão de água do solo nos tratamentos com pé franco e sem aplicação de matéria orgânica. Houve diferentes tensões de água no solo de acordo com cada tratamento, sendo maior para os tratamentos com substrato, onde o mesmo foi o que apresentou maior quantidade de frutos com podridão apical, devido ao estresse hídrico. Isso refletiu diretamente na produtividade. Essa diferença de tensão de água pode ser atribuída ao desenvolvimento radicular, bem como, um melhor aproveitamento dos nutrientes pela planta de acordo com as características de cada fonte orgânica.

Palavras-chave: *Capiscum Annuum*, pimentão, matéria orgânica, substrato, enxertia, nematóides, raízes.

MULTIPLE ORGANIC FERTILIZATION APPLIED IN GRAFTED FERTIGATED SWEET PEPPER PRODUCTION IN GREEN HOUSE. Botucatu, 2016. 58p. Dissertation (Master Thesis on Irrigation and Drainage) – Faculty of Agricultural Sciences, University Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho.”

Author: LUCAS MARIANO GOMES ISIDORO

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

ABSTRACT

The culture of sweet pepper is very important in the vegetables due to the large presence of vitamins, especially vitamin C, and its appreciation. It is quite important because the volume and the commercial value in the major vegetable supply centers. For those reasons, techniques such as grafting promotes greater resistance to pathogens and soil nematodes, in addition to a more vigorous root system, hence better use of water and nutrients when compared to not grafted plants, resulting in enhanced productivity. The addition of organic fertilization in the soil promotes a significant increase in productivity, besides it improves the fertility and the soil conservation.

The present study aims to evaluate the application of different organic sources in the soil herewith the grafting technique in sweet pepper plants.

The project was settled in a sweet pepper production in greenhouses, located in Óleo - SP. The Campeiro hybrid sweet pepper seeds from Clause Company were used as graft and the Silver hybrid seeds from Sakata Sudamerica Company were used as rootstock.

The experimental delimitation was done in randomized blocks, being eight treatments and five repetitions in a factorial scheme ($2 \times 3 + 2$), with two types of plant (grafted and non-grafted) and three sources of organic fertilization: manure bovine, sugar cane bagasse and substrate (sphagnum peat), charcoal and vermiculite) substrate of sphagnum, two more treatments without added organic source.

Considering the results presented in this study, related to the plant type, the grafted treatments showed higher fresh fruit mass (3.7 kg per plant) against the non-grafted (3.2 kg per plant) and more fruits with 21.8 fruits against 18.8 fruits, counting all crops. For organic sources, treatments with substrate, which have superiority of fresh mass and number of fruits in relation to others, being statistically significant in majority of the production cycle.

It was standardized a single irrigation layer, having as reference the soil water tension in the treatments with non-grafted and without applying organic fertilization. There were different soil water tensions according to each treatment, being higher for treatments with substrate, in which it showed the higher amount of fruit with blossom-end rot, due to the water stress. This water tension difference may be assign to the root development, as well as, a better use of nutrients by the plant according to the feature of each organic source.

Keywords: *Capiscum Annuum*, Sweet pepper, organic source, substrate, graft, nematodes, roots.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, houve um grande crescimento nas regiões de produção sob cultivo protegido no país, especialmente na cultura de plantas hortícolas. Pepino, pimentão, tomate e alface, estão entre as culturas mais utilizada sob este sistema produtivo. (TRANI et al., 1997)

No Brasil, o pimenteiro (*Capsicum annuum* L.) é uma das hortaliças de maior relevância e sua produção ocorre principalmente em sistema de ambiente protegido que fornece a planta condições ambientais favoráveis.

Em ambiente protegido a nutrição é feita por meio de fertirrigação, todavia, o uso contínuo e nem sempre adequado de fertilizantes pode elevar a salinidade do solo, comprometendo o processo produtivo, sendo um dos principais problemas desse sistema de cultivo (TRANI et al., 1997)

Condicionadores orgânicos de fácil acesso a produtores podem reduzir a porcentagem de íons trocáveis no solo, devido possivelmente a CO₂ e ácidos orgânicos oriundos da decomposição da MO, melhorando o aspecto físico, aumentando a agregação entre os componentes do solo e a aeração do mesmo, facilitando a lixiviação dos nutrientes (FREIRE e FREIRE, 2007); e químico, como o aumento da retenção de cátions (CTC).

A utilização do esterco bovino é a mais utilizada nos sistemas de produção e quando usado por vários anos, aumenta o teor de Nitrogênio no solo, potencializando a

mineralização e tornando disponível a planta (SCHERER, 1988). Também pode adicionar sais em quantidades inadequadas, mesmo sendo um gerador de cargas negativas.

A possibilidade de efeito melhorador do solo no aspecto de salinidade poderá vir de uma fonte rica em carbono e não excessiva em nitrogênio como o composto proveniente de casca de pinus e turfa de sphagnum. Para maior controle da fertirrigação, extratores de solução foram instalados no experimento para melhor controle da nutrição e disponibilidade de água a planta. A enxertia de hortaliças em porta-enxertos resistentes ou tolerantes viabiliza a produção em solos salinizados e infestados por patógenos e em alguns casos melhora a qualidade dos frutos, como por exemplo, retirada da cera dos frutos de pepino japonês ao ser enxertado em abóbora.

De acordo com o que foi citado anteriormente, este projeto teve como objetivo avaliar diferentes compostos orgânicos, tais como esterco bovino, composto orgânico com baixo teor de nitrogênio e bagaço de cana em pimenteiro enxertado e fertirrigado em solo salino sob cultivo protegido, visando a obtenção de um melhor manejo do solo, melhorando sua fertilidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do pimenteiro

O pimenteiro pertence à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*. Sua origem se dá na América, entre o sul dos Estados Unidos e o norte do Chile (FILGUEIRA, 2008). O nome dado a esse gênero é derivado do grego, e vem de *Kapso* (picar) segundo alguns autores, enquanto outros acreditam vir de *Kapsakes* (cápsula). Já a palavra pimenta é derivada do latim *pigmenta* (NUEZ et al., 1996).

A esse grupo de plantas atribui-se a seguinte classificação botânica: Divisão: *Spermatophyta*; Subdivisão: *Angiosperma*; Subclasse: *Malvales-Tubiflorae*; Ordem: *Solanales*; Família: *Solanaceae*; Gênero: *Capsicum*; Espécie: *Capsicum annuum* L. (CASALI e COUTO, 1984)

No que se refere às características, trata-se de uma solanácea arbustiva, perene, porém tratada como cultura anual, podendo atingir mais de 1 m de altura. O maior volume de raízes se concentra nos primeiros 30 cm de solo, todavia com pouco desenvolvimento lateral. As flores são pequenas, isoladas e hermafroditas, sendo a planta autógama (FILGUEIRA, 2008).

O fruto é a parte comercial da planta, sendo definida botanicamente como uma baga. Caracteriza-se por uma estrutura oca e cheia de ar, composta por um pericarpo espesso e suculento, e um tecido placentário onde se encontram anexada as sementes (NUEZ et al.,

1996).

O alto valor nutritivo dos frutos de pimenteiro deve-se a sua composição de proteínas (10%) e vitaminas, especialmente ao seu teor de vitamina C, alcançando 15 g kg⁻¹ de massa seca (EL SAIED, 1995). Além disso, é composto por vitaminas A e B, e minerais como Cálcio, Ferro e Fósforo (RIBEIRO e CRUZ, 2002). Também, possuem importantes antioxidantes como a vitamina E e os carotenóides. Além dessas vitaminas, encontram-se também no pimentão lipídios, aminoácidos, proteínas de alto valor biológico, ácidos orgânicos e substâncias minerais (REIFSCHNEIDER, 2000).

Sob ambiente protegido, o pimenteiro tem sido cultivado tanto no solo, como em hidroponia lançando mão de híbridos altamente produtivos no lugar de cultivares mais antigas (NASCIMENTO et al., 2002).

A utilização de cultivos em ambiente protegido justifica-se pela regularidade da produção, prolongamento do período de colheita, da melhoria da qualidade dos frutos, proteção do vento e da precipitação e pelo aumento da eficiência dos defensivos (ANDRIOLO, 2002). Desse modo, o pimenteiro é o tipo de planta que vem melhor se adaptando ao cultivo protegido no Estado de São Paulo (MELLO, 1997).

O pimentão se destaca entre as hortaliças mais apreciadas no Brasil, conferindo grande importância tanto em volume, como em valor de comercialização nos principais centros de abastecimento de hortaliças, sendo, entre as solanáceas, superado apenas pela batata e pelo tomate (NASCIMENTO e BOITEUX, 1992).

Em relação à produção nacional, o Estado de São Paulo vem se destacando quanto a produção de pimentão. Na safra de 2008/2009, a área de cultivo desta cultura foi de aproximadamente 2.123 ha, produzindo em média 82.256,04 toneladas, alcançando produtividade média de 38,74 toneladas/ha (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2010).

2.2 Enxertia

A enxertia é um processo de junção de plantas através da reestruturação de tecidos, onde essa união física resulta em um ser vivo capaz de se desenvolver como uma única planta. A parte inferior é chamada de porta-enxerto e a parte colocada logo acima, ou unida a esta é chamada de enxerto (JANICK, 1966).

A técnica da enxertia vem sendo utilizada pelo homem a muito tempo atrás na produção agrícola. Existem alguns relatos que chineses há três mil anos faziam enxertia em plantas lenhosas (MIGUEL, 1997). A enxertia em hortaliças começou a ser utilizada mais tarde, por volta de 1920, em plantas de melancia, na Coreia e no Japão (*Citrullus lanatus*), a fim de solucionar um problema de patógeno no solo (KAWAIDE, 1985). Depois houve a enxertia de melão “Makuwa” em abóbora na Província de Chiba por volta de 1953 com intuito de aumentar a tolerância a baixas temperaturas (FUJII, 1970) e foi difundida no Japão no começo da década de 60 (SAKAMOTO, 1965).

Depois de uma longa história de desenvolvimento de técnicas de enxertia, plantas enxertadas representam 59 e 81 % da área total cultivada de produção de hortaliças fruto (melancia, pepino, melão, tomate e berinjela) no Japão e Coreia, respectivamente (LEE, 1994).

Acredita-se que a técnica da enxertia iniciou-se nos anos de 1980, no Brasil. Os produtores japoneses do Estado de São Paulo utilizam a técnica na cultura do pepino há tempos, afim de controlar nematóides, além de obter frutos com alta qualidade e isentos de cera (GOTO, 2001).

As características desejáveis de um porta enxerto são: controle de doenças, alta resistência a demais patógenos de solo, rusticidade, vigor, conexão entre o enxerto e o porta enxerto, semelhanças morfológicas, e alta qualidade da produção (PEIL, 2003).

A escolha do porta-enxerto adequada é crucial ao desenvolvimento da enxertia, caso contrário ela pode não se adaptar de forma correta ao ambiente, ter menor durabilidade de resistência e influência na qualidade de frutos (KOBORI e SANTOS, 2003).

Quando se realizada a enxertia, a cicatrização depende do corte do tecido do enxerto em contato com o tecido do porta-enxerto, de maneira que a união dos câmbios das duas plantas sejam o mais próximo possível. A umidade e temperatura do ambiente têm de ser ideais para que a atividade externa dos tecidos expostos do câmbio, tanto do porta-enxerto e enxerto produzam as células do parênquima, para que se misturem e formem o "calo". (JANICK et al., 1966).

Um dia após a enxertia já é possível ver a união do enxerto e porta enxerto. A formação do “calo” pode ser observada de três a sete dias posteriores. A união do enxerto finaliza-se quando ocorre a cicatrização do ferimento, e a água e nutrientes da raiz circulam para a parte aérea, enquanto os fotossintatos circulam no caminho oposto. Isso deve ocorrer entre a primeira e a terceira semana da enxertia. (CAÑIZARES, 2003).

A finalidade da enxertia depende da condição na qual se deseja produzir, ou seja, visando o controle isolado ou conjunto de doenças, vigor, efeito salino do solo, ao clima da região, visando produzir frutos com maior qualidade. (GOTO et al. 2003).

É necessário atentar-se ao fato de que a produção de hortaliças em ambiente protegido aumenta a cada dia, gerando inúmeros problemas, principalmente com patógenos de solo, no processo de produção (GOTO et al. 2003). Dentro desse contexto, sugerem que a enxertia é uma prática de custo elevado, porém, além das vantagens comprovadas, ressaltam que é preciso considerar que, no manejo de doenças em cultivo protegido, os métodos de controle inviáveis economicamente para culturas extensivas ou oleráceas em cultivo convencional podem apresentar potencial de uso em face do investimento já realizado na aquisição e instalação da estrutura utilizada (VIDA et al., 1998).

Em estudo da influência da enxertia e aplicação de bioestimulantes na produtividade de quatro cultivares de tomate em ambiente protegido, observaram que tanto para produção total de frutos por m², como para a produção de frutos comerciais por m², plantas enxertadas foram superiores e diferiram estatisticamente das plantas controle (pé-franco) (GAJC e WOLSKA, 2010). Ao avaliar o desempenho agrônômico de plantas de pimentão enxertadas em porta-enxertos comprovadamente resistentes a *Phytophthora capsici*, afirma que a produção de frutos de pimentão em termos qualitativos e quantitativos não foi alterada em função da enxertia, tendo sido estatisticamente igual para todos os tratamentos (SANTOS, 2005).

2.3 Fertirrigação

A fertirrigação é a melhor e a mais eficiente técnica de distribuição de fertilizantes que existe. É uma prática que utiliza o sistema de irrigação para a condução e distribuição de água e nutrientes que estão associados a fatores ambientais, favorecendo o desenvolvimento e produção da cultura. (TRANI e CARRIJO, 2004).

A fertirrigação em sistemas de irrigação localizada, é o método que melhor atende as necessidades nutricionais e hídricas das plantas. Essa prática vem sendo adotada frequentemente por produtores rurais, principalmente na produção de pimentão, tomate e pepino sob ambiente protegido (VILLAS BÔAS et al., 2000).

Nesse sistema, quando dimensionado de acordo com as necessidades de água e

nutrientes da planta, implica em eficiência e economia, já que os nutrientes são aplicados na área de maior atividade das raízes. Dessa forma, obtém-se melhor aproveitamento dos fertilizantes por conta da menor salinização e lixiviação. (VILLAS BÔAS et al., 2002).

A possibilidade de realizar aplicações de nutrientes de forma flexível e parcelada variando com o estágio fenológico em que a planta se encontra, reflete em maior produção por área, e atenuação de redução dos danos ambientais. Outro fator favorável da fertirrigação é que ela evita grandes flutuações no teor de nutrientes na solução do solo (BRESLER, 1977). Sendo esse um aspecto favorável, pois o pimenteiro apresenta uma sensibilidade moderada a salinidade, em torno de 1,5 dS/m de condutividade elétrica (MASS e HOLFMAN, 1977).

2.4 Matéria Orgânica

O pimenteiro responde bem à adubação orgânica, por ser muito exigente em relação às características físico-químicas do solo. Uma alta produtividade pode ser esperada quando associa-se adubos orgânicos e minerais (SOUZA e BRUNO, 1991).

O uso de fertilizantes orgânicos de procedência animal é uma operação vantajosa e economicamente viável para produtores de hortaliças, que melhora a fertilidade do solo (GALVÃO et al., 1999).

As quantidades a serem aplicadas dependem do tipo de solo, de sua estrutura, textura, e do seu teor de material orgânica (TRANI et al., 1997).

Segundo Filgueira (2000), a aplicação de fontes orgânicas em plantas hortícolas proporciona alta produtividade e qualidade de frutos, sendo o mais comum entre eles, o esterco bovino. É recomendado que se aplique estas fontes em solos com baixo teor de matéria orgânica. De acordo com Sonnenberg (1985) recomenda-se a aplicação de 20 ton ha⁻¹ de esterco bovino ou 7,0 ton ha⁻¹ de esterco de galinha, para solos com baixa porcentagem de material orgânica.

A matéria orgânica também pode alterar a condutividade elétrica do solo (CE) por conta de sua capacidade de reter cargas, podendo atenuar o efeito que a salinidade promove nas plantas. Essa característica beneficia as raízes e reduz os efeitos negativos da salinidade (ARAÚJO, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e caracterização da área.

O experimento foi conduzido entre os meses de Dezembro de 2014 a Agosto de 2015, no sítio Morro Grande, pertencente ao proprietário e produtor Carlito Gomes Isidoro, localizado no município de Óleo – SP, ($22^{\circ}56'27''$ latitude sul e $49^{\circ}20'31''$ longitude oeste), altitude de 682 m e clima tipo mesotérmico, tropical de altitude (Cfb) com inverno seco (PEEL et al, 2007). Dentre as várias estruturas presentes na área, uma foi escolhida para a instalação do experimento. A estrutura é conhecida como “estufa tipo Londrina”, feita com madeira de eucalipto tratado através do processo vácuo / pressão em autoclave utilizando o conservante CCA (Solução de cobre, cromo e arsênio) para maior longevidade, arames ovalados galvanizados e bambus tratados com óleo queimado.

A estrutura escolhida para a instalação do experimento possuía dimensões de 20,0 m x 50,0 m e pé direito de 3,0 m, totalizando 1000 m^2 de área.

3.2 Caracterizações do solo.

Foi feita análise de solo da área onde foi instalado o experimento. Utilizando um trado tipo holandês, foram retirados, em locais aleatórios, 10 amostras simples de solo na camada de 0,0 a 0,2 m do perfil do camaleão (0,5 m de largura e 0,3 m de altura) formando uma amostra composta que foi encaminhada ao laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Setor Ciências do Solo da Faculdade Ciências Agrônômicas – UNESP de Botucatu. Foram realizadas análises química, de acordo com a metodologia de Raij et al., (2001) e física (análise granulométrica) do solo de acordo com Camargo et al., (1986). Os resultados das análises química e física estão exibidos nas tabelas 1 e 2. O solo da área foi classificado como Nitossolo háplico (EMBRAPA, 1999)

Tabela 1. Resultado da análise química da área experimental, UNESP/FCA. Botucatu, 2015.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			-----mmol _c dm ⁻³ -----							-----mg dm ⁻³ -----						
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³														
6,5	38	279	0	17	7,3	96	24	127	145	88	108	1,06	17,8	29	16,7	4,6

Tabela 2. Composição granulométrica e textural do solo da área experimental. UNESP/FCA. Botucatu, 2015.

Areia	Silte	Argila	Textura do solo
	(g kg ⁻¹)		
267	444	289	Argilosa

3.3 Produção das mudas e transplante

A semeadura foi realizada no viveiro de mudas da Caco Loja Agrícola, situada em Botucatu – SP. Foi utilizado o híbrido Silver[®] (Sakata Seed Sudamerica) como porta-enxerto e o híbrido Campero[®] (coloração vermelha) como enxerto e pé-franco, pertencente a empresa Clause. Semeou-se em bandejas de poliestireno expandido de 128 células.

O porta enxerto Silver[®] apresenta alto nível de resistência a *Phytophthora capsici* e aos fitonematóides *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*, raças 1, 2, 3 e 4.

A técnica de enxertia utilizada foi o contato em bisel, que se baseia em se fazer um corte em bisel nas mudas de porta enxerto e enxerto, e uni-las através de um clipe (figura 1).

As mudas do porta enxerto e enxerto foram semeadas dia 03 e 15 de Outubro de 2014 respectivamente. Essa diferença de datas de semeadura deve-se ao rápido desenvolvimento do porta enxerto em relação ao enxerto, podendo acarretar em baixa fixação da enxertia já que haveria diferença de calibre da haste dos dois materiais, caso fossem semeados no mesmo dia. O substrato utilizado foi a base de turfa esfagno, carvão vegetal e vermiculita e irrigado todos os dias, pela manhã e início da tarde, com o auxílio de um regador.

A enxertia ocorreu em 29/10/2014, quando o enxerto apresentava entre 3 e 4 folhas verdadeiras (GOTO et al, 2003).

Para melhor cicatrização da enxertia, foram utilizados cliques apropriados e desinfetados com álcool (70 %). Posteriormente, as mudas foram encaminhadas a câmara úmida, estrutura montada dentro do cultivo protegido, sendo envolvida com filme transparente de polietileno de baixa densidade (PEDB) e duas camadas de tela de sombreamento (70%). As bandejas de mudas enxertadas foram colocadas dentro de caixas com uma lâmina de 5 cm de água, afim de que tivessem disponibilidade de água através da parte inferior da bandeja.

A câmara ficou fechada durante 10 dias, sendo aberta apenas para trocas de ar quente e reposição de água, quando necessário, mantendo umidade relativa próxima de 100%. Após esse período, retirou-se as mudas da câmara e estas foram aclimatadas dentro do viveiro de mudas.

Não houve necessidade de se aplicar calcário na área para correção da acidez do solo, além disso, a saturação por base (V%) estava acima do recomendável (80%) (RAIJ et al, 1997). Demais nutrientes também encontraram-se em altas concentrações no solo, com isso, não foi realizada nenhuma adubação plantio.

Isso ocorre pelo fato de ser uma área produtiva, que apresenta plantios sucessivos, com grandes aplicações de fertilizantes, e por serem estruturas cobertas, não ocorre lixiviação dos nutrientes, já que a chuva não cai diretamente sobre o solo.

Para a adubação em cobertura, se utilizou a técnica da fertirrigação. Para determinar as quantidades de nutrientes aplicados, foi utilizada de acordo com Trani et al., (2011) (tabela 3).

Obedecendo as devidas proporções, foram utilizados os fertilizantes Fosfato monoamônio (MAP), Nitrato de Cálcio, Nitrato de Potássio e Sulfato de Magnésio. As quantidades de todos os fertilizantes foram divididas por semana de acordo com a fase de desenvolvimento.



Figura 1. Muda de pimenteiro enxertada pelo método do contato em bisel. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tabela 3. Recomendação de nutrientes para pimentão de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura.

Fase de desenvolvimento da cultura do pimenteiro (DAT)	Quantidade de nutrientes por dia (kg ha ⁻¹)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
1 a 35	0,05	0,01	0,08	0,03	0,04
36 a 55	0,35	0,06	0,78	0,23	0,14
56 a 70	1,16	0,24	2,24	0,69	0,5
71 a 85	1,32	0,22	2,6	0,67	0,7
86 a 100	2,63	0,77	4,8	1,93	1,05
101 a 120	2,73	0,6	5,5	0,8	0,75
121 a 140	3,75	1,1	4,87	1	0,72
141 a 180	2	0,5	3,6	1,2	0,9
Total de nutrientes por ha	295	90	514	139	103

Fonte: Trani et al., 2011 citando Basseto Júnior, 2003.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, sendo oito tratamentos e cinco repetições em esquema fatorial (2x3+2), com dois tipos de planta (enxertadas e pé-franco) e três fontes de matéria orgânica: esterco bovino curtido, bagaço de cana e substrato (turfa esfagno, carvão vegetal e vermiculita), mais dois tratamentos sem adição de fonte orgânica. Cada repetição foi composta por 10 plantas, sendo quatro consideradas úteis e seis bordaduras. Os tratamentos estão representados através da tabela 4.

Tabela 4. Tratamentos com tipo de planta e matéria orgânica. Sítio Morro Grande, Óleo-SP, 2015.

Trat.	Tipo de planta	Matéria orgânica
1	Enxertada	Sem aplicação de MO
2		Bagaço de cana
3		Esterco Bovino
4		Substrato
5	Pé franco	Sem aplicação de MO
6		Bagaço de cana
7		Esterco Bovino
8		Substrato

Os materiais orgânicos foram aplicados no preparo solo, incorporados por uma enxada rotativa. Convencionou-se uma aplicação de 2 kg m^{-2} de matéria seca para todas as fontes de matéria orgânica. Para isso foram retiradas amostras de cada fonte, pesadas e encaminhadas para uma estufa a 65°C e pesadas novamente, afim de determinar sua umidade e consequentemente o teor de matéria seca de cada material. Além do teor da matéria seca, foi realizada uma análise química das fontes orgânicas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2014), os resultados foram apresentados na tabela 5.

O espaçamento foi de $1,8 \times 0,35 \text{ m}$ e cada parcela apresentavam 10 plantas, totalizando uma área de $6,3 \text{ m}^2$ por parcela. Através da dosagem padronizada, dividiu-se , para cada material, pela porcentagem de massa seca, obtendo a dosagem por metro quadrado e quando multiplicado pela área da parcela, resulta na dosagem aplicada por tratamento (Tabela 6).

Tabela 5. Análise de matéria orgânica. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2015.

Matéria Orgânica	pH	C	N	MO	Um 65°C	C/N	CE mS m^{-1}	CTC mmol kg^{-1}
	---% de Matéria Seca--							
Bagaço de cana	5,9	48	0,4	86	51	120/1	0,1	110
Esterco Bovino	7,6	21	1	37	15	21/1	1	218
Substrato	5,2	28	0,7	50	67	40/1	1,1	295

Tabela 6. Doses aplicadas das diferentes fontes orgânicas. Sítio Morro Grande, Óleo-SP, 2015.

Matéria Orgânica	Matéria Seca (kg m ⁻²)	Umidade 65 °C	Dosagem (kg m ⁻²)	Área da parcela (m ²)	Dosagem por tratamento (kg)
Bagaço de cana	2	51%	4,08	6,3	25,71
Esterco Bovino	2	15%	2,35	6,3	14,82
Substrato	2	67%	6,06	6,3	38,18

Nos tratamentos 1 e 5, não foram aplicados nenhum tipo de fonte orgânica, sendo o tipo de planta (enxertada ou pé franco), a única diferença entre eles. Segue imagem da aplicação e incorporação das fontes orgânicas (figura 2).



Figura 2. Aplicação e incorporação das fontes orgânicas no solo. Sítio Morro Grande, Óleo-SP, 2015.

3.5 Manejo da Irrigação

A irrigação da área foi feita de forma localizada, via gotejamento. Foram colocadas duas fitas, com emissores a cada 0,2 m de espaçamento em cada linha de plantio.

Para conhecer a uniformidade de distribuição de água na área, foi realizado o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Chrystiansen). A avaliação foi feita em 3 das 5 linhas destinadas ao projeto, sendo as das extremidades (linha 1 e 5) e a central (linha 3). Os pontos de coleta seguiram a metodologia do CUC, sendo eles o início 1/3, 2/3 e o final da linha de irrigação. Foi coletada água dos emissores durante 5 minutos em cada ponto marcado nas fitas gotejadoras de cada linha de plantio.

Após os cálculos, o resultado do CUC foi de 92,3%, valor acima do considerável pelo sistema utilizado (irrigação localizada) e vazão média dos emissores de água foi de $5,65 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^{-1}$.

Para o controle da irrigação foram utilizados 6 tensiômetros, sendo 3 de 0,2 m e 3 de 0,4 m de profundidade. Os tensiômetros foram confeccionados com tubos brancos de PVC de 1/2". Em uma das extremidades há uma cápsula cerâmica porosa de 5 cm e na outra, um tubo acrílico de 0,1 m com uma borracha de silicone para vedação.

Para realizar as leituras, foi adquirido um tensímetro digital, com uma agulha na parte basal para perfurar a borracha de vedação e desse modo ser possível obter os resultados (Figura 3).



Figura 3. Tensímetro digital. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Com o intuito de atender a necessidade hídrica da cultura, foi realizada a curva de retenção (figura 4) e ajustada pelo modelo sugerido por Van Guenuchten, (1980).

A faixa de tensão adotada para a cultura do pimentão foi de 10 a 30 kPa de acordo com Trani et al., (2011). Convencionou-se uma lâmina de aplicação igual para todos os tratamentos, sendo ela de acordo com a tensão de água no solo nos tratamentos sem aplicação de MO. Definido isso, adotou-se a densidade do solo, através do método da parafina (CAMARGO et al., 1986) sem aplicação de matéria orgânica para a formação da curva de retenção (tabela 7). A título de comparação, instalou-se 2 tensiômetros para cada tratamento com pé franco com 3 repetições. Os resultados foram anotados diariamente entre 7 e 8 horas da manhã.

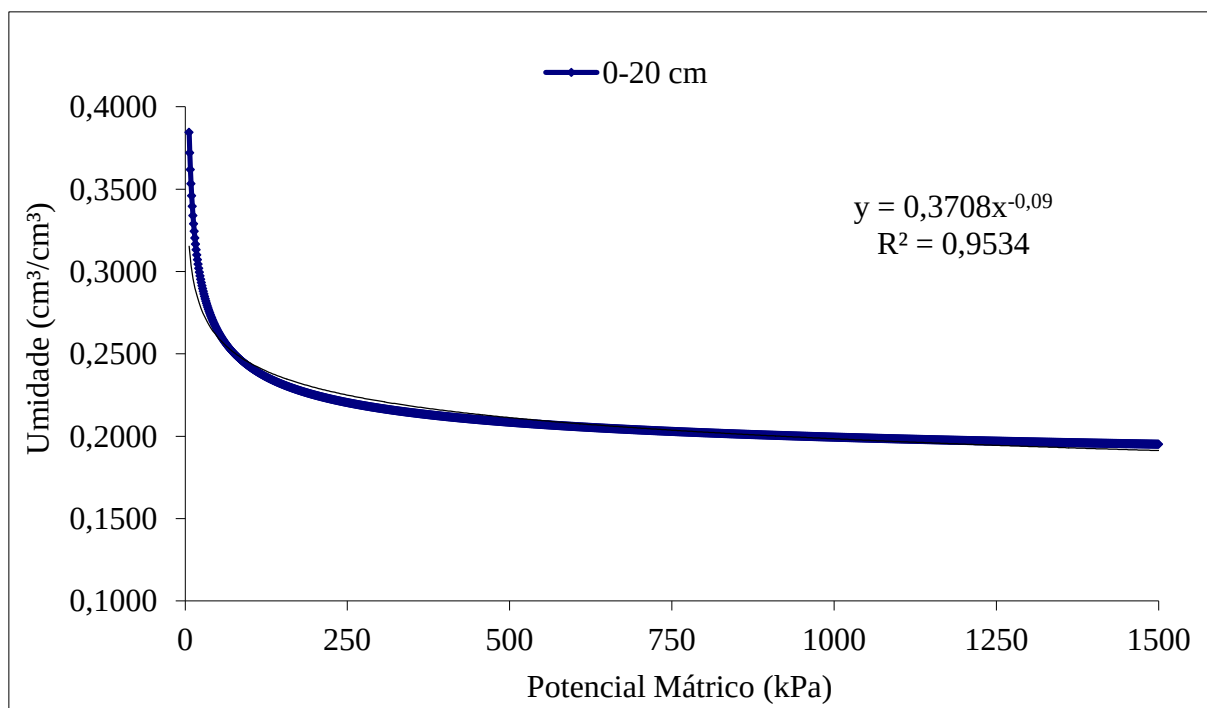


Figura 4. Curva de retenção de água. Sítio Morro Grande. Óleo - SP, 2015.

Tabela 7. Densidade do solo com diferentes fontes orgânicas incorporadas. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Matéria Orgânica	g cm⁻³
Sem aplicação de MO	1,34
Bagaço de cana	1,14
Esterco Bovino	1,34
Substrato	0,99

3.6 Condução das plantas, tratos culturais e colheita

A estrutura escolhida apresentava 15 ruas de 46 metros, com um espaçamento de 1,8 m entre ruas. O sistema de irrigação era dividido em 2 setores, sendo um com 6 linhas e outra com 5. O experimento foi instalado no setor que irriga 6 linhas.

O projeto estava disposto de maneira em que foram utilizadas 5 linhas de plantio para representar as 5 repetições, e cada linha apresentou 8 tratamentos, com 10 plantas e um espaçamento de 0,2 m entre plantas, totalizando 80 plantas em cada linha de 28 metros.

O sistema “V” verdadeiro foi utilizado para condução das plantas (TIVELLI, 1999) em que as estacas de bambu são colocadas aos pares formando um “V” ao longo das linhas

de plantio, propiciando maior entrada de luz entre as folhas. Essa estrutura serviu como base para sustentação dos fitilhos, que foram esticados horizontalmente passando pelas estacas ao longo de toda leira com um espaçamento de 0,2 m cuja finalidade é conduzir a planta durante o seu desenvolvimento. Para prender a planta junto ao fitilho, foi utilizado o alceador, equipamento que apresenta uma fita alceadora que envolve a planta e o fitilho, sendo grampeada para condução e sustentação da cultura. Dessa maneira se fez a condução em “V” (figura 5).

Não foram realizadas podas, sendo assim, a planta seguiu em crescimento livre. Foi retirado apenas o fruto da primeira bifurcação, para não retardar o desenvolvimento da cultura.

As colheitas foram feitas de acordo com a maturação dos frutos quando os mesmos apresentassem 50% da coloração vermelha. Ao todo foram realizadas 10 colheitas, nas quatro plantas centrais de cada parcela. Os frutos foram colocados em sacos plásticos, identificados com uma etiqueta e levados para análise.

Os tratamentos fitossanitários foram feitos de maneira preventiva, com pulverizações regulares, e com isso, não houve nenhum tipo de incidência de pragas ou doenças que prejudicassem o desenvolvimento da cultura.



Figura 5. Plantas conduzidas em “V” verdadeiro (TIVELLI, 1999). Sítio Morro Grande. Óleo - SP, 2015.

3.7 Análises realizadas durante o ensaio

3.7.1 Temperatura e umidade relativa do ar sob cultivo protegido

Os dados climáticos do experimento foram registrados através de termômetro e psicrômetro digital. O aparelho foi colocado no centro da área a 1,5 m em relação ao solo. Todos os dias pela manhã foram feitas as leituras de máximo e mínimo da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%). Posteriormente foi realizada a média das leituras para a determinação da temperatura e umidade média no decorrer do ciclo.

3.7.2 Altura de planta

A altura das plantas foi mensurada em quatro plantas por tratamento, no decorrer de seu desenvolvimento. As medições foram realizadas a cada 30 dias, com a utilização de uma fita métrica, tendo como referência o solo e o ponto mais alto de cada planta. Posteriormente, foi realizada média dos valores obtidos.

3.7.3 Amostragem e análise de solo

Aos 209 DAT foi realizada uma amostragem de solo em cada tratamento. A coleta foi realizada na camada de 0,0 a 0,2 m do perfil do solo, com o auxílio de um trado holandês. O local da coleta em cada tratamento foi ao centro de cada parcela, na linha de plantio. Em cada coleta, o trado era lavado para que não houvesse contaminação entre as amostras.

As amostras foram levadas ao laboratório devidamente identificadas e submetidas à secagem. Passaram em peneira de malha de 2 mm, e foram analisadas quanto ao teor de matéria orgânica, pH, H + Al, macro e micronutrientes, pelas metodologias relatadas por Raij et al., (2001).

3.7.4 Teor de nutrientes nas folhas

Ao final da colheita dos primeiros frutos, aos 149 DAT, foi realizada uma análise foliar em todas as parcelas, com a retirada da quarta folha totalmente desenvolvida a partir dos ápices da planta. Foram coletadas 4 folhas por planta em 4 plantas por parcela, totalizando 16 folhas.

As folhas foram lavadas e secas em estufa a 65°C. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley, visando-se obter as concentrações de macronutrientes e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) conforme a metodologia sugerida por Malavolta et al., (2006).

3.7.5 Amostragem de população de nematóides.

Para determinação da quantificação de nematóides presente na área experimental, aos 225 DAT, foi retirada uma planta inteira por tratamento, visando o sistema radicular e o solo. Através dessas amostragens, foram retirados 250 ml de solo e 10 gramas de raízes e contado o número de nematóides, do gênero *Meloidogyne spp.* presentes em cada amostra de acordo com a metodologia proposta por Goulart (2010). Os dados coletados foram transformados em $\log(x+1)$ para análise de variância antes de serem comparados estatisticamente.

3.7.6 Amostragem e massa seca de raízes

Para a determinação da massa seca de raiz, utilizou-se um trado tipo caneco com bocal de 5 cm de diâmetro, para coletar as amostras de raízes. A fim de coletar raízes mais finas, o trado foi posicionado perpendicularmente a linha de plantio, a 10 cm do caule da planta e 20 cm de profundidade, para cada tratamento.

As amostras coletadas passaram por peneiras de 4 mm e 1 mm, respectivamente. Utilizando-se uma pinça, foi possível selecionar as raízes que passaram pela peneira mais fina.

As raízes foram lavadas, com o intuito de retirar o excesso de solo entre elas. Posteriormente, foram secas em estufa de ar induzido a 60° C. Com uma balança de precisão, foi possível determinar a massa de cada amostra.

3.7.7 Amostragem e número, área média e diâmetro de raízes.

As raízes de pimenteiro foram avaliadas através de imagens digitais, com a utilização do software Safira, 2010 (Sistema para Análise de Fibras e Raízes), desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDI/EMBRAPA), em São Carlos – SP (JORGE; RODRIGUES, 2008).

Para isso, foi necessário se basear no método da trincheira (JORGE, 1999), para avaliar a distribuição das raízes. As trincheiras foram cavadas perpendicularmente à linha de plantio, a 10 cm da planta, com 50 cm de comprimento e 20 cm de profundidade. Posteriormente, foi retirada uma fina camada do perfil, para que as raízes ficassem expostas (BOHM, 1979).

As trincheiras foram fotografadas com câmera digital SONY de 12 megapixels e uma amostra de cada foto foi tirada, com dimensões 10 x 10 cm, a 1,5 do colo da planta. Individualmente, as imagens obtidas foram processadas pelo software Safira, com limite de limiarização na escala de 150.

Primeiramente, as imagens são abertas no programa (figura 6), em seguida são realizada 6 etapas de processamento das fotos, a primeira é a segmentação da imagem (figura 7) que consiste na rotulação e binarização dos objetos. A segunda é a inversão de cores da imagem (figura 8). A terceira é a imagem já seguimentada (figura 9), a quarta etapa as imagens destacadas são transformadas em distância, ou seja, mostra a variação de diâmetros das raízes, (figura 10). A quinta etapa consiste na esqueletonização que serve para identificar as partes centrais das raízes (figura 11). E por último é o esqueleto colorido (figura 12) que apresenta os diferentes diâmetros das raízes na imagem através das cores.

Após o processamento das imagens foram analisados número, área média e diâmetro de raízes.



Figura 6. Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.



Figura 7. Etapa 1 – Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO com limite de limiarização a 150. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

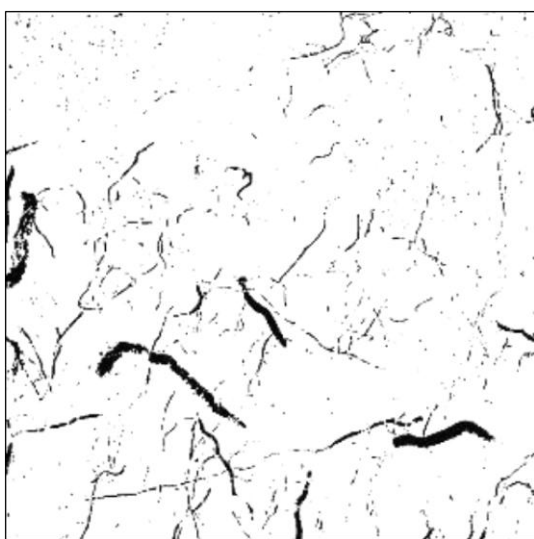


Figura 8. Etapa 2 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO com cor invertida. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

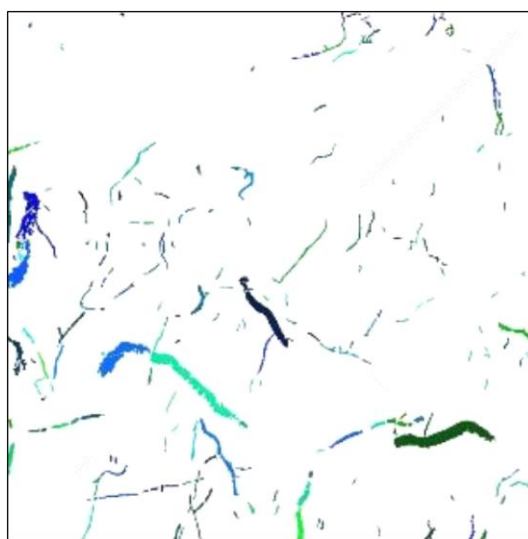


Figura 9. Etapa 3 - Amostragem da Imagem do tratamento sem aplicação de MO seguida. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

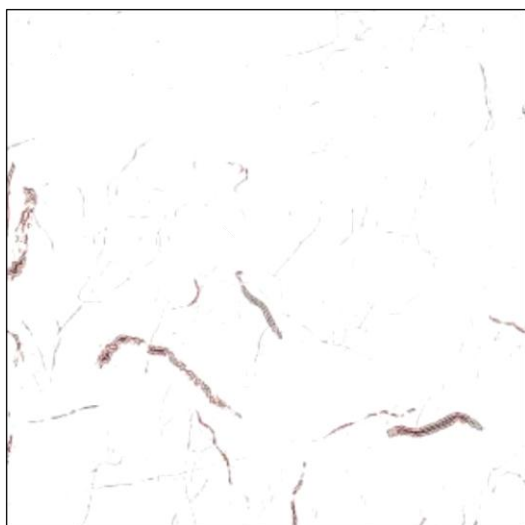


Figura 10. Etapa 4 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em transformada em distância. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

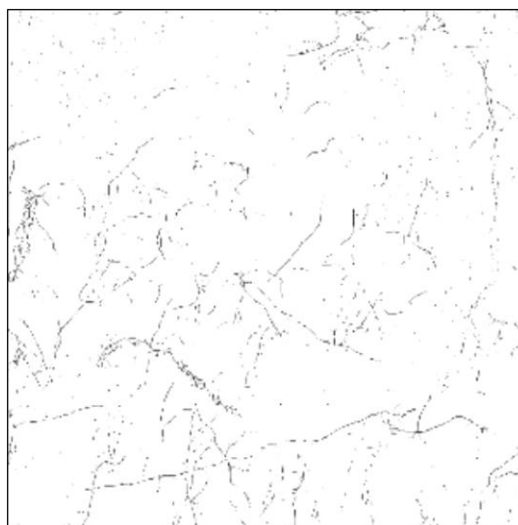


Figura 11. Etapa 5 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em esqueleto. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

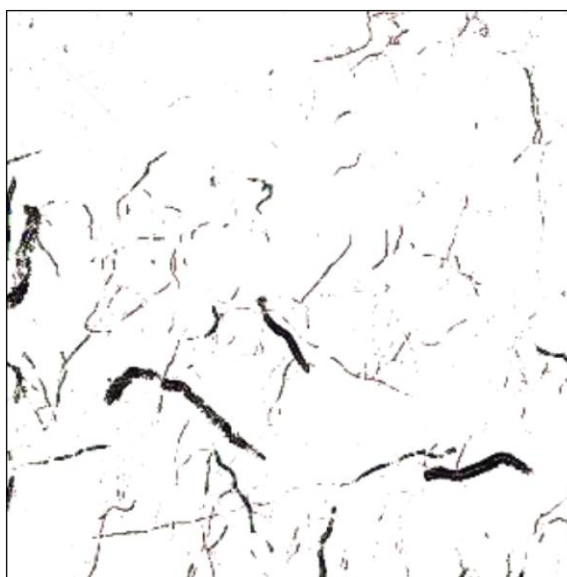


Figura 12. Etapa 6 - Amostragem da imagem do tratamento sem aplicação de MO em esqueleto colorido. Sítio Morro Grande, Óleo – SP, 2015.

3.7.8 Número e massa fresca acumulada de frutos.

O número de frutos acumulados foi contabilizado através da média do número de frutos produzidos por quatro plantas/tratamento/colheita. Os frutos colhidos foram classificados como comerciais de acordo com o regulamento da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo-CEAGESP (1998). Já os frutos não comerciais, foram classificados conforme o defeito que apresentaram.

A massa fresca acumulada de frutos foi contabilizada a partir da média da produção de quatro plantas/tratamento/colheita. Para a quantificação da massa, foi utilizada uma balança digital. Somente frutos comerciais foram analisados.

3.7.9 Amostragem e análise da solução do solo

Para a coleta das soluções do solo, foram utilizados extratores de solução. Extratores são tubos de PVC de 1/2", com uma cápsula especial de cerâmica porosa em uma das extremidades, e na outra, uma rolha para vedação por onde passam dois microtubos de 4mm ao longo do extrator, sendo um para efetuar a tensão negativa (80 kPa), e o outro para a coleta da solução. Os extratores utilizados foram de 0,2 m e 0,4 m de profundidade, e os dois tipos foram instalados em cada parcela, na linha de plantio, na metade do espaçamento entre duas plantas.

As coletas das soluções eram feitas sempre no dia posterior a realização do vácuo, e a condutividade elétrica era mensurada através de condutivímetro portátil (Figura 13). As extrações das soluções foram realizadas a cada 15 dias.

As coletas das soluções do solo foram feitas a cada 14 dias, sendo que o vácuo realizado no dia que antecedia a coleta, era feito ao final do expediente de trabalho e mantendo um padrão de tempo de coleta fixo em relação a irrigação. A tensão aplicada nos extratores foi aproximadamente de 80 kPa.



Figura 13. Condutivímetro portátil. Sítio Morro Grande. Óleo - SP, 2015

3.7.10 Intensidade de coloração verde

Para avaliar a intensidade de cor verde nas diferentes parcelas, foi utilizado o clorofilômetro (SPAD – 502; Minolta, Osaka, Japão). As medições foram feitas em 3 folhas em 4 plantas por parcela, sendo uma leitura em cada lado da folha, totalizando 24 leituras e realizando a média entre elas. Foram feitas duas leituras nas folhas da 6ª bifurcação (177 e 184 DAT) e duas na 7ª (191 e 198 DAT). Após a leitura foi realizada a média.

3.8 Análise estatística

Foi realizada a análise de variância do fatorial (teste F) a 5% de probabilidade. Quando os resultados do teste F foram significativos, foi feita a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentadas as tabelas e figuras dos resultados obtidos. Por se tratar de um experimento fatorial, quando houver interação entre os fatores, estes serão reunidos, apresentados e discriminados em uma tabela. Caso contrário, serão apresentados como fatores independentes.

4.1 Temperatura e umidade relativa do ar sob cultivo protegido

De acordo com as figuras 14 e 15, observamos que entre o início e aos 120 dias após o transplante, a temperatura média estava acima de 30°C, batendo valores máximos acima de 40°C. Após esse período, a temperatura começou a cair passando a manter uma média entre 20°C e 30°C, com máxima de 40°C e mínima de 10°C.

Para a cultura do pimenteiro, as temperaturas diurnas ideais para crescimento inicial se encontram entre 25 e 27 °C (FINGER & SILVA, 2005). No decorrer do experimento, na fase de floração não se observou temperaturas constantes acima dos 35 °C, que pudesse trazer prejuízos à cultura. Com relação à temperatura mínima, durante boa parte do experimento, as mesmas se mantiveram numa faixa ideal para a cultura ficando entre 16-18 °C (PÁDUA et al., 1984). A temperatura média não ultrapassou os 35°C, valor de tolerância de acordo com Tivelli (1998).

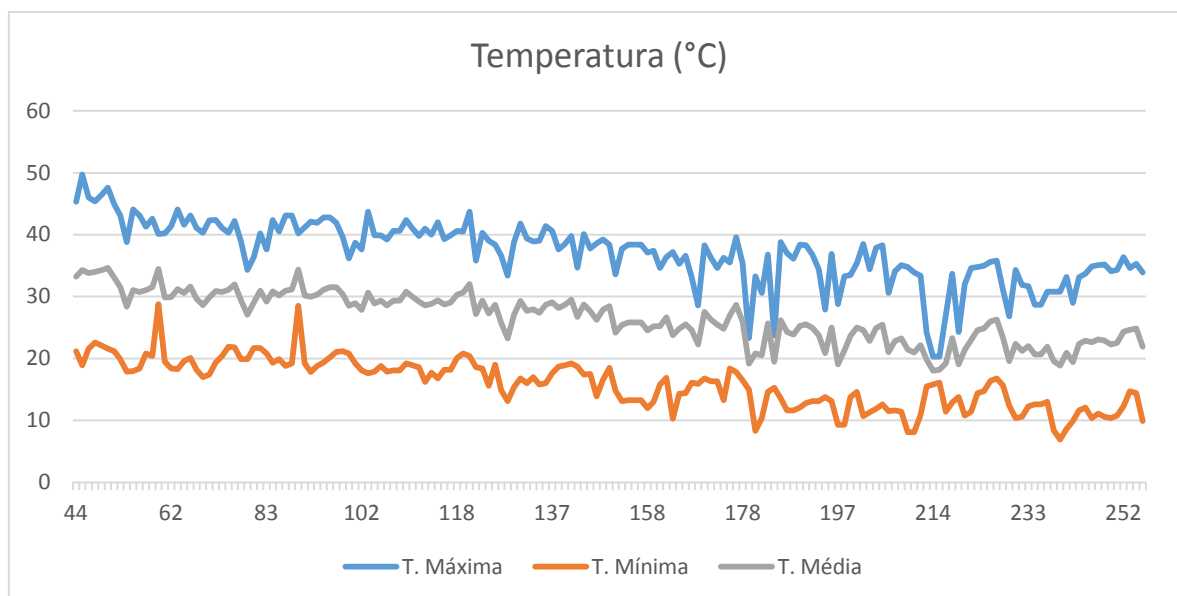


Figura 14. Temperatura máxima, mínima e média sob cultivo protegido durante 252 DAT. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

A umidade relativa oscilou muito ao longo do dia no início do experimento, variando entre 20% a 90%, com médias de 60%. Após 120 dias do transplante, com a diminuição da temperatura, essa amplitude teve uma pequena diminuição, variando entre 35% a 99%, com médias superiores na faixa de 60% a 90%. Essas faixas de umidade relativa do ar são benéficas ao bom desenvolvimento do pimenteiro. Tivelli (1998) afirma que a umidade relativa do ar para a cultura do pimenteiro em ambiente protegido está compreendida na faixa de 50 % a 70 %.

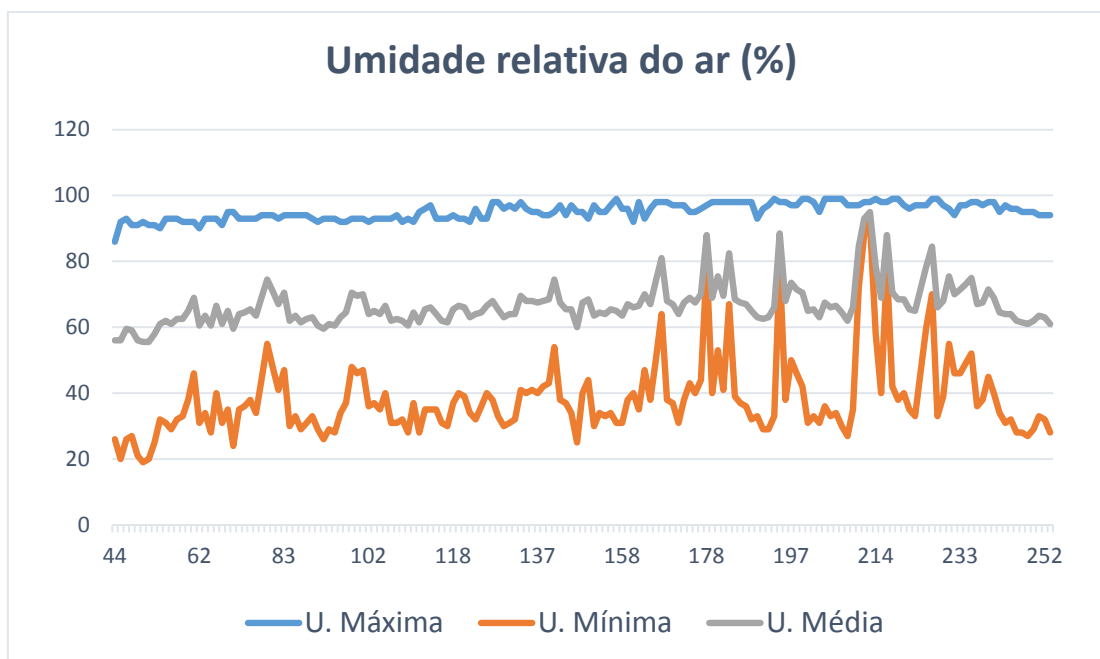


Figura 15. Umidade relativa máxima, mínima e média sob cultivo protegido durante 252 DAT. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

4.2 Altura de Plantas

Apesar das plantas enxertadas mostrarem sempre resultados superiores as plantas pé franco, apenas aos 120 DAT esta diferença se mostrou significativa para o teste tukey. Há, no entanto, pelo teste F, significância observada em três épocas das cinco amostradas (tabela 8). Resultados que divergem de Santos (2005) que não observou diferença estatística entre pé franco e enxertado ao longo do ciclo de pimenteiro, sendo ainda, propenso a plantas enxertadas apresentarem altura inferior ao pé franco.

Plantas enxertadas tendem a obter um crescimento mais lento devido a restauração dos vasos condutores por conta do corte da enxertia. (CAÑIZARES, 1997; CAÑIZARES & GOTO, 1998; MACEDO JÚNIOR, 1998). O híbrido Hokuho, enxertado em abóbora Ikky Kyowa, apresentou altura superior a plantas não enxertadas. Fato também citado por Cañizares (1997) em que verificou superioridade do pepino japonês enxertado em relação ao pé franco.

Quando se avalia a altura de plantas em função da presença de diferentes fontes orgânicas, nota-se um efeito significativo em todas as épocas avaliadas para o tratamento com substrato, que apresentou maior altura.

Também se destaca o efeito negativo na altura de plantas em relação ao uso do bagaço de cana, que de modo geral apresentou altura menor que a testemunha. Este efeito negativo da matéria orgânica pode ocorrer, entre outros fatores, quando a relação C/N é elevada, onde ocorre imobilização pelos microrganismos do N no solo, diminuindo com isso o N livre para a planta, gerando deficiência desse nutriente, o que pode afetar diretamente a altura da planta.

O tratamento onde o esterco bovino foi utilizado apresentou resultado intermediário entre o substrato e o bagaço de cana.

Tabela 8. Média de altura (m) de plantas de pimenteiro. Sítio Morro Grande. Óleo – SP, 2015.

Tipo de planta	-----DAT-----					
	90	120	135	150	180	210
Pé franco	0,76	1,07 b	1,18	1,33	1,72 b	1,79 b
Enxertado	0,81	1,15 a	1,24	1,41	1,74 a	1,82 a
Matéria Orgânica						
Sem aplicação de MO	0,73 bc	1,05 bc	1,13 bc	1,32 bc	1,69 ab	1,73 b
Bagaço de cana	0,66 c	0,98 c	1,07 c	1,21 c	1,61 b	1,70 b
Esterco Bovino	0,83 ab	1,14 ab	1,26 ab	1,42 ab	1,78 a	1,84 ab
Substrato	0,92 a	1,27 a	1,38 a	1,54 a	1,83 a	1,96 a
F1 (TP)	ns	*	ns	ns	*	*
F2 (MO)	**	**	**	**	*	*
Int(TPXMO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13,6	10,0	12,2	12,1	6,6	9,2

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.3 Amostragem e análise do solo

De acordo com a tabela 9, observa-se diferença significativa entre plantas pé franco e enxertadas para todos os parâmetros, exceto o P, K e S, em função da elevada concentração desses nutrientes no solo, estando em níveis considerados muito altos (RAIJ et al 2001). Pode-se sugerir que a maior quantidade de nutrientes no pé franco em relação ao enxertado, esteja relacionada ao menor crescimento das plantas e consequentemente menor absorção dos nutrientes no solo. A CTC que expressa a soma dos cátions do solo é um bom exemplo, sendo observado um aumento de 5 % de cargas no solo no tratamento com pé franco em relação ao enxertado.

Quando se avalia as fontes de matéria orgânica, nota-se que não foram constatadas diferenças significativas para H + Al, Mg e V%. Para os demais parâmetros, os tratamentos se mostram diferentes significativamente. A matéria orgânica do solo foi superior para o tratamento com substrato. O mesmo ocorreu em relação ao S. Para os demais parâmetros, os valores mais elevados foram observados pela testemunha e bagaço de cana e a explicação pode ser dada pela menor absorção de nutrientes e consequentemente maior quantidade dos mesmos no solo.

Tabela 9. Média das análises de solo na cultura do pimenteiro (225 DAT). Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P_{resina} mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S mg dm ⁻³
Pé franco	6,7	45	174	14 a	6,9	58 a	26 b	90 a	105 a	86 b	141
Enxertado	6,8	46	169	13 b	7,1	52 b	28 a	87 b	100 b	87 a	145
Matéria Orgânica											
S/ aplicação de MO	6,7	37 c	178 a	14	6,6 b	62 a	27	94 a	109 a	88	134 b
Bagaço de cana	6,8	44 b	173 ab	13	8,3 a	51 b	28	88 ab	99 b	87	140 b
Esterco Bovino	6,8	44 b	163 b	14	6,9 b	51 b	28	85 b	98 b	86	127 b
Substrato	6,7	56 a	172 ab	14	6,3 b	56 ab	26	87 b	103 ab	86	172 a
F1 (TP)	ns	ns	ns	**	ns	**	*	*	**	*	ns
F2 (MO)	ns	**	*	ns	**	**	ns	**	**	ns	**
Int(TPxMO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	2,0	7,9	6,0	10,6	8,5	9,3	6,22	6,4	5,2	2,2	14,0

Médias sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

Para a concentração de micronutrientes no solo (tabela 10), nota-se que a única diferença observada entre pé franco e planta enxertada ocorreu para o nutriente Mn, sendo observados valores maiores para plantas não enxertadas. A absorção de grande quantidade de cátions, principalmente K faz com que a planta excrete cátions de mesma carga para manter seu equilíbrio elétrico e por isso, o cátion excretado é o H⁺. O aumento da acidez do solo favorece, entre outros elementos, o aumento da disponibilidade de micronutrientes, observado principalmente neste experimento para Mn.

Quando se compara as fontes de matéria orgânica, nota-se que entre os nutrientes Cu, Fe e Mn, ocorreram diferenças entre os tratamentos, sendo os valores variáveis de acordo com a fonte orgânica utilizada. Este efeito pode estar relacionado diretamente às características das fontes utilizadas.

Tabela 10. Médias das análises de micronutrientes (225 DAT). Sítio Morro Grande. Óleo – SP, 2015.

Tipo de Planta	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm ⁻³ -----				
Pé franco	1,8	1,7	15	10,7 a	1,2
Enxertado	1,7	1,6	15	8,9 b	1,3
Matéria Orgânica					
S/ aplicação de MO	1,95	1,5 b	15 b	8,9 bc	1,3
Bagaço de cana	1,79	1,6 ab	13 b	11,5 a	1,3
Esterco Bovino	1,71	1,7 a	18 a	10,1 b	1,2
Substrato	1,58	1,7 a	15 b	8,6 c	1,2
F1 (TP)	ns	ns	ns	**	ns
F2 (MO)	ns	**	ns	**	ns
Int(TPxMO)	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	20,9	4,7	14,7	11,6	5,9

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade
 ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.4 Teor de nutrientes nas folhas

De modo geral, aos 149 DAT, as plantas pé franco apresentaram maior concentração de nutrientes quando comparadas às enxertadas, exceto para os teores de K, onde o pé franco apresentou resultados inferiores ao enxertado (tabela 11). Os resultados de teor foliar não levam em consideração o total de massa produzida e por isso, muitas vezes uma maior concentração de nutrientes não significa maior quantidade absorvida, e sim menor crescimento e com isso menor diluição do nutriente pela massa da planta.

No caso do K, é sabido que esse nutriente é absorvido em concentrações acima do necessário para um adequado desenvolvimento da planta, processo este conhecido como absorção de “luxo”. Uma vez que o sistema radicular foi mais abrangente no pimenteiro enxertado, a sua capacidade de absorver nutrientes foi intensificada, gerando resultado significativamente superior.

Quando se compara as fontes de matéria orgânica, nota-se que os teores foliares estão dentro da faixa propícia para os nutrientes, exceto para o P e Cu (RAIJ et al, 1997). O P está pouco abaixo do adequado (3 a 7 g kg⁻¹) e o Cu está muito acima da faixa indicada (8-20 g kg⁻¹). Em áreas de produção intensa, medidas preventivas para sanidade da cultura

são tomadas. No caso, produtos à base de cobre com ação fungicida são utilizados frequentemente, por isso, esse nutriente se apresenta em alto teor nas folhas.

A diferença significativa para o Cálcio, nos tratamentos com substrato, pode ser explicada uma vez que boa parte da absorção de Ca ocorre através da interceptação radicular, sendo o substrato, o material orgânico que promoveu maior desenvolvimento de raiz. Para as demais diferenças, em que o P apresentou teores menores nos tratamentos com substrato e S para o bagaço de cana, a explicação talvez esteja na própria característica da fonte aplicada.

Tabela 11. Teores foliares na cultura do pimenteiro aos 149 DAT. Sítio Morro Grande. Óleo - SP, 2015.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Valores adequados	30-60	03-07	40-60	10-35	03-12		30-100	8-20	80-300	30-230	30-100
Tipo de Planta	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Pé franco	46 a	2,0	57 b	20 a	4,4 a	3,9 a	63	112	227 a	81 a	34 a
Enxertado	45 b	1,9	62 a	18 b	3,9 b	3,6 b	63	90	183 b	65 b	25 b
Matéria Orgânica											
S/ aplicação de MO	45	2,0 a	60	20 a	4,1	3,8 ab	68 a	114	215	82	30
Bagaço de cana	46	2,1 a	62	19 ab	4	3,6 b	63 ab	101	208	71	31
Esterco Bovino	46	2,0 a	61	19 ab	4,1	3,9 ab	63 ab	98	221	70	29
Substrato	45	1,7 b	56	17 b	4,3	3,8 ab	59 b	90	177	68	29
F1 (TP)	*	ns	*	**	**	**	ns	ns	**	*	**
F2 (MO)	ns	**	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
Int(TPxMO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,1	11,1	11,9	9,7	8,5	5,5	10,8	45,5	21,8	25,5	15,9

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.5 Amostragem de população de nematoides.

De acordo com a tabela 12, aos 225 DAT, o efeito do porta enxerto é evidente quando comparado com o pé franco, ou seja, a população de nematóides nas raízes de pimenteiro, foi maior, significativamente, nos tratamentos com plantas não enxertadas. Apesar de não apresentar resultados significativos, na análise feita no solo, observa-se uma tendência em que o número de nematóides em plantas pé franco foi superior a enxertada. Santos et al., (2003) citaram que a enxertia em pimenteiro é considerada um meio de controle de doenças e nematóides no solo sob cultivo protegido. O porta enxerto para pimenteiro apresenta característica de resistência à *Meloidogyne incógnita*, raça 2,

tornando-se assim um mecanismo benéfico aos solos com problemas de infestação (GOTO et al, 2002).

Mesmo apresentando uma população inferior de nematóides, as plantas enxertadas não apresentam um alto nível de resistência ao ataque. Esse fato pode ser elucidado devido ao aparecimento de uma nova espécie de nematóide, o *Meloidogyne enterolobii*, que foi encontrada primeiramente no Estado de São Paulo, incidindo sobre o porta enxerto Silver, mesmo cultivar utilizado nesse trabalho, que não apresentou a mesma resistência (CARNEIRO et al, 2006).

Quando se compara os materiais orgânicos aplicados, nota-se que as diferenças não foram significativas, porém observa-se que os tratamentos com fontes orgânicas apresentaram valores inferiores ao tratamento sem aplicação de MO.

Ocorreu interação entre fatores tipo de planta e fontes de matéria orgânica para população de nematoides nas raízes de pimenteiro (tabela 13). Foi significativo somente para o teste F (5%), observa-se que para todas as fontes a população foi maior para plantas não enxertadas, e em relação às plantas enxertadas e não enxertadas, os tratamentos com aplicações de fontes orgânicas incorporadas apresentaram uma população inferior ao tratamento testemunha (isento de aplicação de MO), a população de nematoide Segundo Ritzinger (2001), o material orgânico suprime os nematóides do solo, através da melhoria de sua estrutura, além de melhor armazenamento de água, arejamento, eficácia na nutrição de plantas, e meios para criar ambientes favoráveis à vida de microrganismos competidores por alimentos, inimigos naturais, como predadores e parasitas, e substâncias tóxicas oriundas da decomposição da MO (compostos fenólicos, NH_3 , Nitritos e íons de Ca).

É importante enfatizar que, o efeito nematicida ocorre somente com a liberação de substâncias decorrentes da decomposição da MO. Desse modo, esse efeito é totalmente dependente da relação C/N do material. Para isso, a fonte orgânica utilizada deve ser conhecida, para que exerça um manejo no controle de nematóides (TRIVERDI & BARKER, 1986; MCSORLEY, 1998; 2001; RITZINGER & ALVES, 2001).

Tabela 12. Interação entre os fatores da análise de população de nematóides do Gênero *Meloidogyne* em raiz de pimenteiro aos 225 DAT. Sítio Morro Grande. Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	Raiz	Solo
Pé franco	2,84 a	2,56
Enxertado	2,48 b	2,40
Matéria Orgânica		
S/ aplicação de MO	2,82	2,67
Bagaço de cana	2,61	2,40
Esterco Bovino	2,52	2,35
Substrato	2,69	2,51
F1 (TP)	*	ns
F2 (MO)	ns	ns
Int(TPxMO)	*	ns
CV (%)	20,6	21,9

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F.
ns não significativo

Tabela 13. Média da população de nematóides do gênero *Meloidogyne* em raiz de pimenteiro aos 225 DAT. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

	S/ aplicação de MO	Bagaço de cana	Esterco Bovino	Substrato
Pé franco	3,00	2,85	2,69	2,83
Enxertado	2,64	2,38	2,36	2,54
CV: 20,64 %				*

Letras minúsculas e maiúsculas referem-se ao tipo planta e matéria orgânica, respectivamente.

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.6 Amostragem e massa seca de raízes

De acordo com os dados da tabela 14, não houve diferença estatística entre os tratamentos com pé franco e enxertado. Houve diferença entre os tratamentos com aplicação de matéria orgânica, sendo significativa para o substrato (2,13 g).

Houve interação entre os fatores para massa seca de raiz (tabela 15). Para plantas não enxertadas, os tratamentos com substrato apresentaram valores relevantes acima dos demais. Isso se deve às características presentes no substrato que dispõem de características favoráveis para o desenvolvimento de raízes. O substrato apresenta

condições ideais para o desenvolvimento de hortaliças devido à turfa de sphagnum. Segundo Beozzi (2013), a turfa de sphagnum é o material orgânico que mais se aproxima das condições ideais para um bom desenvolvimento de hortaliças, pois é responsável por maior aeração do solo, alto nível de armazenamento de água e alto teor nutrientes que permitem atingir os valores desejados, juntamente com a aplicação de fertilizantes e corretivos.

Foi observado que, nos tratamentos com esterco bovino, as plantas enxertadas apresentaram massa seca superior aos pés francos. Fato que pode ser explicado pela sua resistência a nematóides. Ribeiro (2000) apresentou resultados que mostram um aumento da matéria seca de raiz de pimenteiro quando esterco de curral e/ou vermicomposto foram incorporados ao solo.

O contrário ocorre nos tratamentos com substrato, em que a massa seca do pé franco foi superior ao do enxertado. A incidência de nematóides é capaz de promover o engrossamento das raízes suscetíveis, e induzir a planta a desenvolver novas raízes. Além disso, o substrato promove condições favoráveis, formando uma maior massa de raízes.

Tabela 14. Médias das amostras de massa seca de raiz de pimenteiro aos 239 DAT. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	gramas
Pé franco	1,22
Enxertado	1.26
Matéria Orgânica	
S/ aplicação de MO	0,78 b
Bagaço de cana	0,82 b
Esterco Bovino	1,21 b
Substrato	2,13a
F1 (TP)	ns
F2 (MO)	**
Int(TPxMO)	**
CV (%)	34,2

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

Tabela 15. Interação entre os fatores das amostras de massa seca (g) de raiz de pimenteiro aos 239 DAT. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

	S/ aplicação de MO	Bagaço de cana	Esterco Bovino	Substrato
Pé franco	0,59 aB	0,93 aB	0,75 bB	2,6 aA
Enxertado	0,98 aAB	0,72 aB	1,68 aA	1,65 bA
CV: 34,16 %				**

Letras minúsculas e maiúsculas referem-se ao tipo planta e matéria orgânica, respectivamente.

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.7 Amostragem e número, área média e diâmetro de raízes

De acordo com a tabela 16, em relação ao tipo de planta, apenas para área média de raiz houve significância entre os resultados, sendo que os tratamentos com plantas enxertadas apresentaram uma área média de raiz superior ao pé franco, por se tratar de duas cultivares diferentes (enxerto e porta enxerto). Para os tratamentos com matéria orgânica, houve um número de raízes elevado nos tratamentos com substrato em relação aos demais, conseqüentemente, apresentando uma área de absorção maior. Vale lembrar que o substrato contém turfa de sphagnum, que possui uma densidade aparente baixa, com isso, uma de suas vantagens é ter um alto valor de porosidade. A porcentagem de macroporos e microporos pode variar entre 50 a 70 % e 18 a 43 %, respectivamente, dependendo do tipo de turfa de sphagnum (BEOZZI, 2013). De acordo com Puustjarvi & Robertson (1975), turfas bem decompostas, são capazes de reter de 6 a 8 vezes o seu peso em água, promovendo, com isso, melhor desenvolvimento das raízes e maior retenção de água. Taiz e Zieger (2013) citam que é necessário que ocorra um contato íntimo entre a área das raízes e o solo para obter um eficiente uso da água. Essa relação é chamada de superfície de absorção que é aumentada com o crescimento das raízes.

Para a variável área média de raiz, houve significância nos resultados para o bagaço de cana, pois foi o que apresentou maior média. Em relação ao diâmetro de raízes, para os dois fatores analisados, não houve significância entre os tratamentos.

Tabela 16. Análise de amostragem de raízes pelo software Safira/Embrapa. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

	Nº de raízes	Área média de raiz	Diâmetro médio
Tipo de planta		mm²	Mm
Pé franco	356	9,51 b	0,363
Enxertado	388	11,68 a	0,364
Matéria Orgânica			
S/ aplicação de MO	294 b	10,67 ab	0,356
Bagaço de cana	382 ab	13,93 a	0,375
Esterco Bovino	368 ab	8,49 b	0,351
Substrato	445 a	9,30 b	0,373
F1 (TP)	ns	*	ns
F2 (MO)	**	**	ns
Int(TPxMO)	**	ns	ns
CV(%)	19,69	28,73	5,63

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

Na variável número de raízes por amostragem, houve interação entre os fatores analisados neste trabalho (tabela 17). O tratamento com plantas enxertadas e esterco bovino, obteve número de raízes significativamente superior ao pé franco. Para plantas não enxertadas, o número de raízes foi significante para os tratamentos que tiveram fontes orgânicas, quando comparados aos isentos de matéria orgânica, sendo mais expressivo para os tratamentos com substrato. Em plantas enxertadas, as aplicações de fontes orgânicas não interferiram, de forma significativa no número de raízes.

Houve uma correlação entre os resultado de interação de massa seca de raiz e número de raízes por amostragem no valor de 81%, demonstrando a semelhança no comportamento entre as diferentes análises de raízes.

Tabela 17. Interação entre os fatores da análise de raízes pelo software Safira/Embrapa. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

	S/ aplicação de MO	Bagaço de cana	Esterco Bovino	Substrato
Pé franco	256 aC	401 aAB	299 bBC	469 aA
Enxertado	333 aA	363 aA	438 aA	420 aA
CV: 19,69 %				**

Letras minúsculas e maiúsculas referem-se ao tipo planta e matéria orgânica, respectivamente.

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.8 Número e massa fresca acumulada de frutos

De acordo com a tabela 18, durante o ciclo produtivo com 212 dias, nota-se que foi atingida para o pimenteiro enxertado a produção de 3,7 kg por planta, sendo este valor superior significativamente ao pé franco, com uma diferença de 17% a mais em produtividade. Portanto, a enxertia promoveu efeito significativo na produtividade da planta. Tal efeito poderia ter um resultado ainda mais expressivo, visto que a água aplicada via irrigação, para que não houvesse outro fator de variação, foi mantida constante entre os tratamentos, uma vez que foi utilizada linhas contínuas de fita gotejadora ao longo dos diferentes tratamentos, mesmo tendo o tratamento enxertado apresentado crescimento superior. Tal fato limitou o desenvolvimento das plantas enxertadas, promovendo uma diminuição da diferença entre os tratamentos ao longo do ciclo. Nota-se, por exemplo, que aos 137 DAT, a diferença entre os tratamentos chegou a 26%, e aos 147 DAT foi de 28%, momentos onde a quantidade de água aplicada ainda se encontrava adequada para a cultura, diminuindo a partir daí para 19% aos 170 DAT e 16% aos 184 DAT.

Com relação às fontes orgânicas aplicadas, esses efeitos parecem ter sido ainda mais intensivos, visto que nas últimas três análises não se observaram diferenças entre os tratamentos, o que vinha ocorrendo desde a avaliação realizada aos 107 DAT. Para as avaliações realizadas a partir de 107 DAT, houve diferença significativa apenas em relação ao uso de substrato como fonte orgânica, onde a produção por planta foi superior até os 157 DAT.

Tabela 18. Média de massa fresca acumulada de frutos por planta de pimenteiro. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	Dias após o transplante (kg.planta ⁻¹)									
	100	107	112	119	137	147	157	170	184	212
Pé franco	0,39 b	0,71	0,86	0,94 b	1,46 b	1,75 b	2,02 b	2,42 b	2,88 b	3,17 b
Enxertado	0,51 a	0,78	1,00	1,08 a	1,86 a	2,24 a	2,41 a	2,82 a	3,37 a	3,70 a
Matéria Orgânica										
S/ aplicação de MO	0,41	0,66 b	0,83 b	0,92 b	1,53 b	1,90 b	2,18 ab	2,59	3,24	3,60
Bagaço de cana	0,41	0,68 b	0,84 b	0,95 b	1,61 ab	1,94 b	2,12 ab	2,52	3,11	3,40
Esterco Bovino	0,41	0,67 b	0,89 ab	0,92 b	1,55 b	1,87 b	2,03 b	2,45	2,86	3,09
Substrato	0,57	0,96 a	1,18 a	1,25 a	1,96 a	2,28 a	2,53 a	2,82	3,30	3,65
F1 (TP)	*	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**
F2 (MO)	ns	*	*	*	**	**	*	ns	ns	ns
Int(TPxMO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	36,9	29,6	26,8	24,4	17,7	14,3	16,5	16,8	16,4	17,2

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

Pelos resultados da tabela 19, nota-se que o número de frutos foi uma das características que representou a produção por planta, visto que são observadas diferenças significativas no número de frutos, sendo que as plantas enxertadas apresentaram maior valor, diferindo significativamente do pé franco, a partir dos 112 DAT (exceção aos 119 DAT). Quanto às fontes orgânicas, o substrato promoveu desde os 100 DAT resultados favoráveis, sendo significativos a partir dos 107 DAT, ainda que muitos frutos tenham sido descartados devido ao aparecimento de podridão apical, neste tratamento, devido ao seu maior estresse hídrico em relação aos demais. De modo geral o comportamento do bagaço de cana e do esterco bovino mostraram-se semelhantes à testemunha, apesar de haver uma tendência do tratamento com esterco apresentar resultados maiores até aos 212 DAT.

Tabela 19. Média de número de frutos acumulados por planta de pimenteiro. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	Dias após o transplante									
	100	107	112	119	137	147	157	170	184	212
Pé franco	2,7	4,9	5,7 b	6,5	9,5 b	11,4 b	12,9 b	15,2 a	17,9 b	18,8 b
Enxertado	3,2	5,1	6,6 a	7,0	11,7 a	14 a	15 a	17,3 b	20,4 a	21,8 a
Matéria Orgânica										
S/ aplicação de MO	2,7	4,5 b	6,0 ab	6,1 b	9,7 b	11,8 b	13,3 b	15,5 b	18,9	20,7 ab
Bagaço de cana	2,4	4,2 b	5,1 b	6,0 b	9,7 b	11,7 b	12,8 b	15,0 b	18,0	17,8 b
Esterco Bovino	3,1	4,8 ab	6,1 ab	6,6 ab	10,3 b	12,3 b	13,3 b	15,6 b	18,2	19,5 b
Substrato	3,5	6,4 a	7,4 a	8,4 a	12,8 a	14,8 a	16,4 a	18,8 a	21,4	23,3 a
F1 (TP)	ns	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**
F2 (MO)	ns	*	*	*	**	**	**	**	*	**
Int(TPxMO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	36,0	30,4	29,6	25,0	17,4	13,1	14,7	14,4	12,6	15,5

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F. ns não significativo

4.9 Tensão de água no solo

As plantas de pimenteiro permaneceram em cultivo protegido por 249 dias, o que permitiu que as mesmas fossem conduzidas por pelos menos 3 estações com grandes variações climáticas. Por outro lado, deve-se considerar que o crescimento da parte aérea, formação de frutos e raízes também foram motivos de variação da irrigação, uma vez que a demanda hídrica se alterou ao longo do ciclo da planta.

A irrigação da área total era realizada toda vez que o tratamento sem aplicação de MO atingia o limiar de 30 kPa, padronizando uma única aplicação na área.

Em função dos diferentes tratamentos, as plantas ao longo do ciclo apresentaram crescimento diferenciado, o que fez, por exemplo, com que o tratamento com substrato apresentasse altura de plantas superiores já aos 90 DAT, o que possivelmente levou a uma produção mais precoce. Esta diferença entre os tratamentos foi diminuindo ao longo do ciclo da planta, uma vez que a água fornecida não era suficiente (plantas maiores tem demandas hídricas maiores), além de que essas plantas permaneciam em estresse hídrico até o tratamento sem aplicação de MO indicasse a reposição. Por isso, a amplitude observada na variação da tensão de água no solo, foi maior no final do experimento, conforme pode ser visto nas figuras 17 e 18.

Quando se avalia os resultados observados na figura 17 e 18, nota-se uma correlação média de 76%, que demonstra a semelhança do comportamento de tensão de

água no solo, nas duas profundidades avaliadas. No entanto, aos 40 cm de profundidade os resultados são menos intensos, sendo que os valores de tensão são mais baixos.

Apesar de não haver uma avaliação estatística, o número de frutos com podridão apical (Figura 16) indicou correlação de 86%, deste distúrbio, onde as tensões foram maiores, portanto a planta permaneceu sobre estresse hídrico por mais tempo.

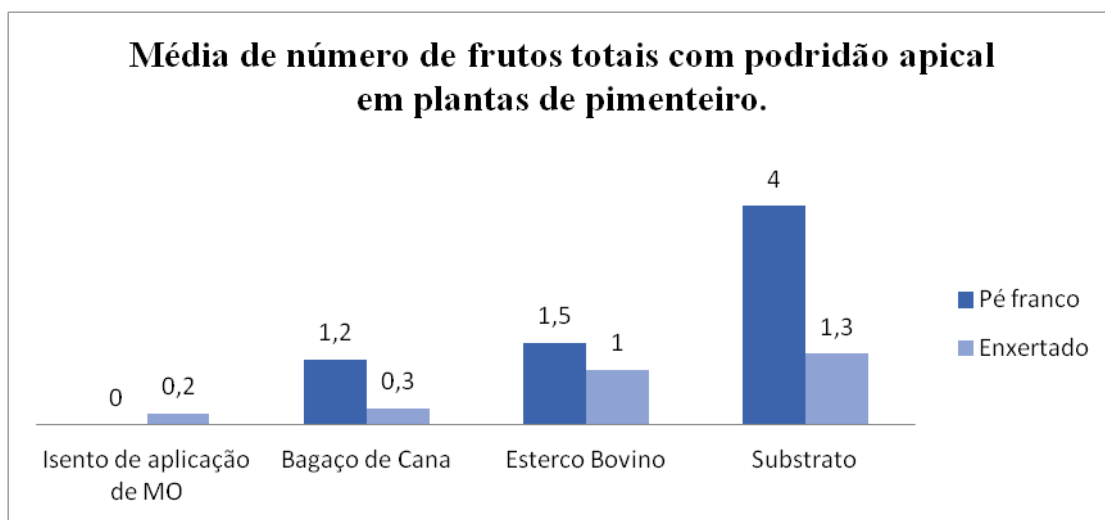


Figura 16. Número de frutos não comerciais devido podridão apical por tratamento. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

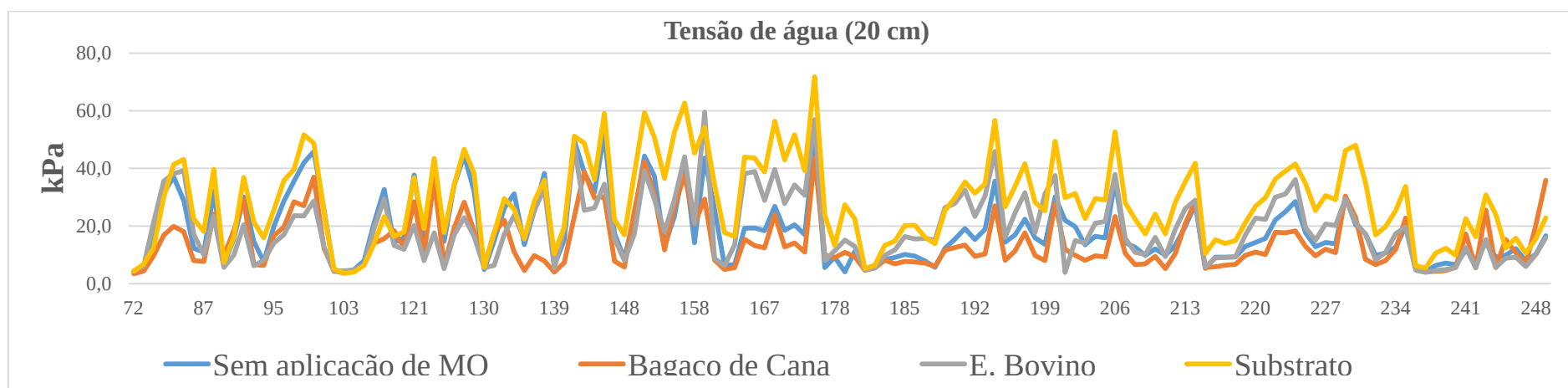


Figura 17. Tensão de água no solo a 20 cm de profundidade. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

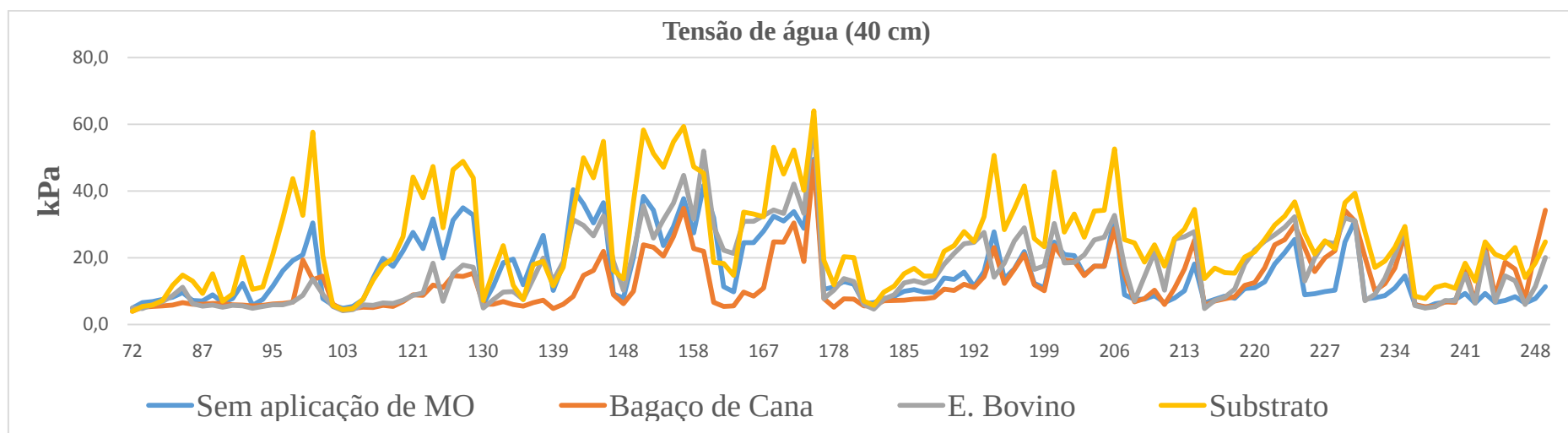


Figura 18. Tensão de água no solo a 40 cm de profundidade. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 201

4.10 Amostragem e análise da solução do solo

Os resultados de condutividade elétrica apresentados na tabela 20 indicam não haver diferença significativa entre o pé franco e enxertado na determinação da CE a 20 cm de profundidade.

Quando se avalia a condutividade elétrica entre as fontes orgânicas aplicadas, observa-se um valor superior para o substrato em relação aos demais tratamentos. A determinação da condutividade da elétrica na solução do solo é apresentada através de uma relação entre a quantidade de sais e volume de água presente no solo (concentração), podendo apresentar valores altos devido a uma grande concentração de sais ou baixo volume de água. Os tratamentos com substrato apresentaram um valor de CE maior não pelo fato de ter absorvido menos nutrientes e acumulado mais no solo, e sim por apresentar o menor volume de água quando comparado com os outros tratamentos, demonstrado pela maior tensão de água do solo, ou seja, menor volume de água.

Fato que sustenta tal afirmação é que os tratamentos com substrato incorporado apresentaram maior desenvolvimento de planta (altura) e maior produtividade quando comparado aos demais tratamentos, sendo necessária uma maior absorção de nutrientes.

Tabela 20. Média dos resultados de condutividade elétrica em diferentes profundidades. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	20 cm (mS cm⁻¹)
Pé franco	604
Enxertado	628
Matéria Orgânica	
S/ aplicação de MO	603 b
Bagaço de cana	580 b
Esterco Bovino	566 b
Substrato	714 a
F1 (TP)	ns
F2 (MO)	**
Int(TPxMO)	ns
CV (%)	14,5

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F.
ns não significativo

4.11 Intensidade de cor verde

Os resultados de intensidade de cor verde (tabela 21) indicam que os materiais pé franco x enxertado não apresentaram diferenças significativas, concordando com os valores determinados no trabalho de (GODOY et al, 2003). Assim como os teores de Nitrogênio avaliados na folha, a diferença de intensidade de cor verde não foi significativa para este parâmetro, porém indicam tendências de variação semelhantes, com valores menores em relação à ICV e N, para plantas enxertadas.

Em relação ao uso das fontes orgânicas, foram observadas diferenças entre os tratamentos, onde os mais elevados valores de intensidade de cor verde ocorreram para os tratamentos isento aplicação de adubo orgânico, com aplicação de bagaço de cana e esterco bovino, sendo que o substrato diferiu significativamente em relação aos dois primeiros, quando avaliada a 6ª bifurcação. Na determinação realizada na 7ª bifurcação, as diferenças foram maiores, e o substrato apresentou o mais baixo valor de intensidade de cor verde, comparado com os demais tratamentos. Pode-se observar que para a intensidade de cor verde, as diferenças foram maiores e mais intensas em relação ao teor de N na folha,

sugerindo que esta medida pode ser útil como parâmetro de indicação para aplicação de N. Também para a intensidade de cor verde o fator diluição explica os resultados obtidos.

Tabela 21. Média da intensidade de cor verde em folhas da sexta e sétima bifurcações. Sítio Morro Grande, Óleo - SP, 2015.

Tipo de planta	6^a Bifurcação	7^a Bifurcação
Pé franco	58,2	59,6
Enxertado	57,1	59,1
Matéria Orgânica		
S/ aplicação de MO	58,4 a	61,5 a
Bagaço de cana	59 a	60,7 a
Esterco Bovino	57,4 ab	58,9 b
Substrato	55,7 b	56,3 c
F1 (TP)	ns	ns
F2 (MO)	**	**
Int(TPxMO)	ns	ns
CV (%)	2,8	2,4

Médias seguidas sem letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade para o teste F.
ns não significativo

5 CONCLUSÃO

A adoção da técnica de enxertia contato em bisel, em plantas de pimenteiro promoveu um sistema radicular resistente com maior área de absorção de água e nutrientes e menor incidência de nematóides do gênero *Meloidogyne spp.*

A incorporação de substrato a base de turfa de sphagnum ao solo, na dosagem de 6 kg m⁻² (60 t ha⁻¹) promoveu um aumento da porosidade do solo além do aumento da CTC, resultando na melhoria da estrutura física e fertilidade do solo.

O software Safira serviu como método para determinação de raízes de pimenteiro sob amostragens.

A utilização do clorofilômetro (SPAD – 502; Minolta, Osaka, Japão) apresentou resultados condizentes a literatura pesquisada, sendo um parâmetro para aplicação de fontes de Nitrogênio na cultura do pimenteiro.

A utilização da técnica da tensiometria para o controle de água na cultura do pimenteiro foi condizente e demonstrou a necessidade da cultura de acordo com o seu desenvolvimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: UFSM, 2002. 158 p.

ARAÚJO ET AL., REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL. **Produção do Pimentão Adubado com esterco bovino e biofertilizante** v.11, n.5, p.466–470, 2007.

BEOZZI, S. (2013). **Valorização de resíduos orgânicos na formulação de substratos alternativos à turfa para a produção de plantas envasadas**. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. 73pp.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer Verlag, 1979. 190 p.

BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: Principles and application to soil-water management *Advances in Agronomy*, Madison v.29, p.343-93, 1977.

CAMARGO, O. A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106).

CAÑIZARES, K. A. L. **Efeito da enxertia de dois híbridos de pepino (*Cucumis sativus*) e dois híbridos de abóbora (*Cucurbita sp*) sob ambiente protegido**. Botucatu, 1997. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

CAÑIZARES, K. A. L. Fisiologia do processo de enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: UNESP, 2003. cap.4,

p.21-23.

Cañizares, K. A. L.; Goto, R. **Crescimento e produção de híbridos de pepino em função da enxertia**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.16, n.2, p.110-113, 1998.

Casali, V.W.D.; F. A. A. **Origem e botânica de Capsicum. Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 10, n 113, p. 14 – 8. 1984.

Carneiro RMDG; Almeida MRA; Braga RS; Almeida CA; Gioria R. 2006. **Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à meloidoginose no estado de São Paulo**. *Nematologia Brasileira* 30: 81-86.

Centro de Qualidade em Horticultura. CEAGESP. **Programa brasileiro para modernização da horticultura normas de classificação do tomate**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura/CEAGESP, 2003.

El Saied, H. M. **Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions**. Egyptian Journal of Horticulture, Cairo, v. 22, n. 1, p. 11-18, 1995.

EMBRAPA- Centro de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

Filgueira, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2000. 242 p.

Finger, F. L.; Silva, D. J. H. **Cultura do pimentão e pimentas**. IN:Fontes, P. C. (Org.). Olericultura: teoria e prática, Viçosa: UFV, p. 429-437, 2005

Freire, M. B.G. S.; Freire, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N.F.; Fontes. R.L.F.; Cantarutti, R. B.; J. C.l.(ed). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. cap.16, p 929-954.

Fujii, T. Grafting seedling culture. In: Hagitani, S.; Toki, T. (Eds.). **Progress history of agricultural techniques after world war II**. Tokyo: Nippon Agricultural Research Institute, 1970. v. 4, p. 136-140.

Gajc-Wolska, J.; Łyszkowska, M.; Zielony, T. **The influence of grafting and biostimulators on the yield and fruit quality of greenhouse tomato cv. (*lycopersicon esculentum* mill.) grown in the field**. Vegetable Crops Research Bulletin, Warsaw, v. 72, p. 63-70, 2010.

Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Santos, I. C. **Adubação orgânica**. Revista Cultivar, São Paulo, v.2 n.9, p.38-41, 1999.

Godoy, L. J. G.; Villas Boas, R. L. Bull, L. T. **Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 27, n. 6, p. 1049-1056, 2003.

GOTO, R., SANTOS, H. S., WILCKEN, S. R. S. **Reprodução de Meloidogyne incógnita, raça 2 em porta enxertos de pimentão**. Fitopatologia Brasileira (Brasília), v. 27, p.190, 2002.

GOTO, R. **Qualidade e produção de frutos de pepino japonês em função dos métodos de enxertia**. 2001. 60 f. Tese (Livre Docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 85 p.

GOULART, Alexandre Moura Cintra. **Análise Nematológica**: importância e princípios gerais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 45 p. (Documentos).

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Área e produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/conceitos.php>>. Acesso em: 30 set. 2010.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966. 485 p.

JORGE, L. A. C.; Descrição detalhada do método da trincheira com produção de imagens para uso de SIARCS. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E CASOS, 1., Aracaju. Anais... Aracaju: EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros, 1999. P. 255-267.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. **Safira: sistema de análise de fibras e raízes**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, n. 24, 2008. 21 p.

KAWAIDE, T. **Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan**. Japan Agricultural Research Quartely, Yatabe, v. 18, p. 284-9, 1985.

KOBORI, Romulo Fujito; SANTOS, Haydée Siqueira. **Problemas relacionados ao uso de porta enxertos na enxertia**. In: GOTO, Romy; SANTOS, Haydée Siqueira; CAÑIZARES, Kathia Alexandra Lara. **Enxertia em Hortaliças**. São Paulo: Feu, 2003. Cap. 6. p. 33-39.

LEE, J. M. **Cultivation of grafted vegetables**. 1: current status, grafting methods, and benefits. HortScience, Alexandria, v. 29, p. 235-239, 1994.

MACEDO JÚNIOR, E. K. **Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e fertirrigação em cultivo protegido**. Botucatu, 1998, 129f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 630 p.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. **J. Irrigation and Drainage Division**, ASCE 103: p.115-134, 1977.

McSORLEY, R. Alternative practices for managing plant-parasitic nematodes. **American Journal of Alternative Agriculture**, Oxfordshire, v.13, p.98-104, 1998.

MELLO, A. M. T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. 1997. 112 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MIGUEL, A. G. **Injerto de hortalizas**. Valencia: Generalitat Valenciana, 1997. 88 p. (Divulgación técnica, 40).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; SECRETÁRIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA, COORDENAÇÃO-GERAL DE APOIO LABORATORIAL. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos, Brasília-DF, 2014**, p. 223

NASCIMENTO, I. R. et al. **Avaliação de características produtivas de híbridos de pimentão**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 345, jul. 2002. Suplemento.

NASCIMENTO, W. N.; BOITEUX, L. S. Produção de sementes de pimentão em Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, p. 125-6, 1992.

NUEZ VINALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCIA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madrid: Mundi Prensa, 1996. 607 p.

PÁDUA JG; CASALI VWD; PINTO CMF. 1984. **Efeitos climáticos sobre pimentão e pimenta**. In- forme agropecuário, 10.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Victoria, n. 11, p. 1633-1644, 2007. Disponível em: <www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/>. Acesso em: 19 nov. 2007.

PEIL, R. M. **A enxertia na produção de mudas de hortalças**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

PUUSTJARVI, V., Robertson, R. A. 1975. **Physical and chemical properties**. In Peat in horticulture. D.W. Robinson, J.G.D. Lamb (eds.), pp. 23-38 Academic Press, London.

RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum, pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. 113 p.

RIBEIRO, C. S. da C.; CRUZ, D. M. R. **Tendência de mercado: comércio de pimentão em expansão**. Cultivar, Pelotas, v. 3, n. 14, p.16-19, 2002.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S. S. **Adubação orgânica na produção de pimentão**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18. N2, p. 134-137, 2000.

RITZINGER, C.H.S.P.; ALVES, E.J. Nematóides. In: ALVES, E.J. (Ed.). **Cultivo de bananeira tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. p.117-122.

SAKAMOTO, I. Makuwa-uri. In: MATSUBARA, S.; NISHIMURA, S. (Eds.). **Techniques and management of vegetable cultivation**. Tokyo: Nousan Ryoson Bunka Kyokai, 1965. p. 408-409.

SANTOS, H. S. **Desempenho agrônômico e marcha de absorção de nutrientes em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) enxertadas em porta-enxertos resistentes a patógenos de solo**. 2005. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SANTOS, H. S.; GOTO, R.; KOBORI, R. F. Importância da enxertia em hortaliças. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CANIZARES, K. A. L. (Org.). Enxertia em hortaliças. São Paulo: Editora UNESP, 2003, p.15-19.

SCHERER, E. E. **Utilização de esterco suíno como fonte de nitrogênio: bases para a adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão**. Florianópolis: EPAGRI, 1988. 49p. Boletim Técnico, 99.

SONNENBERG, P. E. Olericultura especial – II. 3.ed. Goiânia: UFG – EAV, 1985, p.149.

SOUZA, W. P.; BRUNO, G. B. **Efeito da adubação organomineral sobre a produção de pimentão**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.9, n.1, p.60-62. 1991.

TAIZ L, ZEIGER E (2013). **Assimilação de Nutrientes**. In: Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed P. 918.

TIVELLI, S. W. A cultura de pimentão. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Editora UNESP, 1998. p. 225-226.

TIVELLI, S. W. **Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) vermelho em ambiente protegido**. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas: IAC, 2011. 51 p. (Boletim técnico, 196).

TRANI, P. E.; GROPPPO, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. **Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no estado de São Paulo**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 15, n. 1, p. 19-24, 1997.

TRIVEDI, P.C.; BARKER, K.R. **Management of nematodes by cultural methods**. Nematropica, Riverside, v.16, p.213-236, 1986.

VAN GENUCHTEN MT. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. Soil Science. Society of America Journal, Riverside, v. 44, p. 892-898, 1980.

VIDA, J. B. et al. **Manejo fitossanitário em cultivo protegido**. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Orgs.) Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Editora UNESP, 1998. p. 58-104.

VILLAS BÔAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C.; NANETTI, F. A.; Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p. 801-802, 2000. Suplemento.

VILLAS BÔAS, R.L.; ZANINI, J.R.; DUENHAS, L.H. **Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação**. In: ZANINI, J.R.; VILLAS BÔAS, R.L.; FEITOSA FILHO, J. C. Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.1-25.