

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

RESPOSTA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE TOMATEIRO MICRO-TOM À
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

LISANNE SANTOS CAIXETA

BRASÍLIA – DF
JULHO DE 2015

**RESPOSTA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE TOMATEIRO MICRO-TOM À
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**

LISANNE SANTOS CAIXETA

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de Brasília,
como parte das exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Jader Galba Busato

**BRASÍLIA – DF
JULHO DE 2015**

**RESPOSTA DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE TOMATEIRO MICRO-TOM À
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**

LISANNE SANTOS CAIXETA

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de Brasília,
como parte das exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

Aprovada por:

Dr. Daniel Basílio Zandonadi
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças - Embrapa Hortaliças

Dr. Juscimar da Silva
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças - Embrapa Hortaliças

Orientador
Dr. Jader Galba Busato
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

BRASÍLIA/DF, 10 DE JULHO DE 2015.

FICHA CATALOGRÁFICA

Caixeta, Lisanne Santos

Resposta de diferentes genótipos de tomateiro Micro-Tom à adubação com fertilizante organomineral/ Lisanne Santos Caixeta; orientação de Jader Galba Busato – Brasília, 2015.:il. Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAIXETA, L.S. Resposta de diferentes genótipos de tomateiro Micro-Tom à adubação com fertilizante organomineral. Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2015.

CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Lisanne Santos Caixeta

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO):
Resposta de diferentes genótipos de tomateiro Micro-Tom à adubação com fertilizante organomineral. ANO: 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

Lisanne Santos Caixeta

CPF: 025.644.791-89

E-mail: lscaixeta@gmail.com

RESUMO - Com a finalidade de determinar se a utilização do fertilizante organomineral (FOM) resulta em incremento de produção no tomateiro, realizou-se um experimento em casa-de-vegetação com plantas modelo de tomateiro 'Micro-Tom' WT (*wild type*) como genótipo controle e o mutante *dgt* (diageotrópico) pouco sensível ao hormônio vegetal auxina. O experimento consistiu de dez tratamentos compreendendo cinco doses crescentes de FOM (0; 0,5; 2; 10 e 20 g dm⁻³) e os dois genótipos. A produção de frutos frescos e secos, o número de folhas, flores, frutos e a nutrição da parte aérea foram determinados após noventa dias do transplântio das mudas. A fertilidade do solo foi avaliada antes do transplântio das mudas e após o ciclo da cultura. O tratamento estatístico dos dados foi realizado por meio da análise de variância das características mencionadas, seguido de teste de média de Tukey a 5 %. Adicionalmente foi feita uma análise de componentes principais. Quanto a fertilidade do solo e a qualidade da matéria orgânica verificou-se a modificação das frações das substâncias húmicas, aparentemente influenciada pelo potencial de enraizamento vegetal maior das plantas WT. A adubação com FOM alterou positivamente os teores de substâncias húmicas acarretando em aumento de C das frações, bem como de nutrientes no solo estudado. Devido a falta de raízes e, conseqüentemente, exsudatos, plantas *dgt* favoreceram a manutenção das frações húmicas teoricamente mais estáveis (ácidos húmicos), enquanto que as plantas WT, com bom enraizamento, induziram a maiores teores de ácidos fúlvicos, teoricamente menos estáveis. Com relação a fertilidade destaca-se o aumento no teor de fósforo, onde nos solos com plantas WT adubados com a maior dose de FOM (20 g/dm³) houve um aumento fósforo de cerca de 10 vezes aos 30 e 90 dias. Nos solos com plantas DGT esse aumento médio foi de cerca de 18 vezes nos mesmos períodos. O FOM é capaz de afetar a produção do tomateiro Micro-Tom, refletindo em suas características morfológicas e fisiológicas. A produção dos tomateiros Micro-Tom WT adubados com FOM foi mais do que o dobro da produção dos tomateiros *dgt*. Este efeito parece depender da via de sinalização de auxina. O número de frutos e a nutrição das plantas WT foram incrementados em função da aplicação de diferentes concentrações do FOM. A avaliação do índice SPAD não diferiu entre os genótipos, mas foi maior nas doses 10 e 20 g dm⁻³. Baseado nos resultados, o genótipo WT é mais responsivo aos tratamentos quando comparado ao *dgt*. O comportamento de *dgt* pode ser explicado devido à pouca sensibilidade ao hormônio auxina.

Palavras-chave: Resíduo orgânico; Produção sustentável.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo geral	10
2.2.1.1. Objetivos específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1. <i>Solanum lycopersicum</i> L.	11
3.2. Hormônios vegetais	13
3.3. Auxinas	13
3.4. Mutantes em auxinas	14
3.5. Micro-Tom como modelo vegetal	15
3.6. Fertilizante organomineral	16
3.7. Matéria orgânica	18
3.8. Importância da matéria orgânica no fertilizante organomineral	19
4.0. MATERIAL E MÉTODOS	20
5.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6.0. CONCLUSÕES	35
7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais difundidas no mundo, sendo cultivado nas mais diferentes latitudes geográficas tanto em campo quanto em cultivo protegido, sob diferentes níveis de tecnologia.

A cultura do tomateiro ocupa o segundo lugar em produção entre todas as hortaliças cultivadas no Brasil (IBGE, 2013). O país ocupa o nono lugar na produção mundial, segundo dados de 2013 da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Em 2014, a produção de tomate, englobando os segmentos de mesa ou in natura e de processamento industrial, alcançou 4.294.912 Mg para uma área de 65.195 ha e produtividade de 65,9 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2015).

O tomate está entre as principais hortaliças produzidas no DF. A cultura obteve o primeiro lugar em produção, com 48.254 Mg, com uma área plantada de 772 ha (EMATER, 2013). Em 2012, foram plantados 412 ha na região do DF, com uma produtividade de 22.618 Mg (EMATER, 2012). Comparativamente à safra de 2012, ocorreu um aumento de 87% na área plantada e de 113% na produtividade.

O tomateiro tornou-se um modelo muito importante para estudos de genética e fisiologia nos últimos anos (Emmanuel & Levi, 2002). No tomateiro é possível encontrar mutantes que apresentam alterações no metabolismo e/ou sensibilidade a vários hormônios (Carvalho et al., 2008). Existem mutantes com sensibilidade alterada em resposta a mais de um hormônio, indicando que um único componente de sinalização pode atuar em duas ou mais respostas hormonais diferentes (Rosado, 2006).

Os gastos com fertilizantes na cultura do tomate na safra de 2013 em São Paulo representaram cerca de 16,5% dos custos de produção (CEPEA, 2013). O emprego de fertilizantes e agroquímicos em hortaliças é uma prática agrícola que traz resultados satisfatórios, porém deve-se levar em consideração a qualidade do produto final, pois sabe-se que seu uso desordenado pode vir a prejudicar a saúde dos consumidores, além de onerar o custo de produção (Costa, 1994).

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo. No ano de 2014, foram consumidas 32,21 milhões de Mg (ANDA, 2015). A utilização de fertilizantes é o fator que mais contribui para o aumento da produtividade agrícola. Em função das grandes quantidades envolvidas, a ineficiência em seu uso corresponde a uma perda econômica significativa (Isherwood, 2000).

Tendo em vista a possibilidade de redução da utilização de fontes de nutrientes não renováveis na agricultura, é importante idealizar alternativas que viabilizem a maior longevidade das reservas mundiais, principalmente de fósforo. Uma delas é a utilização de fertilizantes mais eficientes agronomicamente, resultando na diminuição da dose, como é o caso de associações entre fontes minerais de nutrientes com uma ou mais fontes de matéria orgânica, os designados fertilizantes organominerais.

A cama de frango é considerada uma fonte de matéria orgânica de boa qualidade. A produção brasileira de frangos de corte em 2012 foi de 12,48 milhões de Mg, que gerou durante o processo de produção 8,42 milhões de Mg de cama de frango (CONAB, 2013). Esse resíduo orgânico pode ser aproveitado como fertilizante ou condicionador de solo, porém possui alto potencial de contaminação ambiental se utilizado de maneira inadequada. Desta forma, o aproveitamento da cama de frango torna-se uma alternativa interessante do ponto de vista ambiental, de retorno econômico e de benefícios que esse resíduo pode proporcionar ao solo, como fonte de nutrientes e matéria orgânica (Tedesco et al., 1999).

A aplicação do fertilizante organomineral reduz os altos custos com adubação e permite o suprimento simultâneo de nutrientes minerais e matéria orgânica (Tejada et al., 2005). As camas de aves são uma excelente fonte de nutrientes e, quando manejadas adequadamente, podem suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico na produção de grãos. Além do benefício como fonte de nutrientes, seu uso adiciona matéria orgânica que melhora os atributos físicos do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração proporcionando um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (Silva et al., 2011). Os resultados da aplicação de fertilizante organomineral para a produção de hortaliças são escassos.

No presente trabalho, apresentam-se quatro principais hipóteses quanto ao efeito do fertilizante organomineral sobre o solo e a planta:

- 1) O uso do fertilizante organomineral resulta em um incremento de produção do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. cv Micro-Tom).
- 2) A fertilidade do solo, tanto com relação a nutrientes como a qualidade da matéria orgânica, é afetada positivamente.
- 3) A utilização do mutante pouco sensível à auxina (dgt) permitirá identificar o quanto do efeito do fertilizante organomineral depende da via de sinalização deste hormônio.
- 4) A aplicação de diferentes concentrações desse produto afeta a altura, o número de folhas, o número de frutos e a nutrição da planta.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Estudar a capacidade de estímulo fisiológico e à produção de *Solanum lycopersicum* L. cv. Micro-Tom, por meio da aplicação de diferentes doses de fertilizante organomineral.

2.2.1.1. Objetivos específicos

- 2.2.1.2. Avaliar a produção dos tomateiros Micro-Tom WT e dgt adubados com fertilizante organomineral;
- 2.2.1.3. Estudar a fertilidade do solo e a qualidade da matéria orgânica;
- 2.2.1.4. Utilizar o mutante pouco sensível à auxina (dgt) para identificar o quanto do efeito do fertilizante organomineral depende da via de sinalização deste hormônio.
- 2.2.1.5. Avaliar a altura, o número de folhas, o número de frutos e a nutrição da planta em função da aplicação de diferentes concentrações desse produto.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Cultura teste

O tomateiro é uma dicotiledônea, ordem *Tubiflorae*, pertencente à família *Solanaceae* (Filgueira, 2008) e atualmente ao gênero *Solanum*. Linnaeus classificou o tomate como *Solanum lycopersicum*, sendo incluído no mesmo gênero da batata (*Solanum tuberosum*). Contudo, algum tempo depois de Linnaeus, taxonomistas decidiram que o tomate realmente pertencia ao gênero *Lycopersicum*. Então, o nome foi mudado para *Lycopersicon lycopersicum*. Devido à discordância entre os taxonomistas, o nome da espécie foi alterado para *esculentum*, tornando-se *Lycopersicon esculentum*. Alguns trabalhos têm mostrado que o tomate, *Lycopersicon esculentum*, possui uma afinidade genética muito próxima com espécies do gênero *Solanum*. Por isso, a classificação filogenética foi revista e o gênero *Lycopersicon* foi reintegrado ao gênero *Solanum* e a espécie voltou a ser *lycopersicum*, nome original dado por Linnaeus. Assim, a seção *Solanum* passou a incluir o tomate cultivado, *S. lycopersicum*, e 12 outras espécies silvestres aparentadas (Peralta, 2006).

O tomateiro tem sua origem na parte ocidental da Américas do Sul, nas regiões andinas do Peru, Bolívia e Equador (Currence, 1963). Antes da colonização espanhola, o tomate foi levado para o México, que é considerado o centro de domesticação da espécie. Foi introduzido na Europa, via Espanha, entre 1523 e 1554. Da Europa, o tomate se difundiu para outros países, tendo sido reinserido nos Estados Unidos provavelmente em 1781, pelos colonizadores. No Brasil, seu hábito de consumo foi iniciado por imigrantes europeus no final do século XIX (Alvarenga, 2004). Era cultivado como uma mera curiosidade, possivelmente pelo valor ornamental de seus frutos. Seu uso culinário foi dificultado por temor às suas "características venenosas" pelo fato de pertencer à mesma família de plantas reconhecidamente tóxicas. O tomate contém um alcalóide, a tomatina, que se encontra em elevada concentração nas folhas e nos frutos verdes e que se degrada em componentes inertes nos frutos maduros (Filgueira, 2008).

O tomate é uma solanácea herbácea, com caule flexível, piloso quando a planta é jovem e que se torna fibroso com o passar do tempo. O porte da planta

em seu habitat natural é tipicamente de crescimento indeterminado. Existem, no entanto, cultivares de porte determinado que são utilizadas em cultura rasteira. Em consequência dessas especificidades, as cultivares de tomate têm sido objeto do melhoramento genético visando adaptação local e à modalidade de cultivo e à finalidade de consumo (Giordano et al., 2000).

Os esforços efetuados para o melhoramento do tomateiro nas últimas quatro décadas derivaram cultivares adequadas à grande diversidade de condições ambientais, formas de cultivo e destinos da produção. O maior foco desse empenho foi reservado ao desenvolvimento de cultivares resistentes às doenças mais relevantes, sendo as espécies silvestres o único recurso genético para a busca de resistência a doenças. Esse banco genético continua como fonte de valor incalculável para o melhoramento de tomateiro (Jones et al., 1991).

As diferentes características de arquitetura da planta e do fruto condicionam o tipo de cultura, se de indústria ou para consumo fresco. O porte indeterminado é o da maioria de cultivares destinado à produção de frutos para mesa, cujas plantas são tutoradas e podadas, com o caule atingindo mais de 2,5 m de altura. O hábito determinado é comum em cultivares adaptadas especialmente para a cultura rasteira, com finalidade agroindustrial e suas hastes atingem cerca de um metro (Filgueira, 2008).

As flores são pequenas e amarelas, agrupam-se em cachos e são andróginas, o que dificulta a polinização cruzada. A floração e frutificação são beneficiadas por temperaturas diurnas de 18°C a 25°C e noturnas de 13°C a 24°C. A inflorescência é em cimeira e pode assumir a forma simples, bifurcada ou ramificada. O tipo simples ocorre com maior frequência na parte inferior da planta; os tipos ramificados desenvolvem-se na parte superior (Filgueira, 2008). O número de flores é variável. Essas características somadas ao pegamento de fruto, são altamente influenciadas por temperaturas abaixo ou acima dos limites considerados ótimos para a cultura. O fruto é uma baga, de tamanho e formato muito variável. É composto pela película (casca), polpa, placenta e sementes. Internamente, os frutos apresentam septos que delimitam os lóculos nos quais as sementes se encontram imersas na mucilagem placentária. Dependendo da cultivar, os frutos podem ser bi, tri, tetra ou pluriloculares (Melo, 1989). A qualidade dos frutos é negativamente afetada sob temperatura acima de 28°C, prejudicando a firmeza e a cor, que tende a ficar amarelada devido à inibição da

síntese de licopeno e outros pigmentos que lhe dão a coloração vermelha (Giordano, 2000).

3.2. Hormônios vegetais

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas, de ocorrência natural, as quais, em concentrações reduzidas, influenciam processos fisiológicos (Davies, 1995). Além dos cinco grupos estabelecidos até então como hormônios: auxina (Zhang; Letham; John, 1996), citocininas (Pino-Nunes, 2005), ácido abscísico (Taylor et al., 2000), giberelina (Mullen, 2008) e etileno (Wilkinson et al., 1995), foram descobertas outras classes de compostos capazes de regular o desenvolvimento vegetal como brassinosteróides (Montoya et al., 2002), ácido jasmônico (Sembdner; Parthier, 1993), o ácido salicílico (Xu et al., 2009), e estrigolactona (Koltai et al., 2010).

3.3. Auxinas

A principal auxina de ocorrência natural, denominada ácido indolil-3-acético (AIA), é a mais abundante e de maior relevância fisiológica (Taiz & Zeiger, 2013), a qual controla a divisão e a expansão celular. O AIA regula vários eventos do desenvolvimento vegetal, incluindo o estabelecimento da simetria bilateral no embrião, formação de raízes e dominância apical, bem como respostas ambientais como o gravitropismo e o fototropismo (Davies, 1995). A maior parte do AIA nas plantas é encontrado conjugado através de seus grupos carboxílicos a uma variedade de aminoácidos, peptídeos e carboidratos (Cohen & Bandurski, 1982). As auxinas são sintetizadas em ápices caulinares, primórdios foliares e folhas jovens e também é encontrado em flores, frutos e sementes. Têm como precursor o aminoácido triptofano, pelo menos na maioria das espécies vegetais. Entretanto, mutantes em milho e *Arabidopsis* que não sintetizam triptofano, ainda produzem AIA (Raven et al., 2001). Assim, os vegetais são capazes de produzir esse hormônio essencial através de vias independentes do triptofano (Normanly et al., 1995; Ljung et al., 2002).

3.4. Mutantes em auxinas

Em tomateiro, existe o mutante diageotropica (dgt), que é caracterizado como uma planta anã, com crescimento diageotrópico (em posição horizontal) dos caules e raízes, e raízes sem ramificação. É defectivo na via de transdução de sinal de auxina (Hicks et al., 1989; Christian et al., 2003). As plantas de tomateiro contendo essa mutação são praticamente insensíveis à auxina, afetando processos como crescimento (Kelly & Bradford, 1986; Muday et al., 1995; Christian & Lüthen, 2000; Rice & Lomax, 2000), extensibilidade da parede celular (Daniel et al., 1989), expressão de genes de resposta à auxina (Mito & Bennett 1995; Nebenführ et al., 2000) e produção de etileno (Zobel, 1973; Kelly & Bradford, 1986; Madlung et al., 1999). Esse mutante também apresenta uma resposta anormal ao gravitropismo (Rice & Lomax, 2000; Madlung et al., 1999).

A concentração de AIA nas células do mutante dgt é a mesma do tipo silvestre (Fujino et al., 1988). O defeito do mutante dgt está associado com alguns eventos primários na ação da auxina (Kelly & Bradford, 1986) e a percepção ou resposta à auxina é mais alterada nesse mutante do que o transporte e/ou metabolismo (Christian et al., 2003). Raízes de plantas jovens do mutante dgt são sensíveis à auxina até três dias após a germinação, mas perdem essa sensibilidade durante o desenvolvimento posterior (Coenen et al., 2002). Isso sugere que existem várias vias de sinalização de auxina, não sendo todas dependentes da proteína DGT. A via dependente de DGT altera o funcionamento das bombas de H⁺ e a extensibilidade da parede celular, relacionados ao controle do chamado “crescimento ácido” em resposta à auxina (Christian et al., 2003). A teoria do crescimento ácido descreve o fenômeno de expansão celular a partir da percepção da auxina por receptores específicos, como o ABP1 (*Auxin Binding Protein 1*) na membrana plasmática, o qual leva a uma cascata de sinais que culminam na acidificação da parede celular vegetal por meio da ação das enzimas H⁺-ATPases (Rayle & Cleland, 1992; Hager et al., 2003).

Características como dominância apical reduzida, caules rígidos e ausência de ramificação lateral nas raízes primárias e adventícias estão presentes no mutante dgt (Zobel, 1973). Muito desse fenótipo complexo do mutante dgt pode ser explicado pela sensibilidade reduzida de tecidos mutantes à auxina, que tem sido demonstrado em segmentos de raiz e de hipocótilo (Kelly

& Bradford, 1986; Muday et al., 1995). Explantes de hipocótilo do mutante *dgt* cultivados *in vitro*, apresentaram reduzida sensibilidade à auxina, porém apresentaram sensibilidade normal à citocinina (Coenen & Lomax, 1998).

3.5. Micro-Tom como modelo vegetal

O tomateiro é um excelente modelo para estudar processos biológicos em plantas. A diversidade de metabólitos secundários (Tanksley, 1993) e tecidos que facilitam análises bioquímicas, além do próprio padrão morfológico e genético, diferente de *Arabidopsis*, coloca o tomateiro como um modelo adicional de dicotiledônea em estudos comparativos (Pratt et al., 1997). O tomateiro possui um genoma relativamente pequeno (7,1 x 10⁸ pb), mapas cromossômicos bem estruturados com marcadores clássicos e moleculares (Rick & Yoder, 1988; Tanksley et al., 1993) e uma ampla riqueza de germoplasma constituída por nove espécies silvestres de *Lycopersicon* que podem ser cruzadas com o tomateiro cultivado (Stevens & Rick, 1986). A alta capacidade de regeneração por hipocótilo e cotilédones destacam o tomateiro como um excelente modelo para estudos de cultura de tecidos *in vitro* (Lipucci di Paola et al., 1982). Além disso, o tomateiro é uma espécie cultivada e de grande importância econômica, e apresenta frutos carnosos, o que possibilita estudos sobre o desenvolvimento desse tipo de órgão (Hong & Lee, 1992). Uma outra vantagem do tomateiro ainda em relação à *Arabidopsis* é a possibilidade de se fazer enxertias, que facilita estudos entre a interação do sistema radicular com a parte aérea da planta (Jackson, 2001; Ling et al., 2002). Talvez a maior vantagem da utilização do tomateiro como modelo vegetal é a possibilidade de estudar o desenvolvimento de frutos viáveis. Obviamente, o fato de o tomateiro ser uma planta comercial também deve ser considerado uma vantagem.

As principais limitações para a utilização intensiva de tomateiro como modelo em abordagens genéticas de diversas questões fisiológicas são seu tamanho e duração do ciclo de vida, os quais, embora sejam relativamente pequenos, estão em franca desvantagem quando comparados aos de *Arabidopsis*, a qual é o modelo genético mais utilizado em pesquisas com plantas. Tomando-se vantagem da própria riqueza de germoplasma do

tomateiro, há possibilidade de se criar um sistema de estudos nessa espécie nos moldes que se tem hoje em *Arabidopsis*. Desse modo, a cultivar miniatura de tomateiro, como modelo genético, produz frutos e sementes viáveis em vasos de apenas 50-100 mL de substrato, completando seu ciclo de vida em 70-90 dias.

Com essas características, a chamada cultivar Micro-Tom (MT) pode crescer em laboratório na mesma estrutura mínima requerida para *Arabidopsis*. Mutantes de tomateiro podem ser usados como uma eficiente ferramenta em estudos genéticos para compreender os genes e suas funções. Poucas mutações foram bem caracterizadas a nível molecular nesta espécie, apesar de terem sido coletadas durante muitas décadas. A exemplo disso podemos citar mutações espontâneas e induzidas (Emmanuel & Levy, 2002). Entre as várias mutações já descritas em tomateiro, contam-se mutantes que apresentam alterações no metabolismo ou na sensibilidade a hormônios do tipo auxina (Kelly & Bradford, 1986; Hicks et al., 1989), ácido abscísico (Taylor et al., 2000; Burbidge et al., 1999), giberelinas (Koornneef et al., 1990), etileno (Fujino et al., 1988; Wikinson et al., 1995) e brassinoesteróides (Bishop et al., 1999; Koka et al., 2000).

3.6. Fertilizante organomineral

Os gastos com fertilizantes na cultura do tomate na safra de 2013 em São Paulo representaram cerca de 16,5% dos custos de produção (CEPEA, 2013). O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes, no ano de 2014, foram consumidas 32,21 milhões de Mg (ANDÁ, 2015). O uso de fertilizantes é o fator que mais contribui para o aumento da produtividade agrícola. Em função das grandes quantidades envolvidas, a ineficiência em seu uso corresponde a uma perda econômica significativa (Isherwood, 2000). Associado às questões econômicas, é cada vez maior a preocupação ambiental e de segurança alimentar associadas à possível escassez de fontes minerais não renováveis no futuro. Isto porque essas fontes são renováveis somente em período de tempo geológico. Desta forma, é crescente o interesse pela reutilização de resíduos oriundos de diferentes fontes com aplicação na agricultura. Os resíduos orgânicos mais comuns são os esterco provenientes de produção animal.

A produção brasileira de frangos de corte em 2012, foi de 12,48 milhões de Mg, que gerou durante o processo de produção, 8,42 milhões de Mg de cama de frango (CONAB, 2013). Esse resíduo orgânico pode ser aproveitado como fertilizante, porém possui alto potencial de contaminação ambiental se utilizado de maneira inadequada. Desta forma, o aproveitamento da cama de frango torna-se uma alternativa interessante do ponto de vista ambiental, retorno econômico e benefícios que esse resíduo pode proporcionar ao solo, como fonte de nutrientes e matéria orgânica (Tedesco et al., 1999).

Tendo em vista a possibilidade de redução da utilização de fontes não renováveis na agricultura, é importante idealizar alternativas que viabilizem a maior longevidade das reservas mundiais de fósforo. Uma delas é a utilização de fertilizantes mais eficientes agronomicamente, resultando na diminuição de dose, como é o caso de associações entre fontes de fósforo com uma ou mais fontes de matéria orgânica, os designados fertilizantes organominerais.

Fertilizante organomineral (FOM) é o produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, segundo o Decreto nº 4954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura.

A adubação via organomineral proporciona menor risco de murchamento no evento de veranico, por conter menos sais minerais, que são condicionados pela matéria orgânica. A matéria orgânica associada ao fertilizante mineral, compondo o organomineral, diminui a possibilidade de ocorrer incompatibilidades físicas ou químicas entre os componentes do adubo inorgânico (Souza, 2014).

O mercado de fertilizantes organominerais cresceu a uma taxa média de 10 % ao ano na última década no Brasil. Estima-se que em 2009 foram produzidas e comercializadas cerca de 3,5 milhões de toneladas de fertilizantes organominerais, a partir de matérias primas como esterco, turfa, resíduos da indústria sucroalcooleira, farinhas de ossos e sangue, tortas diversas, e resíduos

agroindustriais. A maior parte desta produção é comercializada na forma de farelo ou em pó, e o consumo é concentrado praticamente nos setores de olericultura, fruticultura, perenes e floricultura (Abisolo, 2010).

Do ponto de vista ambiental, a principal vantagem do FOM em relação aos fertilizantes minerais é o fato de utilizarem como matéria prima, resíduos ambientais provenientes de outros sistemas de produção. A atual política nacional de resíduos sólidos, regida pela Lei nº 12.305/10, enfatiza a importância do reaproveitamento e agregação de valor aos resíduos sólidos (Benites, 2013).

Do ponto de vista da produção vegetal, a presença de matéria orgânica no fertilizante mineral pode melhorar características físicas do solo, química de liberação de nutrientes e afetar a bioquímica da absorção destes por mecanismos ainda não elucidados. É possível que a presença de moléculas orgânicas gere efeitos fisiológicos importantes na planta. Algo que não se observa na aplicação do fertilizante mineral puro.

3.7. Matéria orgânica

A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um dos indicadores mais úteis de qualidade do solo, pois sua interação com diversos componentes do solo exerce efeito direto na retenção de água no solo, formação de agregados, densidade do solo, pH, capacidade tampão, capacidade de troca catiônica, mineralização, sorção de pesticidas e outros agroquímicos, infiltração, aeração e atividade microbiana.

A MOS pode ser entendida como um sistema complexo de substâncias, cuja dinâmica é governada pela adição de resíduos orgânicos de diversas naturezas e por uma transformação contínua sob ação de fatores biológicos, químicos e físicos. Segundo Stevenson (1984), a MOS pode ser dividida em duas frações: matéria orgânica viva e não viva. A matéria orgânica viva constitui cerca de 5% do carbono orgânico do solo, e pode ser subdividida em três frações: raízes de plantas (5-10%), macrofauna do solo (15-30%) e microrganismos do solo (60-80%). Dessa maneira, a matéria orgânica não viva constitui cerca de

95% do carbono orgânico do solo, e pode ser subdividida em matéria orgânica leve, compostos orgânicos dissolvidos e a matéria orgânica estabilizada no solo (húmus). A matéria orgânica leve ou particulada (MOP) representa 10-30% do carbono orgânico total do solo e corresponde ao material orgânico recentemente adicionado ao solo, em estágios variados iniciais de decomposição e com tamanho de partícula maior que 53 μm (Cambardella & Elliot, 1992). Essa fração é de fácil decomposição e pode ser considerada uma boa indicadora das mudanças no solo e manejo de resíduos. Num contexto mais amplo, esse conceito pode eventualmente abranger a biomassa total do solo, incluindo a meso e macrofauna do solo (Roscoe & Machado, 2002). O carbono solúvel em água (CSA) é uma forma lábil facilmente perdida por lixiviação e ataque microbiano, e têm em sua constituição carboidratos, aminoácidos, proteínas, sideróforos, ácidos orgânicos de baixo peso molecular e uma pequena fração de ácidos fúlvicos (Stevenson, 1994). Pesquisadores tem demonstrado que esta fração possui grande sensibilidade em função do manejo do solo e qualidade do resíduo orgânico aportado ao solo (Portugal et al., 2008)

A fração que resta após a separação da matéria orgânica leve é chamada de húmus, compartimento que inclui as substâncias húmicas e não-húmicas. As substâncias não húmicas representam 10-15% do carbono orgânico total dos solos minerais. São grupos de compostos orgânicos bem definidos, como carboidratos, lignina, lipídios, ácidos orgânicos, polifenóis, ácidos nucleicos, pigmentos e proteínas. As substâncias húmicas contribuem com cerca de 85-90% da reserva total do carbono orgânico dos solos minerais e representa o principal compartimento da matéria orgânica do solo, constituindo a grande reserva orgânica do solo (Abbruzzini, 2011).

3.8. Importância da matéria orgânica no fertilizante organomineral

Quando o solo recebe matéria orgânica, esse pode adsorver ácidos orgânicos com grande energia, competindo com os sítios de adsorção de P e aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas (Haynes, 1984).

A matéria orgânica transformada, rica em substâncias húmicas possui a

propriedade de aumentar a disponibilidade de cargas negativas na região de liberação de fosfato dos fertilizantes organominerais, podendo tornar esse nutriente mais disponível para as raízes das plantas (Kiehl, 2008).

O aumento da solubilidade do fósforo na presença de matéria orgânica pode ser atribuído à: a) formação de complexos fosfohúmicos, os quais são mais assimiláveis pelas plantas; b) troca do fosfato adsorvido com grupamentos aniônicos existentes no húmus; c) revestimento das partículas de sesquióxido pelo húmus, formando uma cobertura protetora, que reduz a capacidade do solo de fixar fosfato (Tisdale et al., 1993). Ao decomporem a matéria orgânica, os micro-organismos podem liberar elementos como N, P, S e micronutrientes que estavam contidos nas moléculas orgânicas. Este processo é denominado mineralização. O contrário, ou seja, a utilização de P no metabolismo microbiano refere-se à imobilização. Ambos os processos podem ocorrer simultaneamente, sendo que a predominância de um deles pode significar aumentos ou decréscimos de P na solução do solo. A mineralização é maior a temperaturas acima de 30°C. O pH próximo a neutralidade também favorece a mineralização (Tsai & Rossetto, 1992).

A utilização de fertilizante organomineral para adubação de plantas de milho e soja resultaram em incremento de 20% na produção de matéria seca, comparativamente a aplicação de adubo de fonte exclusivamente mineral (Scaramuzza et al., 2011). Os autores atribuíram a maior eficiência agrônômica dos fertilizantes organominerais ao efeito benéfico que a matéria orgânica exerce sobre a diminuição da capacidade máxima de adsorção de P (CMAP), em função da competição pelos sítios de adsorção dos minerais do solo, que por sua vez, aumenta a disponibilidade de fósforo no solo e conseqüentemente o aproveitamento pelas culturas.

4.0. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido sob ambiente protegido (casa-de-vegetação de 50 x 8 m), na área experimental da Embrapa Hortaliças, DF, localizada entre a latitude 15° 56' S e longitude 48° 08' O e altitude de 997,6 m. Sementes de tomateiro cv. Micro-Tom foram adquiridas junto ao Laboratório de Controle

Hormonal do Desenvolvimento Vegetal da ESALQ/USP. Os genótipos WT e dgt foram semeados em bandeja de poliestireno com 128 células.

O fertilizante organomineral comercial sólido granulado 5-20-2 (NPK) à base de cama de aves e MAP (monofosfato de amônio), proveniente da rede FertBrasil, foi incorporado a amostras do horizonte B de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. A análise da fertilidade do solo foi realizada conforme o manual de métodos de análise do solo (Embrapa, 1997). O fracionamento da matéria orgânica do solo foi realizado conforme o padrão da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas – IHSS (Schnitzer & Skinner, 1982). Após a formação da primeira folha verdadeira (aos 20 dias), as plântulas foram transplantadas em vasos plásticos pretos nº 6, com capacidade para 1 dm³, foram preenchidos na sua totalidade com as diferentes quantidades de adubo organomineral. A irrigação foi feita em seguida e o período de duração do experimento a partir do transplântio foi de 90 dias.

O experimento consistiu de 10 tratamentos compreendendo 5 doses crescentes de FOM e dois genótipos de tomateiro (WT e dgt). O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 10 tratamentos e 20 repetições, gerando 100 observações para cada genótipo, totalizando 200 vasos. O controle refere-se ao tratamento sem adição de FOM com apenas correção da acidez com calcário. Os tratamentos consistiram na aplicação, no período do preparo do solo, de fertilizante organomineral com cinco doses (0; 0,5; 2; 10 e 20 g dm⁻³). Com o intuito de identificar o efeito isolado do fósforo do fertilizante estudado, foi utilizada solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) sem fósforo como adubação de cobertura. A solução foi aplicada aos 30 e 60 dias após o transplante, no volume de 50 mL por vaso. Ao longo do experimento, foi utilizado um sistema monitoramento de irrigação por diferença de pressão, denominado Irrigas[®]. A irrigação foi realizada manualmente, em cada vaso individualmente, a fim de manter a capacidade de campo, evitando-se perda por lixiviação.

Em um intervalo de quinze dias contados a partir do transplântio das mudas, foram avaliados os teores de clorofila, expressos em unidades SPAD e determinados a partir de um analisador automático SPAD-502 (Minolta[®] Camera Co.). As leituras efetuadas por esse método indicam valores proporcionais de

clorofila na folha e são calculados com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila (Monje & Bugbee, 1992).

O número de folhas, flores e frutos foi quantificado por contagem manual e altura da planta utilizando-se régua graduada, com intervalo de quinze dias entre as avaliações, por um período de seis semanas. A parte aérea do tomateiro foi lavada, pesada, seca e triturada em um mini moinho (Black & Decker Smartgrind) para determinação dos teores de macro e micronutrientes segundo métodos descritos em Nogueira e Souza (2005). Essas amostras foram solubilizadas por meio da digestão ácida (0,250 g do material vegetal em 8 mL de HNO₃ e 2 mL de HCl) com subsequente análise por espectrofotometria de emissão ótica com fonte de indução de plasma acoplado (ICP-OES - *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B. As amostras do FOM foram moídas até a obtenção de um pó e foram processadas pelo mesmo método.

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa SAS e GraphPad Prism 5. Os gráficos foram feitos no programa GraphPad Prism 5. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste de F ($p < 0,05$). As médias das características significativas foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ($p < 0,05$). Para o caso das características massa de frutos frescos e massa de frutos secos houve transformação dos dados para $\sqrt{X+0,5}$ com a finalidade de satisfazer a suposição da ANOVA para a normalidade e homogeneidade dos dados.

5.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O horizonte B do Latossolo Vermelho Amarelo possui predominância de cargas elétricas positivas com elevada capacidade de adsorver fosfato. O valor do pH, teor de ácidos orgânicos e o teor da matéria orgânica podem influenciar decisivamente na adsorção do fosfato nos solos (Saleque & Kirk, 1995). A aplicação de ácidos orgânicos ou ácidos húmicos e de fosfato em Latossolo Vermelho reduz a adsorção de fosfato no solo (Andrade et al., 2003). A aplicação de FOM resultou no aumento do teor de nutrientes e de substâncias húmicas do solo (Tabela 1 e Tabela 2). A aplicação de doses crescentes de FOM resultou em aumento dos nutrientes nos solos avaliados com destaque para o fósforo. O aumento do teor de substâncias húmicas pareceu estar relacionado a porção orgânica (a base de cama de aviário) do FOM. O fracionamento das substâncias húmicas presentes no próprio FOM, resultou em 43,9, 8,3 e 231,2 g kg⁻¹ de Ácidos Húmicos (AHs), Ácidos Fúlvicos (AFs) e Huminas (Hs), respectivamente.

Tabela 2: Fracionamento químico de substâncias húmicas da matéria orgânica do solo com diferentes genótipos de tomateiro Micro-Tom.

Tratamento	AH	AF	H	AH/ AF
	----- g kg ⁻¹ -----			-
Instalação				
<i>WT e DGT</i>				
0	0,43	3,48	15,79	0,13
0,5	2,9	4,64	18,25	0,63
2	1,74	5,51	19,69	0,32
10	1,74	4,49	18,87	0,39
20	0,72	4,64	19,48	0,16
Após 90 dias				
<i>WT</i>				
0	12,4	25,13	15,24	0,49
0,5	8,91	25,44	19,05	0,35
2	2,54	29,26	20,61	0,09
10	4,77	30,21	20,09	0,16
20	6,04	27,35	20,09	0,22
<i>DGT</i>				
0	5,41	15,9	16,45	0,34
0,5	8,91	9,86	19,57	0,9
2	12,72	12,72	19,57	1
10	17,17	10,18	19,39	1,69
20	16,54	15,9	19,22	1,04
*WT e DGT representam as amostras de solos retiradas de vasos com a presença dos diferentes genótipos nas doses indicadas de FOM.				

Na instalação do experimento, as análises indicaram teor médio de 1,4, 4,1 e 1,2 vezes maior para AH (ácido húmico), AF (ácido fúlvico) e H (humina), respectivamente, nos solos adubados com FOM (Tabela 2). As plantas de tomateiro Micro-Tom com sensibilidade normal a auxina (WT) e com baixa sensibilidade a auxina (dgt) foram transplantadas para os vasos e após 90 dias de crescimento destas nos solos, houve uma mudança drástica na relação AH/AF média nos solos tratados com FOM na presença de plantas dgt: de 0,4 na instalação do experimento para 1,2 na coleta das amostras. Interessante

notar que no tratamento controle (sem adição de FOM) a rizosfera das plantas dgt mantiveram esta relação próxima a das plantas WT. Devido à falta de raízes e, conseqüentemente, exsudatos, parece que o genótipo dgt favoreceu a manutenção das frações húmicas mais estáveis (AH), enquanto que as plantas WT, com bom enraizamento, induziram a maiores teores de AF, teoricamente menos estáveis.

Os teores de matéria orgânica médios dos tratamentos com FOM ficaram praticamente iguais tanto nos solos com plantas dgt quanto WT ao final do experimento, com aumento em relação a instalação de cerca de 60%. O aumento das doses de FOM resultou em incremento de substâncias húmicas solúveis (AHs + AFs) nos solos com plantas dgt. Nos solos com plantas WT, o aumento das doses não refletiu em incremento de substâncias húmicas solúveis, embora em comparação aos solos sob ação da rizosfera de plantas dgt, o aumento foi em média de 40%. Tal efeito parece ter relação com a maior produção de raízes do genótipo WT. Tal hipótese está de acordo com o observado por Façanha et al. (2002), que demonstraram que AHs modificam o perfil de exsudação das raízes, que por sua vez alteram a estrutura das substâncias húmicas. Albuizio et al. (1989), demonstraram que ácidos orgânicos (cítrico, málico, oxalacético, succínico e fumárico) em contrações encontradas em exsudatos radiculares de raízes de milho afetam o tamanho molecular aparente de substâncias húmicas, reduzindo seu tamanho e favorecendo a liberação de Ca, Mg, Fe e Zn ligados a estrutura húmica.

Nos solos com plantas WT adubados com a maior dose (20 g dm^{-3}) houve um aumento no teor de fósforo disponível de cerca de 10 vezes aos 30 e 90 dias. Nos solos com plantas dgt esse aumento médio foi de cerca de 18 vezes nos mesmos períodos. O teor de nutrientes totais nas folhas das plantas WT foi maior do que o observado nas plantas dgt, inclusive para o fósforo (Tabela 3). O enraizamento lateral e a produção de pelos absorventes é fundamental para a absorção de nutrientes, com destaque para o fósforo em solos altamente intemperizados como o utilizado no presente trabalho. Assim, é provável que o fósforo em maior quantidade nos solos sob ação da rizosfera das plantas dgt seja reflexo da menor absorção de nutrientes desse genótipo.

Por meio da análise de componentes principais (Figura 1), avaliou-se conjuntamente as características fertilidade do solo, fracionamento da matéria orgânica, nutrição da planta, massa do fruto fresco e massa do fruto seco, em adição somente a descrição dos dados.

Observou-se que o fator 1 relacionou-se a 45,82% da variância, compreendendo as características nutrição (Mg, S, Na, e B), matéria orgânica (ácido húmico/ácido fúlvico e humina/extrato alcalino) e fertilidade (Mg e H+Al). Já o fator 2 relacionou-se a 29,82% da variância e compreendeu as características nutrição (K e Ca), huminas e fertilidade (pH, P, K, Na, Ca e MO).

A distribuição dos dados apontou para uma separação do genótipo WT tratados do genótipo dgt e WT controle pelo fator 1. Além disso, houve uma separação das doses mais altas (10 e 20 g dm⁻³) das doses mais baixas (0,5 e 2 g dm⁻³) e controle pelo fator 2.

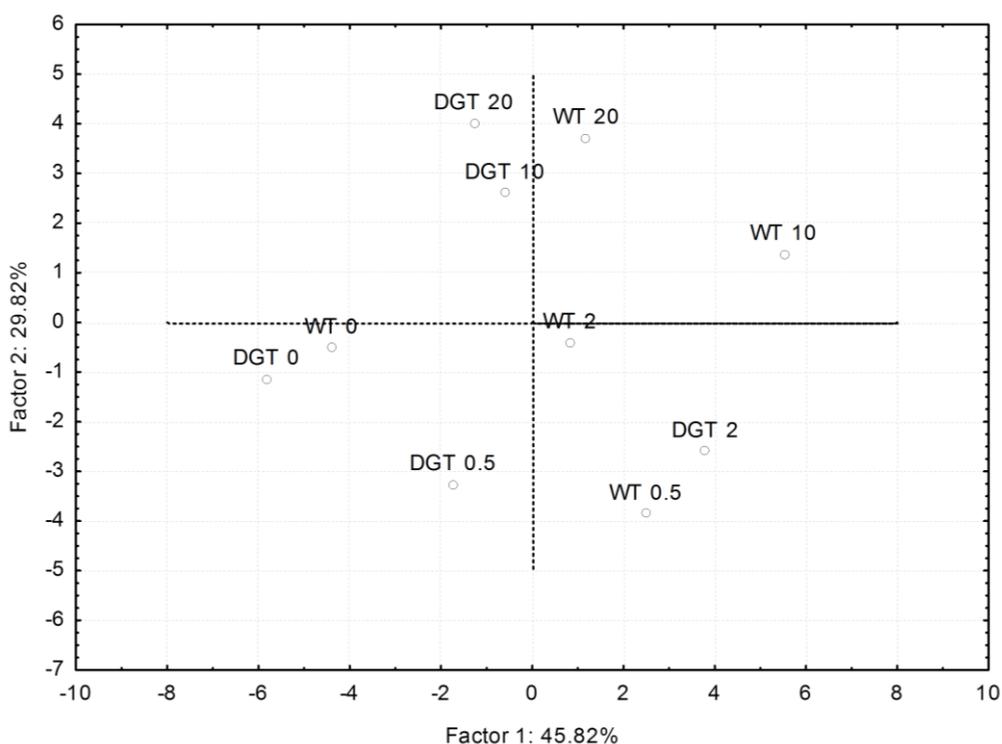


Figura 1: Análise de componentes principais das variáveis de fertilidade do solo, fracionamento da matéria orgânica, nutrição da planta, massa do fruto fresco e massa do fruto seco. O fator 1 explica 45,82% da variância e compreende as características nutrição (Mg, S, Na, e B), matéria orgânica (ácido húmico/ácido fúlvico e humina/extrato alcalino) e fertilidade (Mg e H+Al). O fator 2 explica 29,82% da variância e compreende as características nutrição (K e Ca), huminas e fertilidade (pH, P, K, Na, Ca e MO).

O FOM afetou a produção do Micro-Tom, refletindo em suas características morfológicas e fisiológicas. Na avaliação do número de folhas em WT foi observado aumento de 38% quando se utilizou a dose 20 g dm⁻³ em relação ao controle. Para a mesma dose o genótipo dgt teve um aumento de 99% (Figura 2).

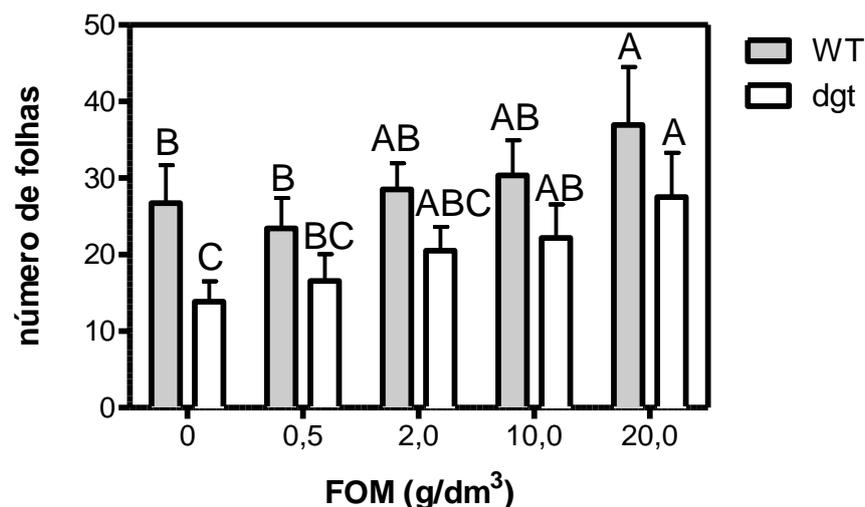


Figura 2: Número de folhas de tomateiro Micro-Tom contado após noventa dias de transplante. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%. As letras comparam as doses.

A dose de 20 g dm⁻³ inibiu o desenvolvimento das flores nos dois genótipos, sendo que em WT na dose 2 g dm⁻³ o número de flores foi 52% maior em relação ao controle e em dgt, na dose 10 g dm⁻³ houve um acréscimo de 77% quando comparado ao controle (Figura 3).

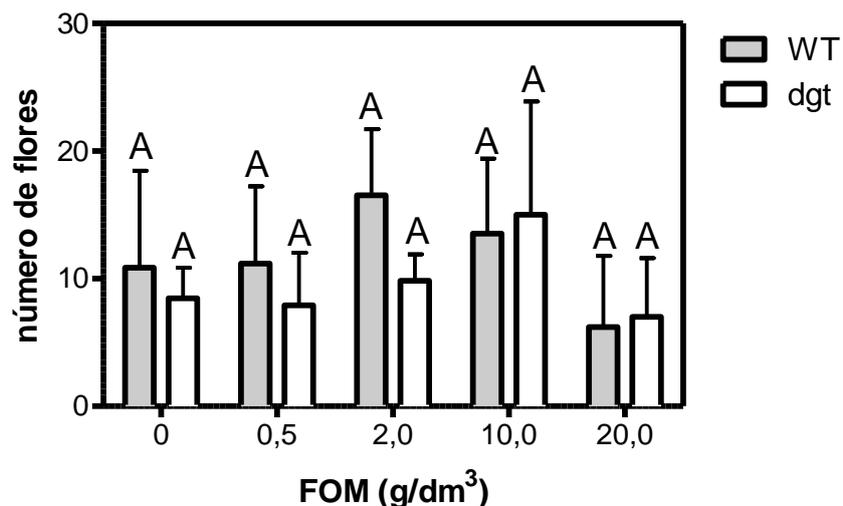


Figura 3: Número de flores de tomateiro Micro-Tom avaliado após noventa dias de cultivo. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%.

Na avaliação do número de frutos, a dose de 20 g dm⁻³ ocasionou um incremento em WT de cerca de 136% quando comparadas ao controle (Figura 4).

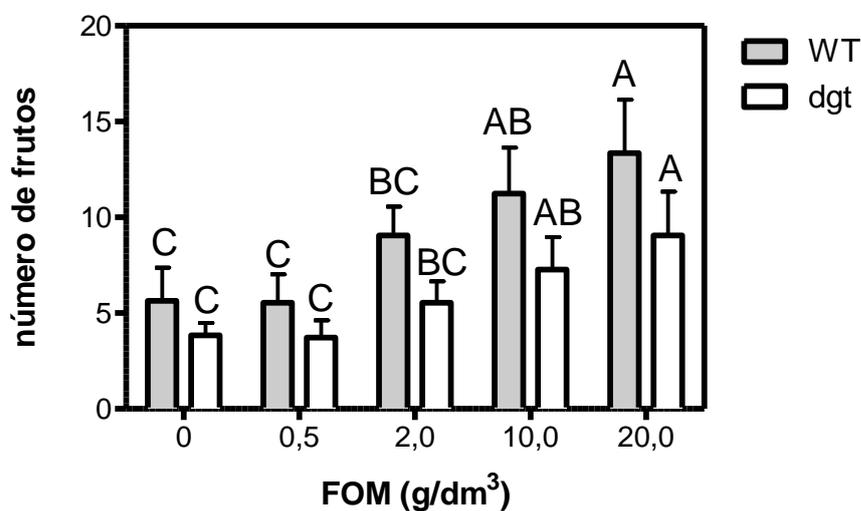


Figura 4: Número de frutos de tomateiro Micro-Tom avaliado após noventa dias de transplante. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%.

Com base nas avaliações de massa fresca e seca dos frutos, as doses maiores (10 e 20 g dm⁻³) causaram um aumento de massa de frutos secos no genótipo WT, entretanto não são estatisticamente diferentes da dose 2 g dm⁻³.

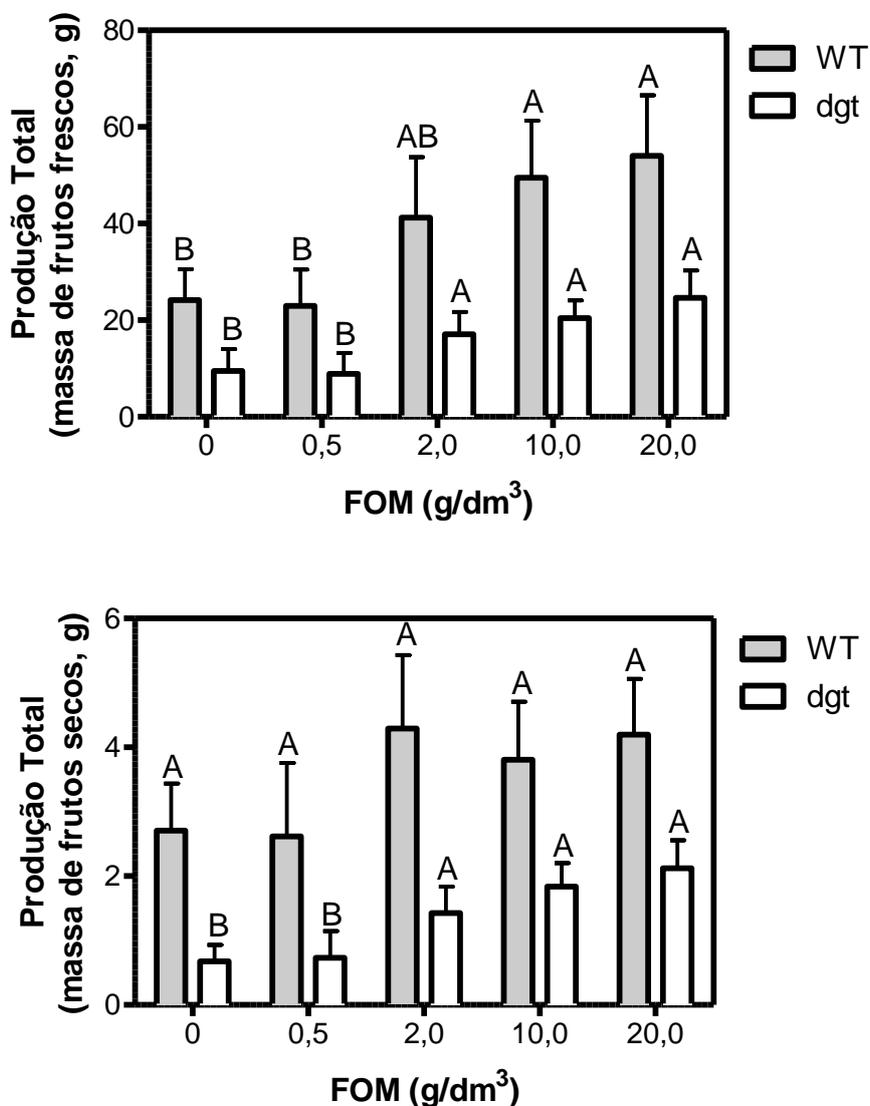


Figura 5: Massa de frutos frescos e secos de tomateiro Micro-Tom coletados após noventa dias de transplante. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%.

Para a característica altura da planta, as plantas dgt, na dose de 10 g dm⁻³ a altura foi 40% maior em relação ao controle (Figura 6). Não houve diferença estatística entre os genótipos para a característica altura.

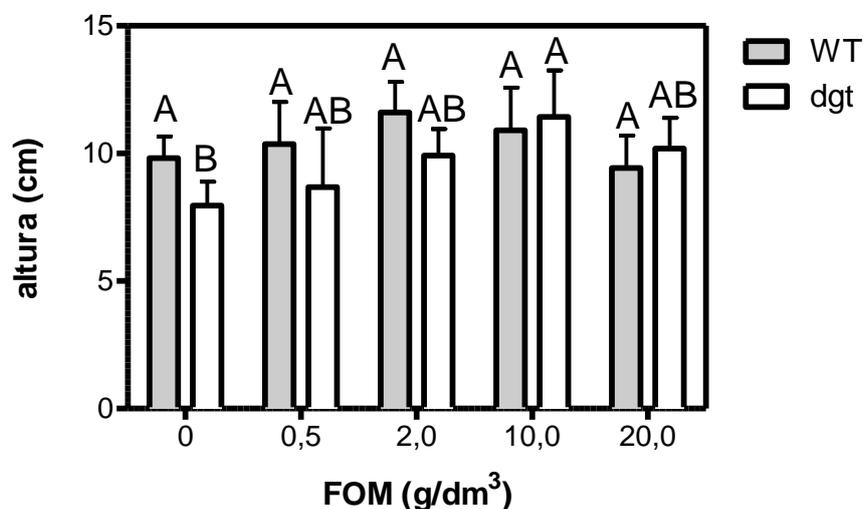


Figura 6: Altura de tomateiro Micro-Tom medida após noventa dias de transplante. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%.

Em relação ao índice SPAD de clorofila, dentro dos genótipos WT e dgt, as doses 10 e 20 g dm⁻³ elevaram o índice SPAD em relação ao controle. O aumento da clorofila está diretamente ligado com o aumento dos teores de nitrogênio, já que esse elemento de grande importância na nutrição de plantas é utilizado na síntese de compostos celulares como a clorofila (Lima et al., 2001). Resultados científicos indicam que modificações na nutrição nitrogenada influenciam expressivamente a taxa de fixação de carbono e a distribuição de outros produtos da fotossíntese (Lima et al., 2001). A diferença dos níveis de clorofila não foi estatisticamente significativa (Figura 7).

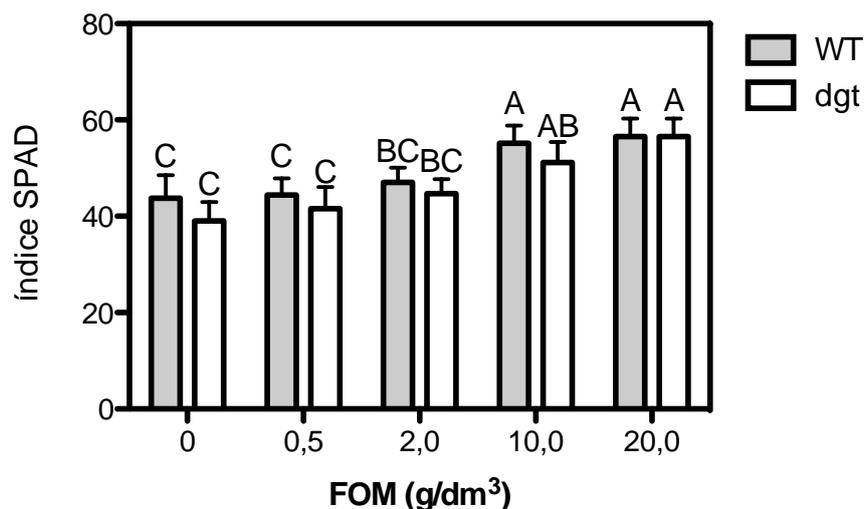


Figura 7: Índice SPAD de folhas de tomateiro Micro-Tom avaliado após quinze dias de transplante. As médias com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erro representa o intervalo de confiança a 95%

O número de folhas e frutos está altamente relacionado com a produção do tomateiro. Parte das respostas avaliadas no genótipo dgt é explicada devido às suas características fisiológicas, que diferem de WT por ser defectivo na via de transdução de sinal do hormônio AIA. As plantas de tomateiro contendo essa mutação são praticamente insensíveis ao AIA, afetando processos como crescimento (Kelly; Bradford, 1986), expansão da parede celular (Daniel et al., 1989), expressão de genes de resposta ao AIA (Mito; Bennet, 1995), produção de etileno (Kelly; Bradford, 1986) e resposta anormal ao gravitropismo (Rice; Lomax, 2000). Raízes de plantas jovens do mutante dgt são sensíveis à auxina, mas perdem a sensibilidade durante o desenvolvimento posterior (Coenen et al., 2002). Isso sugere que existem várias vias de sinalização de auxina, não sendo todas dependentes da proteína DGT. A via dependente de dgt altera o funcionamento das bombas H^+ e a expansão da parede celular, as quais são parâmetros que controlam o crescimento ácido em resposta à auxina (OH et al., 2006).

De maneira geral, considerando a média de todos os nutrientes em todos os tratamentos, as plantas WT absorveram 60% mais nutrientes quando comparadas as plantas dgt (Tabela 3). Observou-se um aumento de 50, 20, 10 e 40% na absorção de P, K, Ca e S, respectivamente. O elemento Mg não foi

alterado. Houve também aumento dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn na ordem de 60, 80, 10, 300, 50 e 50%, respectivamente. O elemento Sódio teve sua absorção reduzida em 30% nas plantas WT.

Tabela 3: Análise química do tecido foliar de tomateiro. Os números entre parênteses representam a porcentagem de estimulação ou inibição.

GENÓTIPO	Dose	Teores Totais de Nutrientes												
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
		-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----						
DGT	0	nd	1,03	19,00	12,10	2,71	2,66	1,29	10,1	7,39	236	0	4,65	26,3
DGT	0,5	nd	0,72	15,70	9,61	2,47	1,58	1,05	4,65	0	100	0	6,33	14,4
DGT	2	nd	0,80	16,30	14,50	2,73	1,41	0,92	7,78	20,4	187	0	6,75	19,5
DGT	10	nd	1,54	18,80	9,98	2,25	1,27	1,19	9,5	4,58	138	1,71	9,68	20,4
DGT	20	nd	1,98	15,50	13,90	2,43	1,47	1,77	13,3	27,8	259	6,11	9,76	16,6
WT	0	nd	1,25 (20)	19,1 (0)	14 (20)	2,85 (10)	3,72 (40)	0,65 (-50)	16 (60)	4,49 (-40)	235 (0)	1,76	15,9 (240)	36,6 (40)
WT	0,5	nd	1,09 (50)	21,6 (40)	12,5 (30)	2,68 (10)	3,47 (120)	0,679 (-40)	10,6 (130)	0	137 (40)	1,47	8,93 (40)	26 (80)
WT	2	nd	1,39 (70)	19,2 (20)	11,5 (-20)	2,31 (-20)	1,95 (40)	0,606 (-30)	9,65 (20)	23 (10)	112 (-40)	0,15	5,42 (-20)	22,8 (20)
WT	10	nd	2,43 (60)	18,6 (0)	13,1 (30)	2,4 (10)	1,39 (10)	0,835 (-30)	16,2 (70)	22,1 (380)	256 (90)	10,2 (500)	9,93 (0)	31,6 (50)
WT	20	nd	2,84 (40)	19,5 (30)	13,7 (0)	2,54 (0)	1,55 (10)	1,34 (-20)	14,3 (10)	16,4 (-40)	213 (-20)	16,1 (160)	10,1 (0)	30,4 (80)

nd = não determinado.

6.0. CONCLUSÕES

- 1) A utilização de FOM resultou em um incremento de produção do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. cv Micro-Tom).
- 2) A fertilidade do solo, tanto com relação a nutrientes como a qualidade da matéria orgânica, foi afetada positivamente pelo FOM.
- 3) A utilização do mutante pouco sensível à auxina (dgt) permitiu identificar parcialmente o quanto do efeito do FOM depende da via de sinalização deste hormônio.
- 4) A aplicação de diferentes concentrações do FOM afetou o número de folhas, o número de frutos e a nutrição das plantas, nas doses 10 e 20 g dm⁻³.

7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBRUZZINI, Thalita Fernanda. **Qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo em cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar**. 2011. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

ABISOLO, 2010. Plano Nacional de Biomassa. **44ª Reunião da Câmara Temática de Insumos Agropecuários** – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Palestra técnica, 16 novembro, 2009. Brasília-DF.

ALBUZIO, A., & FERRARI, G. (1989). Modulation of the molecular size of humic substances by organic acids of the root exudates. **Plant and soil**, 113(2), 237-241.

ALVARENGA, Marco Antonio Alvarenga Rezende (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Ufla, 2004.

ANDRADE, F. V., MENDONÇA, E. S., ALVAREZ V, V. H., & NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1003-1011, 2003.

Associação Nacional para Difusão de Adubos. <http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acessado em 01 de junho de 2015.

BASSEL, G.W.; BEWLEY, J.D.; MULLEN, R.T. *procera* is a putative della mutant in tomato (*Solanum lycopersicum*): effects on the seed and vegetative plant. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, p. 585-93, 2008.

BENITES, V. de M. et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: **Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa: SBCS, 2010., 2013.

BISHOP, G.J.; FUJIOKA, S.; HARRISON, K.; JONES, J.D.G.; KAMIYA, Y.; NOGUCHI, T.; NOMURA, T.; TAKATSUTO, S.; YOKOTA, T. The tomato dwarf enzyme catalyses C-6 oxidation in brassinosteroid biosynthesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.**, Washington, v. 96, p. 1761-1766, 1999.

BORSANI, O. ABA and ethylene-mediated responses in osmotically stressed tomato are regulated by the TSS2 and TOS1 loci. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, p. 3327-3335, 2006.

BURBIDGE, A.; GRIEVE, T.M.; JACKSON, A.; THOMPSON, A.; McCARTY, D.R.; TAYLOR, I.B. Characterization of the ABA-deficient tomato mutant *notabilis* and its relationship with maize *Vp14*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 17, p. 427-431, 1999.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, n. 3, p. 777-783, 1992.

CARVALHO, R.F. **Estudo da interação entre fitocromo e hormônios vegetais no controle do desenvolvimento**. 2008. 107 p. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/130/tomate.pdf>. Acessado em 30 de abril de 2015.

CHRISTIAN, M.; LÜTHEN, H. New methods to analyse auxin-induced growth In: Classical auxinology goes *Arabidopsis*. **Plant Growth Regulation**, New York, v.32, p. 107-114, 2000.

CHRISTIAN, M.; STEFFENS, B.; SCHENCK, D.; LÜTHEN, H. The *diageotropica* mutation of tomato disrupts a signaling chain using extracellular auxin binding protein 1 as a receptor. **Planta**, Berlin, v. 218, p. 309-314, 2003.

Coenen C, Lomax TL (1998) The DIAGEOTROPICA gene differentially affects auxin and cytokinin responses throughout development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Plant Physiol** 117: 63–72

COENEN, C.; BIERFREUND, N.; LÜTHEN, H.; NEUHAUS, G. Developmental
 COHEN, J.D.; BANDURSKI, R.S. Chemistry and physiology of the bound auxins.
Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto,
 v. 33, p. 403-430, 1982.

Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da agropecuária.**

COSTA, C. A. 1994. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da
 alface e da cenoura adubada com compostos orgânicos de lixo urbano.**
 Viçosa, MG. UFV, 89 p. (Tese mestrado).

CURRENCE, T.M.; LARSON, R. E.; VIRTA, A. A. A comparison of six tomato
 varieties as parents of F1 lines resulting from fifteen possible crosses.
Proceedings of American Society for Horticultural Science, Geneva, v. 45,
 p. 349-352, 1963.

DANIEL, S.G.; RAYLE, D.L.; CLELAND, R.E. Auxin physiology of the tomato
 mutant *diageotropica*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 91, p. 804-807, 1989.

DAVIES, P.J. The plant hormones concept: concentration, sensitivity, and
 transport. (Ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular
 biology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. p. 13-38.

EMMANUEL, E.; LEVI, A.A. Tomato mutants as tools for functional genomics.
Current Opinion in Plant Biology, London, v. 5, p. 112-117, 2002.

EMMANUEL, Eyal; LEVY, Avraham A. Tomato mutants as tools for functional
 genomics. **Current opinion in plant biology**, v. 5, n. 2, p. 112-117, 2002.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – DF. Informações
 agropecuárias do Distrito Federal.
[http://www.emater.df.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&vie
 w=category&id=72&Itemid=55#](http://www.emater.df.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=72&Itemid=55#). Acessado em 02 de maio de 2015.

fertilizers. 5 ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993, 634 p.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura:
 agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.**
 Universidade Federal de Viçosa: Empresa Júnior de Agronomia, 2008.

FUJINO, D.W.; BURGER, D.W.; YANG, S.F. BRADFORD, K.J.; Characterization of an ethylene overproducing mutant of tomato (*Lycopersicon-Esculentum* Mill cultivar *VFN8*). **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 774-779, 1988.

FUJINO, D.W.; BURGER, D.W.; YANG, S.F. BRADFORD, K.J.; Characterization of an ethylene overproducing mutant of tomato (*Lycopersicon-Esculentum* Mill cultivar *VFN8*). **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 774-779, 1988.

GIORDANO LB; SILVA JBC; BARBOSA V. 2000. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA JBC; GIORDANO LB. Tomate para processamento industrial. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.36-59.

HAGER, Achim. Role of the plasma membrane H⁺-ATPase in auxin-induced elongation growth: historical and new aspects. **Journal of plant research**, v. 116, n. 6, p. 483-505, 2003.

HAYNES, R. J. Lime and phosphate in the soil-plant system. In: BRADY, N. C. (Ed.). **Advances in Agronomy**. Academic Press, v. 37, 1984. p. 249-315.

HICKS, G.R.; RAYLE, D.L.; LOMAX, T.L. The *diageotropica* mutant of tomato lacks high specific activity auxin binding sites. **Science**, New York, v. 245, p. 52-54, 1989.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. California Experiment Station Circular 347. The College of Agriculture. **University of California, Berkeley, CA**, 1950.

HONG, S. J.; LEE, S. K. Changes in endogenous plant hormones during ripening of tomato fruits. **Physiological Basis of Postharvest Technologies 343**, p. 220-224, 1992.

<http://www.conab.gov.br/>. Acessado em 30 de abril de 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola \[mensal\]/Fasciculo/lspa_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf). Acessado em 02 de maio de 2015.

ISHERWOOD, K. E. O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente. **International Fertilizer Industry Association, United Nations Environment**

Programme. Trad. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Paris, 2000.

JACKSON, D. The long and the short of it: signaling development through plasmodesmata. **Plant Cell**, v.13, p. 2569-2572, 2001.

KELLY, M.O.; BRADFORD, K.J. Insensitivity of the *diageotropica* tomato mutant to auxin. **Plant Physiology**, Rockville, v. 82, p. 713-717, 1986.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. 4 ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 2008, 160 p.

KOKA, C.V.; CERNY, R.E.; GARDNER, R.G.; NOGUCHI, T.; FUJIOKA, S.;

KOLTAI, H.; LEKKALA, S.P.; BAHATTACHARYA, C.; MAYZLISH-GAT, I.E.; RESNICK, N.; WININGER, S.; DOR, E.; YONEYAMA, K.; HERSHENHORN, J.; JOEL D.M.; KAPULNIK, Y. A Tomato strigolactone-impaired mutant displays aberrant shoot morphology and plant interactions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, p. 1739 -1749, 2010.

KOORNNEEF, M.; BOSMA, T.D.G.; HANHART, C.J.; VANDERVEEN, J.H.; ZEEVAART, J.A.D. The isolation and characterization of gibberellin-deficient mutants in tomato. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 80, p. 852-857, 1990.

LING, H.-Q.; BAUER, P.; BERECZKY, Z; KELLER, B.; GANAL, M. The tomato fer gene encoding a bHLH protein controls iron-uptake responses in roots. **Plant Biology**, v.99, p. 13938-13943, 2002.

LIPUCCI DI PAOLA, M.; COLLINA GRENCI, F.; SCALA, A. Shoot-forming ability of *Lycopersicon esculentum* Mill. varieties by in vitro cultured cotyledons. **In Vitro Culture**, XXI IHC 131, p. 111-116, 1982.

LJUNG, K.; HULL, A.K.; KOWALCZYK, M.; MARCHANT, A.; CELENZA, J.; COHEN, J.D.; SANDBERG, G. Biosynthesis, conjugation, catabolism and homeostasis of indole-3-acetic acid in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 50, p. 309-332, 2002.

MADLUNG, A.; BEHRINGER, F.J.; LOMAX, T.L. Ethylene plays multiple nonprimary roles in modulating the gravitropic response in tomato. **Plant Physiology**, Rockville, v. 120, p. 897-906, 1999.

MELO, PCT de. **Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos**. Asgrow, 1989.

MITO, N.; BENNETT, A.B. The *diageotropica* mutation and synthetic auxins differentially affects the expression of auxin-regulated genes in tomato. **Plant Physiology**, Rockville, v. 109, p. 293-297, 1995.

MONJE, Oscar A.; BUGBEE, Bruce. Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: a comparison of two types of meters. **HortScience**, v. 27, n. 1, p. 69-71, 1992.

MONTOYA, T.; NOMURA, T.; FARRAR, K.; KANETA, T.; YOKOTA, T.; BISHOP, G.J. Cloning the tomato curl 3 gene highlights the putative dual role of the leucine-rich repeat receptor kinase tBRI1/SR160 in plant steroid hormone and peptide hormone signaling. **Plant Cell**, Baltimore, v. 14, p. 3163-3176, 2002.

MUDAY, G.K.; LOMAX, T.L.; RAYLE, D.L. Characterization of the growth and auxin physiology of roots of the tomato mutant, *diageotropica*. **Planta**, Berlin, v. 195, p. 548-553, 1995.

NEBENFÜHR, A.; WHITE, T.J.; LOMAX, T.L. The *diageotropica* mutation alters auxin inducing of a subset of the *Aux/IAA* gene family in tomato. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 44, p. 73-84, 2000.

NORMANLY, J.; SLOVIN, J.P.; COHEN, J.D. Rethinking auxin biosynthesis and metabolism. **Plant Physiology**, Rockville, v. 107, p. 323-329, 1995.

O'BRIEN, J. (Ed.). **Genetic maps: locus maps of complex genomes**. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1993. p. 639 -660.

organomineral comparado a diferentes fontes de fósforo em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report on Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 56, p. 6-12, 2006.

PINO-NUNES, L.E. **Obtenção e uso de mutantes com alterações no balanço auxina/citocinina no estudo da competência organogênica em microtomateiro (*Lycopersicon esculentum* cv Micro-Tom)**. 2005. 73 p. Dissertação

(Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PORTUGAL, Arley Figueiredo et al. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2091-2100, 2008.

PRATT, L.H.; CORDONNIER-PRATT, M.M.; KELMENSEN, P.M.; LAZAROVA, G.I.; KUBOTA, T.; ALBA, R.M. The phytochrome gene family in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Plant Cell, and Environment**, Oxford, v. 20, p. 672-677, 1997.

Presidência da República. **Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980.** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm. Acessado em 02 de maio de 2015.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 902 p.

RAYLE, David L.; CLELAND, Robert E. The Acid Growth Theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. **Plant physiology**, v. 99, n. 4, p. 1271-1274, 1992.

regulation of H⁺-ATPase-depedent auxin responses in the *diageotropica* mutant of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 114, p. 461-471, 2002.

RICE, M.S.; LOMAX, T.L. The auxin-resistant *diageotropica* mutant of tomato responds to gravity via an auxin-mediated pathway. **Planta**, Berlin, v. 210, p. 906-913, 2000.

RICK, C.M.; YODER, J.I. Classical and molecular genetics of tomato: highlights and perspectives. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 22, p. 281-300, 1988.

ROSADO, A.; AMAYA, I.; VALPUESTA, V.; CUARTERO, J.; BOTELLA, M.A.; ROSCOE, Renato; MACHADO, Pedro Luiz Oliveira de Almeida. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Embrapa Solos, 2002.

SALEQUE, M. A., & KIRK, G. J. D. Root-induced solubilization of phosphate in the rhizosphere of lowland rice. *New Phytologist*, 325-336, 1995.

- SCARAMUZZA, J. F.; CHIG, L. A.; CASONATTO, R. Efeito de fertilizante Schnitzer M, Skinner L (1982) Organic matter characterization. In American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, eds, Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Mineralogical Properties. Agronomic Monograph. ASA/SSSA Publishers, Madison, WI, pp 581–597
- SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and the physiological and molecular actions the jasmonates. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 569-589, 1993.
- SILVA, Thais R. da et al . Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama-de-frango. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 15, n. 9, p. 903-910, Sept. 2011 .
- SOLOS, Embrapa. Manual de métodos de análise de solo. **Rio de Janeiro: Embrapa Solos**, 1997.
- SOUZA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para produção de cana-de-açúcar**. 2014. 87f. Tese (Doutorado em Agronomia, Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- STEVENS, M.A.; RICK, C.M. Genetic and breeding. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (Ed.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. p. 34-109.
- STEVENSON, Frank J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. John Wiley & Sons, 1994.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p
- TAKATSUTO, S.; YOSHIDA, S.; CLOUSE, S.D. A putative role for the tomato genes DUMPY and CURL-3 in brassinosteroid biosynthesis and response. **Plant Physiology**, Rockville, v. 122, p. 85-98, 2000.
- TANKSLEY, S. Linkage map of tomato (*Lycopersicon esculentum*) (2N=24). In: TAYLOR, I.B.; BURBIDGE, A.; THOMPSON, A.J. Control of abscisic acid synthesis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, p. 1563-1574, 2000.
- TAYLOR, I.B.; BURBIDGE, A.; THOMPSON, A.J. Control of abscisic acid synthesis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, p. 1563-1574, 2000.

TEDESCO, M. J. et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**, v. 2, p. 113-136, 1999.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. **Effects of Application of Two Organomineral Fertilizers on Nutrient Leaching Losses and Wheat Crop**. *Agronomy Journal*, Madison, v. 97, p. 960-967, 2005.

TISDALE, S.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. H. **Soil fertility and**
TSAI, S. M.; ROSSETTO, R. Transformações microbianas do fósforo. In: CARDOSO, E.J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 231-242.

WIKINSON, J.Q.; LANAHAN, M.B.; YEN, H-C; GIOVANNONI, J.J.; KLEE, H.J. An ethylene-inducible component of signal transduction encoded by *Never ripe*. **Science**, v.270, p.1807-1809, 1995.

WIKINSON, J.Q.; LANAHAN, M.B.; YEN, H.C; GIOVANNONI, J.J.; KLEE, H.J. An ethylene-inducible component of signal transduction encoded by *Never ripe*. **Science**, New York, v. 270, p. 1807-1809, 1995.

XU, Q.; XU, X; ZHAO, Y; JIAO, K; HERBERT, S.J.; HAO, L. Salicylic acid-altering *Arabidopsis* mutants response to NO₂ exposure. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 84, p.106 -111, 2009.

ZHANG, K.; LETHAM, D.S.; JOHN, P.C.L. Cytokinin controls the cell cycle at mitosis by stimulating the tyrosine dephosphorylation and activation of p34cdc2-like H1 histone kinase. **Planta**, Berlin, v. 200, p. 2-12, 1996.

ZOBEL, R.W. Some physiological characteristics of the ethylene-requiring tomato mutant *diageotropica*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 52, p. 385-389, 1973.