

**KASSIA CRISTINA CALDAS RABELO**

**FERTILIZANTES ORGANOMINERAL E MINERAL: ASPECTOS  
FITOTÉCNICOS NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientadora:

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Paula Fernandes  
Brasil**

Coorientador:

**Prof. Dr. Roriz Luciano Machado**

Goiânia, GO – Brasil  
2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Rabelo, Kassia Cristina de Caldas

Fertilizantes organomineral e mineral: [manuscrito] : aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial / Kassia Cristina de Caldas Rabelo. - 2015.

LXIX, 69 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil; co orientador Dr. Dr. Roriz Luciano Machado.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA) , Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.

Bibliografia.

Inclui siglas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Cama de frango. 2. Matéria orgânica. 3. Clorofila. 4. Fosfato. I. Brasil, Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes, orient. II. Machado, Dr. Roriz Luciano, co-orient. III. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem resarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

- **1. Identificação do material bibliográfico:  Dissertação  Tese**
- 2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor (a):	Kassia Cristina de Caldas Rabelo			
E-mail:	<a href="mailto:kassia.rabelo@ifgoiano.edu.br">kassia.rabelo@ifgoiano.edu.br</a>			
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Vínculo empregatício do autor		Servidor Público		
Agência de fomento:		Sigla:		
País:	UF:		CNPJ:	
Título:	Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial			
Palavras-chave:	Cama de frango, matéria orgânica, clorofila, fosfato			
Título em outra língua:	Organomineral fertilizer and mineral: aspects phytochemical culture of industrial tomato.			
Palavras-chave em outra língua:	Poultry litter, organic matter, chlorophyll, phosphate			
Área de concentração:	Solo e Água			
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	31/03/2015			
Programa de Pós-Graduação:	Agronomia			
Orientador (a):	Eliana Paula Fernandes Brasil			
E-mail:	<a href="mailto:elianafernandesufg@gmail.com">elianafernandesufg@gmail.com</a>			
Co-orientador (a):*	Roriz Luciano Machado			
E-mail:	<a href="mailto:roriz.machado@ifgoiano.edu.br">roriz.machado@ifgoiano.edu.br</a>			

\*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

### 3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>  total  parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: \_\_\_\_\_

Outras restrições: \_\_\_\_\_

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando padrão do Acrobat.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura do (a) autor (a)

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso.

KASSIA CRISTINA CALDAS RABELO

**FERTILIZANTES ORGANOMINERAL E MINERAL: ASPECTOS  
FITOTÉCNICOS NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 31/03/2015, pela Banca Examinadora  
constituída pelos membros:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil  
Orientadora – UFG – EA

---

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro  
UFG – Escola de Agronomia (EA)

---

Prof. Dr. Lino Carlos Borges

Emater – GO

Goiânia – Goiás  
Brasil

**Dedico este trabalho às pessoas da minha  
vida:**

**Meus pais, meu exemplo de vida!**

**Meu irmão, pelo incentivo!**

**Meu esposo, por estar ao meu lado em todos  
os momentos!**

**Meus pequenos presentes de Deus: Cauã**

**Lucas e Nina Beatriz!**

## AGRADECIMENTOS

Sempre e a todo momento a DEUS, por estar a meu lado sempre que precisei. E a Santo Antônio, pela sua poderosa intercessão.

A meu esposo Élvio, por seu companheirismo, amor, paciência, compreensão e grande apoio e auxílio na condução braçal do experimento e coleta de dados, e em especial por me fazer acreditar que posso ir mais além. Obrigada.

Aos meus pequenos Cauã Lucas e Nina Beatriz, por suportarem os momentos em que não estive ao lado deles e por me apresentar o amor mais puro que existe.

Aos meus pais Edmar e Ana Wanda, pelo seu amor incondicional e por mostrarem que preciso apresentar o melhor de mim. E ao meu irmão Juliano, por ter o dom de me acalmar quando necessário.

À minha orientadora Eliana Paula Fernandes Brasil, pela delicadeza com que me orientou nesse trabalho, pelos seus ensinamentos e sua amizade.

Ao meu coorientador Roriz Luciano Machado, pelas orientações, contribuições correções e disposição em me auxiliar sempre que necessário.

Ao professor Cleiton Mateus Sousa, por suas grandes contribuições na implantação e condução do experimento, na coleta de dados, na análise estatística e por responder todas as minhas dúvidas na execução deste trabalho. Obrigada por tornar este trabalho possível.

Ao professor Renato Rodovalho, por compartilhar seus conhecimentos sobre análise de regressão.

Ao Dr. Vinícius de Melo Benites, por nos ceder o fertilizante organomineral utilizado neste trabalho e nos presentear com seus ensinamentos no planejamento do experimento.

Ao Dr. José Carlos Polidoro, por sua atenção e auxílio na condução deste trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano Câmpus Ceres, pela oportunidade de realizar este trabalho em suas dependências, pelo material utilizado e pelo aporte financeiro concedido.

Aos estagiários, aos servidores efetivos e aos servidores terceirizados do IF Goiano, minha gratidão pelo auxílio prestado.

Aos meus amigos do Instituto: Denise, Ricardo, Josane, Rangel e Jaliston, por dividir comigo minhas angústias e alegrias. E a minha amiga Leniany por compartilhar dúvidas e torcidas.

E a minha companheira de viagens e de mestrado Ana Paula, por estar ao meu lado nas intermináveis viagens, nos trabalhos durante o mestrado, e nas palavras de incentivo que tornaram meu trabalho mais leve.

Ninguém avança sozinho...

Obrigada a todos!!!!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>1      INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2      REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1    MATÉRIA ORGÂNICA E O SOLO .....	15
2.2    COMPOSTAGEM .....	16
2.2.1 <b>Processo de compostagem .....</b>	<b>20</b>
2.2.2 <b>Substâncias húmicas .....</b>	<b>22</b>
2.2.3 <b>Metais tóxicos .....</b>	<b>23</b>
2.3    AVICULTURA DE CORTE E PROCESSO DE COMPOSTAGEM .....	24
2.4    ADUBAÇÃO ORGÂNICA .....	27
2.5    ADUBAÇÃO MINERAL .....	29
2.5.1 <b>Mercado de fertilizantes no Brasil .....</b>	<b>29</b>
2.5.2 <b>Adubação nitrogenada .....</b>	<b>30</b>
2.5.3 <b>Interações entre o teor de clorofila e concentração de Nitrogênio .....</b>	<b>31</b>
2.5.4 <b>Adubação fosfatada .....</b>	<b>31</b>
2.5.5 <b>Adubação potássica .....</b>	<b>33</b>
2.6    ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL .....	34
<b>3      MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>4      RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
4.1    MASSA SECA E MASSA FRESCA DE FRUTOS DO TOMATE .....	40
4.2    NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA, NÚMERO DE FRUTOS SADIOS E NÚMERO DE FRUTOS IMPERFEITOS .....	43
4.3    PRODUTIVIDADE MÉDIA .....	49
4.4    CLASSIFICAÇÃO DOS FRUTOS .....	51
4.5    TEOR DE CLOROFILA .....	53
<b>5      CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>6      REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Características do Nitossolo Vermelho da área experimental do Instituto Federal Goiano Câmpus Ceres. Ceres, GO, 2014 .....	37
<b>Tabela 2.</b>	Massa fresca e massa seca do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Ceres, GO, 2014 .....	40
<b>Tabela 3.</b>	Número de frutos por planta, número de frutos sadios e número de frutos imperfeitos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Ceres, GO, 2014 .....	44
<b>Tabela 4.</b>	Produtividade média de frutos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Ceres, GO, 2014 .....	49
<b>Tabela 5.</b>	Resumo da análise de variância do teor de clorofila SPAD em função de diferentes tratamentos de fertilizantes, de folha de coleta e da época no momento da coleta. Ceres, GO, 2014 .....	54
<b>Tabela 6.</b>	Valores médios verificados para o teor de clorofila em duas épocas consecutivas de coleta sob a aplicação de fertilizantes organominerais e fertilizantes minerais. Ceres, GO, 2014 .....	55
<b>Tabela 7.</b>	Valores médios verificados para o teor de clorofila (unidade SPAD) em três folíolos localizados em partes distintas do Tomate e em duas épocas de coleta. Ceres, GO, 2014 .....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Croqui da área experimental de tomate rasteiro. Ceres, GO, 2014 .....	39
<b>Figura 2.</b>	Massa fresca de frutos do tomate em adubação organomineral sob diferentes doses de fósforo. Ceres, GO, 2014 .....	42
<b>Figura 3.</b>	Massa fresca de frutos do tomate em adubação mineral sob diferentes doses de fósforo Ceres, GO, 2014 .....	43
<b>Figura 4.</b>	Número médio de frutos por planta de tomate sob doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante organomineral, Ceres, GO, 2014 .....	45
<b>Figura 5.</b>	Número médio de frutos por planta de tomate sob doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante mineral, Ceres, GO, 2014 .....	46
<b>Figura 6.</b>	Número médio de frutos sadios de tomate sob doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante mineral. Ceres, GO, 2014 .....	46
<b>Figura 7.</b>	Número médio de frutos imperfeitos de tomate sob doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante organomineral. Ceres, GO, 2014 .....	47
<b>Figura 8.</b>	Número médio de frutos imperfeitos de tomate sob doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante mineral. Ceres, GO, 2014 .....	48
<b>Figura 9.</b>	Produtividade média dos frutos de tomate em função de doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante organomineral. Ceres, GO, 2014 ...	50
<b>Figura 10.</b>	Produtividade média dos frutos de tomate em função de doses crescentes de $P_2O_5$ em fertilizante mineral. Ceres, GO, 2014 .....	50
<b>Figura 11.</b>	Classificação dos frutos de tomate em formato e coloração. Ceres, GO, 2014 .....	52
<b>Figura 12.</b>	Classificação dos frutos de tomate em formato e coloração. Ceres, GO, 2014 .....	52
<b>Figura 13.</b>	Determinação de frutos em classes de tamanho. Ceres, GO, 2014 .....	53

## RESUMO

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial.** 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>2</sup>

Nos últimos anos verificou-se o crescimento da diversificação de cultivos de hortaliças, com destaque para cultivo em ambientes protegidos e as adubações orgânicas. O tomate configura uma das hortaliças mais produzidas no mundo, e seu consumo justifica por ser um alimento funcional e de grande uso em produtos industrializados e semiprontos. A utilização dos resíduos de aves como fonte de matéria orgânica em fertilizantes, evita que este se torne um poluente se manejado inadequadamente. Ao se associarem a fórmulas inorgânicas constituem-se em fertilizantes organominerais, que aumentam a eficiência dos fertilizantes minerais, proporcionando redução de gastos com adubações e promovendo a melhoria na qualidade do solo. O uso da adubação organomineral é uma das estratégias que propiciam maior rendimento da cultura e melhor qualidade. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do fertilizante organomineral granulado enriquecido com fosfato monoamônio (MAP) na cultura do tomate industrial. Quando se utilizou o fertilizante organomineral comparado à adubação mineral, houve um aumento de massa fresca de frutos, número de frutos por planta e produtividade média. Ao se analisar o teor de clorofila a fase vegetativa demonstrou ser a mais indicada para avaliar suas alterações em folhas do tomate. Porém nas condições edafoclimáticas estudadas, o fertilizante organomineral apresentou desempenho agronômico semelhante ao fertilizante mineral. Em termos econômicos justifica-se o uso do fertilizante organomineral por este ter um custo menor que o fertilizante mineral.

*Palavras-chave:* cama de frango, matéria orgânica, clorofila, fosfato.

---

<sup>2</sup> Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG.

Coorientador: Prof. Dr. Roriz Luciano Machado. IF Goiano Câmpus Ceres.

## ABSTRACT

RABELO, K. C. C. **Organomineral fertilizer and mineral: aspects phytotechnical culture of industrial tomato.** 2015. 69 f. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>3</sup>

In recent years there was an increase in the diversification of vegetable crops, especially for cultivation in greenhouses and organic fertilizers. The tomato sets one of the most vegetables produced in the world, and its use is justified because it is a food that has great use in industrial and semi-processed products. The use of waste poultry as a source of organic matter into fertilizer, prevents it from becoming a pollutant if handled improperly. To join the inorganic formulas are in organomineral fertilizers, which increase the efficiency of mineral fertilizers, providing reduced spending on fertilizers and promoting the improvement in soil quality. The use of organomineral fertilizer is one of the strategies that provide greater crop yield and better quality. In this context, the aim of this work was to evaluate the efficiency of this granulated organomineral fertilizer enriched with monoammonium phosphate (MAP) in the processing tomato crop. When using the organomineral fertilizer compared to mineral fertilizer, there was a fresh mass increase of fruit, number of fruits per plant and yield. When analyzing the chlorophyll content the growing season proved to be the most appropriate to evaluate your changes in tomato leaves. But at conditions studied, the organomineral fertilizer presented agronomic performance similar to mineral fertilizer. In economic terms is justified the use of this fertilizer for having a lower cost than mineral fertilizers.

*Key words:* poultry litter, organic matter, chlorophyll, phosphate.

---

<sup>3</sup> Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA – UFG.  
Coadviser: Prof. Dr. Roriz Luciano Machado. IF Goiano Câmpus Ceres

## 1 INTRODUÇÃO

A olericultura diferencia-se de outros setores agrícolas por apresentar uma vasta gama de espécies cultivadas. São produtos de alto valor nutritivo e constituem um grupo consumido por boa parte da população. De acordo com a última pesquisa de orçamentos familiares publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), os brasileiros consomem 27 quilos de hortaliças por ano, sendo a batata, o tomate e a cebola as principais hortaliças na preferência do consumidor. O tomate é hoje a hortaliça mais difundida no mundo, sendo cultivada nos cinco continentes, atendendo aos mais diversos mercados e classes sociais.

As características que fazem o tomate ser uma das hortaliças mais produzidas no mundo são: a versatilidade culinária, o valor nutricional e a grande variabilidade genética. Este crescente consumo de tomate deve-se a sua utilização como alimento funcional, por apresentar altos teores de vitaminas A, C e licopeno. Este alto consumo também está relacionado à consolidação das redes de *fast food*, que a utilizam nas formas processadas e fresca, e ao aumento de demanda por alimentos industrializados ou semiprontos, como o caso de molhos pré preparados ou prontos para o consumo, como os *catchups*, extrato de tomate, tomate em cubos e outros (Carvalho & Pagliuca, 2007).

A produção brasileira de tomate para industrialização, ou tomate rasteiro, começou no estado de Pernambuco, no final do século XVIII. Porém, a cultura experimentou um grande impulso apenas a partir da década de 1950, no estado de São Paulo, viabilizando a implantação de diversas agroindústrias (Embrapa, 2013). O cultivo nos últimos cinquenta anos passou por diversas mudanças, principalmente, no que diz respeito às características dos genótipos plantados decorrentes do intenso melhoramento genético (Stevens & Rick, 1986).

Em 2014 o Brasil produziu 4,3 milhões de toneladas, em aproximadamente 66 mil hectares. Os estados com maior participação na safra nacional foram Goiás, São Paulo e Minas Gerais com 1025,5; 849 e 674,9 mil toneladas respectivamente (IBGE, 2015). Ressalta-se que Goiás é líder na produção brasileira de tomate rasteiro industrial, enquanto

que São Paulo lidera na produção de tomate de mesa.

A produção brasileira de tomate é processada por 23 indústrias, e 13 estão sediadas em Goiás, o qual concentra a maior fatia da produção nacional com 55% do total brasileiro (Castro, 2013). O clima seco nos meses de março a setembro favorece seu cultivo; os solos profundos, bem drenados e com topografia plana que facilitam a mecanização e permite o uso de grandes sistemas de irrigação na região.

No entanto, para obterem-se altas produções, várias medidas devem ser realizadas. Isso inclui a execução de boas práticas agrícolas, utilização de diferentes formas de manejo fitossanitário, e principalmente, realizar as adubações seguindo a recomendação de análise de solo e análise foliar, de modo que as plantas se desenvolvam em um ambiente equilibrado quanto à disponibilidade de nutrientes (Abboud et al., 2013). Uma alternativa para que a adubação seja realizada de maneira eficaz, sem comprometer o desenvolvimento da planta e o meio ambiente é a utilização de adubação orgânica, dentre eles, o uso de fertilizantes organominerais. Tais fertilizantes se constituem da mistura de fertilizantes orgânicos de origem animal ou vegetal, e fertilizantes minerais que sofrem processamento industrial.

O demasiado crescimento demográfico e o desenvolvimento tecnológico têm estimulado a geração de resíduos, em grandes quantidades e de forma vertiginosa, provenientes de atividades realizadas pelo homem. Esses resíduos possuem origens diversas e quando não são dispostos adequadamente, podem causar diversas alterações no ambiente. Os resíduos sólidos compõem a parcela mais significativa em relação aos outros resíduos gerados e quando são mal manejados, transformam-se em um problema sanitário, ambiental e social.

No atual cenário comercial além da produtividade, rentabilidade e competitividade mercadológica, os sistemas de produção devem primar pela proteção ambiental não somente pelas exigências legais, mas também por proporcionar maior qualidade de vida à população rural e urbana, pois os consumidores já distinguem em seu universo, os produtos designados como “ecologicamente corretos” (Augusto, 2005).

O avanço da avicultura brasileira gera um volume de resíduos orgânicos considerável. Esses resíduos podem ser utilizados de maneira sustentável. E se forem associados a fontes minerais, constituem-se em uma tecnologia que aumenta a eficiência dos fertilizantes minerais, proporcionando redução de gastos com adubações e promovendo a melhoria na qualidade do solo.

O reaproveitamento destes resíduos proporciona benefícios ao solo, pois são fontes de nutrientes e matéria orgânica. A matéria orgânica tem um papel importante na fertilização do solo. Esse papel é complexo e realizado por mecanismos diversos, agindo de um lado nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, e de outro, na fisiologia vegetal (Kiehl, 1999).

Adubos orgânicos apresentam baixa concentração de N, P e K. Quando complementados com adubação mineral, formam os organominerais. A matéria orgânica funciona como condicionadora dos fertilizantes minerais por possuir propriedades como alta capacidade de troca catiônica, elevada retenção de água, alta superfície específica e presença de quelados (Kiehl, 1999).

O segmento de fertilizantes organominerais se expandiu nos últimos quatro anos em um forte ritmo decorrente das demandas por adubos e por aproveitamento de resíduos na agricultura. Em 2013 foram comercializados 3,5 milhões de toneladas de organominerais (Santos, 2014). Paralelamente, há a geração de conhecimentos e rotas tecnológicas para a incorporação de resíduos orgânicos e minerais, agentes biológicos e novos materiais para a produção de adubos. Diante deste contexto, o Ministério da Agricultura preparou o Plano Nacional de Fertilizantes em que são propostas medidas de incentivo às pequenas e médias indústrias regionais para a produção de fertilizantes organominerais (Benites et al., 2010).

Pesquisas que revelam a eficiência da utilização de fertilizantes organominerais são necessárias para elucidar as melhorias na preservação ambiental, na melhoria da qualidade do solo e nos retornos econômicos que são proporcionados da sua utilização. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar o desempenho e a produção da cultura do tomate industrial em função da adubação organomineral e mineral, e avaliar a eficácia dessa fonte comparado à adubação mineral na cultura do tomate industrial.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MATÉRIA ORGÂNICA E O SOLO

A matéria orgânica desempenha um importante papel com relação ao equilíbrio da atividade microbiana nos solos, que por sua vez são responsáveis por regular a decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos. É também responsável por grande parte da capacidade de troca iônica dos solos, apresentando assim influência sobre as propriedades biológicas, físicas e químicas do solo.

A produtividade do solo é um atributo que depende de fatores climáticos, propriedades físicas e propriedades químicas do solo. Estes três fatores apresentam quanto a sua importância, diferentes grandezas, sendo os fatores climáticos os mais importantes, por serem de difícil controle, e normalmente são denominados de fatores primários. As condições físicas são referidas como fatores secundários por apresentarem grau médio em relação ao seu controle. As condições químicas são fatores terciários, assim classificados pelo fato de serem, relativamente, os de mais fácil controle (Kiehl, 1985).

A fertilidade do solo pode ser elevada através do emprego de fertilizantes minerais, corretivos e fertilizantes orgânicos. Porém os fertilizantes minerais e corretivos são incapazes de melhorar as propriedades físicas do solo, fato que ocorre através da aplicação da matéria orgânica.

De acordo com Marín et al. (2005), as propriedades físicas do solo, que sofrem melhorias através da aplicação de matéria orgânica são: a densidade do solo pois a matéria orgânica a reduz proporcionando maior facilidade de emergência de sementes e penetração das raízes das plantas; na estruturação a matéria orgânica melhora a agregação das partículas primárias (areia, silte e argila) permitindo a formação de agregados estáveis; também atua na aeração e drenagem interna do solo ajudando a manter as proporções ideais entre as fases sólidas, líquidas e gasosas do solo; na retenção de água a matéria orgânica aumenta de forma direta e indireta a capacidade do solo de reter água através das melhorias que ela causa na granulometria e estruturação do solo e por proteger a superfície

contra a formação de crostas impermeáveis; e ainda altera a consistência do solo, reduzindo a tenacidade, a plasticidade, a aderência e melhorando a friabilidade.

Em relação às propriedades químicas do solo, a matéria orgânica exerce três funções distintas: fornecedor de nutrientes, corretivo de toxidez e pH e condicionador do solo (Kiehl, 2002). E ainda, segundo Marín et al. (2005), a matéria orgânica assegura melhorias nas propriedades físico químicas do solo, como por exemplo, na adsorção de nutrientes, capacidade de trocas catiônicas, superfície específica; e desenvolve ininterrupto dinamismo nos solos, devido à presença de diversos organismos benéficos, atuando de forma benéfica nas propriedades biológicas do solo.

Os adubos orgânicos apresentam baixas concentrações de N, P e K e podem ser complementados com a adição de fórmulas minerais, fazendo que as plantas aproveitem melhor os nutrientes através do sincronismo de liberação ao longo de seu crescimento (Bissani et al., 2008). Considerando que o fertilizante mineral contendo N, P e K só é assimilado pelas raízes quando em solução, verifica-se a importância da elevada capacidade de retenção de água da fração orgânica, que dissolve os sais do adubo mineral, favorecendo sua assimilação pelas plantas (Kiehl, 1999).

## 2.2 COMPOSTAGEM

Kiehl (1985) define compostagem como um processo biológico de transformação da matéria orgânica crua em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características distintas do material que lhe deu origem. Para Pereira Neto (1989), a compostagem é um processo aeróbico controlado, concebido por uma colônia mista de micro-organismos em fases distintas: a primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas predominantemente termofílicas, e a segunda, chamada fase de maturação, onde verifica-se o processo de humificação do material. Em ambas as definições constata-se que o processo de compostagem distingue-se da decomposição natural que ocorre na natureza por ser um processo controlado, ou seja, com interferência humana.

O processo de compostagem apresenta as seguintes vantagens: redução de cerca de 50% de lixo destinado ao aterro, redução de impactos ambientais associados à degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados, economia de aterros, aproveitamento agrícola da matéria orgânica, melhoria das propriedades físicas do solo,

reciclagem de nutrientes para o solo, economia na aquisição de fertilizantes minerais, processo ambientalmente seguro, eliminação de patógenos, economia no tratamento de efluentes e economia na coleta e transporte de resíduos sólidos (Instituto de Pesquisa Tecnológica, 2000).

Os fatores que mais interferem nesse processo são: natureza do substrato, umidade, temperatura, aeração, relação carbono/nitrogênio e nutrientes. Quanto a natureza do substrato sabe-se que os micro-organismos necessitam da presença de macro e micronutrientes para o desenvolvimento de suas atividades metabólicas. O carbono e o nitrogênio são os dois nutrientes mais utilizados pelos micro-organismos, suas concentrações e disponibilidades biológicas afetam o desenvolvimento do processo (Pereira Neto, 1996). O carbono é fonte básica de energia para as atividades vitais dos micro-organismos, mas em excesso acarreta ao aumento no período de compostagem. A ausência de nitrogênio inibe a reprodução celular dos micro-organismos, enquanto que seu excesso leva a volatilização em forma de amônia (Silva, 2009).

A temperatura atua de maneira significativa no processo de compostagem. O processo consiste de duas fases: a primeira, fase termofílica, é aquela que ocorre a máxima atividade microbiológica de degradação fazendo a temperatura permanecer elevada entre 45°C e 65°C (Vitorino & Pereira Neto, 1992). A alta temperatura causa a morte de patógenos e levam à destruição de sementes de ervas daninhas, larvas de insetos e vermes.

Temperaturas acima de 70°C são desaconselháveis, pois podem restringir o número de micro-organismos na massa de compostagem, acarretando a insolubilização de proteínas hidrossolúveis e o desprendimento de amônia, principalmente quando o material possui baixa relação C/N. Em seguida, desenvolve-se a fase de redução da temperatura, chegando a temperaturas próximas a do meio ambiente, promovendo a bioestabilização da matéria orgânica e humificação, gerando o composto final (Kiehl, 1985).

A aeração com oxigênio é necessária para os micro-organismos obterem energia resultante da oxidação do carbono orgânico, o qual, posteriormente, liberta-se como carbono inorgânico, na forma de dióxido de carbono. A falta de oxigênio causa um ambiente redutor resultando em compostos incompletamente oxidados (Haug, 1993). A aeração é o principal mecanismo de controle da temperatura, atividade metabólica dos micro-organismos, redução da liberação de odores desagradáveis e redução do excesso do material em decomposição (Kiehl, 2002).

A compostagem pode ser aeróbia ou anaeróbia. A compostagem aeróbia

corresponde à decomposição da massa orgânica na presença de oxigênio, e os principais produtos do metabolismo biológico são CO<sub>2</sub>, água e energia. Já na compostagem anaeróbia, a decomposição da massa orgânica ocorre na ausência de oxigênio, produzindo CH<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, e produtos intermediários como ácidos orgânicos de baixo peso molecular (Pereira Neto, 1996; Kiehl, 2002). Contudo, quando se busca a compostagem como tratamento de resíduos orgânicos, o ideal é que se forneça um ambiente aeróbio, para que os micro-organismos se desenvolvam, diminuindo a emissão de odores e gases responsáveis pelo efeito estufa como metano e o óxido nitroso. Ressalta-se que a presença de oxigênio na massa faz com que ocorra uma decomposição mais ágil da matéria orgânica.

Se a atividade anaeróbia não for excessiva, a pilha de compostagem funcionará como um filtro que impedirá a libertação dos gases com maus odores que posteriormente serão degradados em seu interior. Por outro lado, se a atividade anaeróbia for intensa resultarão odores desagradáveis que não devem ocorrer se o processo de compostagem for bem conduzido. Se o composto começar a exalar odor desagradável é provável que a pilha esteja muito úmida e que necessite de arejamento ou de um material poroso, a exemplo da casca de arroz, para reduzir o teor de umidade (Silva, 2000). Para Pereira Neto (1996), o arejamento controla diversos parâmetros da compostagem, haja vista que proporciona, além do suprimento de oxigênio aos micro-organismos, o controle da temperatura e umidade e por fim a remoção de odores.

Os revolvimentos deveriam ser realizados de acordo com o teor de oxigênio no interior da leira (Kiehl, 1985). Porém, devido à dificuldade de se determinar a concentração de oxigênio no interior da leira, o momento adequado para se fazer o revolvimento é decidido em função de outros fatores, como temperatura, umidade e intervalo de dias.

A umidade é outro fator crítico no processo de compostagem, em razão do processo ser conduzido por micro-organismos, que necessitam de água em suas atividades e estrutura, e todo o nutriente necessário ao metabolismo celular precisa ser dissolvido em água antes da sua assimilação. A decomposição microbiana ocorre mais rapidamente na fina película líquida presente na superfície das partículas orgânicas. A umidade ideal deve estar entre 50% e 55% (Kiehl, 2002).

Elevados teores de umidade, acima de 65% fazem com que a água se adere à superfície da matéria orgânica decomposta ou preenchem inicialmente os poros menores,

gerando áreas cheias de água entre as partículas, diminuindo a difusão de oxigênio, resultando em grumos anaeróbicos (Ecochem, 2004). Se o teor de umidade for inferior a 40%, a atividade biológica é inibida, bem como a velocidade de biodegradação (Fernandes & Silva, 1999).

Segundo Kiehl (1999) o excesso de umidade em uma leira de compostagem pode ser facilmente percebido pela exalação de odores característicos de condições anaeróbicas, como por exemplo, a formação de gás sulfídrico ( $H_2S$ ). A carência de critério neste controle poderá ocasionar: geração de chorume; emanação de odores fétidos; atração de vetores (moscas, mosquitos, baratas, ratos e outros); e o desenvolvimento de reações anaeróbicas, induzindo inclusive à paralisação metabólica do processo, e consequentemente, a produção de composto orgânico de má qualidade (Lelis, 1999).

Material com excesso de umidade deve ser revolvido periodicamente como o objetivo de reduzir essa umidade. Esse revolvimento faz com que camadas externas passem a ocupar a parte interna, em processos manuais. Já no revolvimento com máquinas ocorre a mistura das camadas havendo melhor homogeneização. Pode também ser realizado o fornecimento de oxigênio à matéria em decomposição por insuflação de ar.

O pH é um parâmetro importante, porque condiciona o desenvolvimento dos microrganismos. Entretanto esse fator não é limitante para o sucesso do processo, considerando que muitos aspectos biotecnológicos dos microrganismos podem se desenvolver em diferentes faixas de pH (Herbets et al., 2005).

Silva et al. (2003) preconizam que o pH inicial deve se encontrar entre 5,5 e 8,5. O pH dos resíduos orgânicos no início do processo geralmente permanece na faixa de 5,0 a 6,0, podendo nos primeiros dias do processo ocorrer ligeira queda, em virtude da produção de ácidos orgânicos. Entretanto, em poucos dias, por causa da decomposição de proteínas solúveis, o pH passa a permanecer na faixa neutra à levemente básica (7,0 a 8,5) (Azevedo, 1997; Baeta-Hall et al., 2003).

Durante o processo de compostagem nota-se a criação de ácidos húmicos que reagem com elementos químicos básicos, formando humatos alcalinos. Como consequência, o pH do composto se eleva à medida que o processo se desenvolve, passando pelo pH 7,0 e alcançando pH superior a 8,0, enquanto contiver nitrogênio amoniacal (Maragno et al., 2007).

Contudo deve-se verificar o pH inicial da pilha antes do início do processo de compostagem, pois valores elevados (acima de 8,0) podem causar perda de nitrogênio pela

formação de amônia. O desenvolvimento do processo anaerobicamente pode ser detectado pela leitura do pH, que normalmente deverá estar na faixa de 4,0 e 5,0 (Azevedo, 1997).

Quanto a relação C/N o nitrogênio é o principal elemento que define a matéria-prima, e sua presença em certo grau, é uma garantia de que outros nutrientes importantes como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes, também estão presentes em grau proporcional. A relação C/N do composto deve ser de aproximadamente 30:1. Essa relação é indicada devido aos micro-organismos responsáveis pela compostagem absorverem os elementos de carbono e nitrogênio em uma proporção de trinta partes de carbono para uma de nitrogênio. Durante a decomposição os micro-organismos absorvem C e N da matéria orgânica na relação de 30:1, sendo que trinta partes de C são assimiladas, vinte são eliminadas na atmosfera na forma de gás carbônico e dez são imobilizadas e incorporadas ao protoplasma celular (Kiehl, 2002).

Materiais ricos em nitrogênio terão relação C/N baixa e vice versa. Se a relação for maior que 30:1, haverá a redução do crescimento de micro-organismos por falta de nitrogênio, ocasionando lentidão na decomposição; entretanto, se for menor, o excesso de nitrogênio acelera a decomposição, mas faz com que haja o aparecimento de áreas anaeróbicas que acarreta mau cheiro ao composto (Souza & Rezende, 2006).

Apesar dos valores sugeridos pelos pesquisadores para a relação C/N ótima na compostagem, constata-se que não poderá ser um valor absoluto, mas sim, que deve variar de acordo com as características do material a ser compostado. Silva (2005) afirma que além da natureza do material, a condução da compostagem também afeta de maneira significativa a concentração de C total durante o processo.

Durante o processo, observa-se uma redução na relação C/N devido à oxidação da matéria orgânica pelos micro-organismos e consequente liberação de CO<sub>2</sub>. Mas em alguns casos, a variação na relação C/N pode não acontecer ou não ser expressiva. Estudos realizados por Chanyasak & Cubota (1981) mostraram relações C/N constantes para diferentes processos de compostagem com diferentes resíduos. A não variação nos valores pode ser explicada por influência de compostos de difícil degradação como a celulose e a lignina (Rodrigues et al., 2006).

### **2.2.1 Processo de Compostagem**

A compostagem é um processo biológico no qual os dejetos orgânicos são

decompostos sob condições controladas com a finalidade de obter um material estável, rico em substâncias húmicas e nutrientes, que são transformados em um produto que pode ser usado como condicionador de solo e fertilizante orgânico (Haga, 1999). Ressalta-se que o benefício da matéria orgânica no solo não é somente de oferecer nutrientes para as plantas, mas também de modificador, com o objetivo de melhorar suas propriedades físicas e biológicas.

No início do processo de compostagem, o material a ser utilizado encontra-se à temperatura ambiente e em meio ligeiramente ácido, com predomínio de micro-organismos mesofílicos, capazes de sobreviver em temperaturas entre 25°C a 45°C. São esses micro-organismos que atacam as substâncias mais degradáveis, obtendo ácidos orgânicos simples, resultando na diminuição do pH (Siqueira, 2006). As reações são exotérmicas, fazendo com que a temperatura alcance valores acima de 40°C. Nessa fase, há o predomínio de micro-organismos termofílicos, que provocam o aumento do pH, gerando condições alcalinas. Assim que a temperatura atinge os 55°C os micro-organismos responsáveis pela decomposição de hemicelulose, ceras e proteínas, começam a atuar. Quando as temperaturas se elevam acima de 65°C sementes de plantas infestantes, esporos, ovos e micro-organismos patogênicos presentes na massa são destruídos (Silva, 2000).

A última etapa é da maturação; nessa fase esgotam-se as substâncias de decomposição rápida, e a intensidade das reações químicas diminui, assim como a temperatura da massa. A decomposição prossegue lentamente e a temperatura reduz até atingir a temperatura ambiente, e o pH também vai se aproximando do neutro (Kiehl, 2002).

O processo de compostagem promove redução de volume e peso dos dejetos, amortecendo sua carga de patógenos, sementes de plantas daninhas e diminui a multiplicação de odores. Por outro lado, tem como efeito negativo a perda de nitrogênio através da volatização da amônia, decrescendo o valor fertilizante dos dejetos, para utilização na agricultura.

Kelleher et al. (2002), em estudos sobre compostagem, digestão anaeróbica e combustão direta em cama de frango, afirmaram que os tais processos aumentam a utilidade do resíduo como fonte de energia e nutrientes para uso em agricultura, mas que podem, por conseguinte, causar problemas como geração de gás amônia, alterações nos níveis de pH, temperatura e umidade da cultura que recebe a cama de frango.

O material decorrente da compostagem é inodoro, possuindo uma textura fina,

com baixa umidade, de coloração escura, rico em matéria orgânica, isento de micro-organismos patogênicos e o teor de nutrientes presentes no composto é determinado pelas matérias primas utilizadas no processo. Tem capacidade de liberação lenta de macro e micro nutrientes, excelente estruturador do solo, favorecendo o rápido enraizamento das plantas e aumenta a capacidade de infiltração de água reduzindo a erosão (Kiehl, 1985).

Caso o processo de compostagem não seja operado de maneira correta, alguns problemas podem surgir. Visto que, a qualidade do composto orgânico depende de uma série de fatores, tais como tamanho de partículas, umidade, teor de matéria orgânica, teor de carbono, concentração de NPK, metais pesados, salinidade, porosidade, micro-organismos patogênicos e grau de estabilidade do composto, capacidade de troca catiônica, capacidade de retenção de água, condutividade elétrica e substâncias húmicas (Lasaridi et al., 2006).

### **2.2.2 Substâncias Húmicas**

O Húmus se divide em dois tipos de substâncias, as húmicas e não húmicas. As substâncias não húmicas são aquelas com características físicas e químicas ainda reconhecíveis, tais como: carboidratos, proteínas aminoácidos, óleos, ceras, que são prontamente atacadas pelos micro-organismos. Já as substâncias húmicas representam o mais recalcitrante e estável reservatório de carbono orgânico do solo (Piccolo et al., 2004). Suas frações apresentam características químicas, físicas e morfológicas distintas entre si, sendo a sua distribuição no solo considerada como um indicador da qualidade da matéria orgânica (Canellas et al., 2003).

As substâncias húmicas são formadas por compostos químicos e podem ser divididas da seguinte maneira, de acordo com a Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas: humina trata-se da fração insolúvel em meio alcalino ou em meio ácido diluído e possui reduzida capacidade de reação; ácido fúlvico – fração colorida que se mantém solúvel em meio alcalino ou meio ácido diluído; ácidos húmicos – fração escura solúvel em meio alcalino, precipitando-se em forma de produto escuro e amorfo em meio ácido (Oliveira, 2011).

A separação das substâncias húmicas em ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e huminas resulta do procedimento de extração do solo, definindo-as operacionalmente em relação às suas solubilidades em meio aquoso em função do pH e da

solução extratora (Tombacz & Meleg, 1990).

Os ácidos húmicos são formados por compostos aromáticos e alifáticos com elevado peso molecular. Associa-se com elementos metálicos formando humatos, que podem precipitar (humatos de cálcio, magnésio) ou permanecer em dispersão coloidal (humatos de sódio, potássio, amônio e outros). Esta substância possui importantes funções podendo ser utilizada como adsorvente de poluentes orgânicos e inorgânicos tornando-os biodisponíveis (Ramos-Tejada et al., 2003; Illés & Tombacz, 2004). É condicionador de solo e estimulante vegetal (Pimenta et al., 2009) ou ainda como fertilizante para culturas vegetais.

Na fase de maturação do processo de compostagem, quando a matéria orgânica é complexada, ocorre a síntese das substâncias húmicas, sendo o estágio final da evolução dos compostos de carbono. A maturação incompleta do material orgânico pode resultar em quantidades desproporcionais das frações de baixo peso molecular, a fração de ácidos fúlvicos. No início do processo de maturação, a fração de ácidos fúlvicos é elevada, por ser a primeira a ser sintetizada. Aproximadamente 50% da matéria orgânica se mineraliza completamente, devido à degradação de compostos facilmente degradáveis, como proteínas, celulose e hemicelulose, que são utilizados pelos micro-organismos como fonte de C e N. A matéria orgânica residual contém macromoléculas recentemente formadas e a matéria orgânica não degradada, que formam as substâncias húmicas correspondem à fração mais estável do composto maturado (Oliveira et al., 2008).

A quantificação das frações é um indicador do grau de maturação do composto e por isso da sua qualidade. As substâncias húmicas expressam sobre os processos que regulam ou determinam os privilégios que o fertilizante promoverá no solo e nas plantas (Dias, 2007). Fertilizantes orgânicos mal curados interferem no crescimento das plantas, devido à grande atividade microbiana que o mesmo promoverá no solo, podendo induzir a inúmeras deficiências minerais, já que estes serão processados pelos micro-organismos, fenômeno conhecido por imobilização.

### 2.2.3 Metais Tóxicos

Uma das maiores apreensões acerca da qualidade de compostos orgânicos é a presença de metais pesados e compostos tóxicos presentes nos resíduos sólidos. Mas a grande maioria dos casos em que ocorreram problemas advindos da utilização de

compostos orgânicos a causa está relacionada à estabilidade da matéria orgânica, ou seja, à imaturidade do composto utilizado (Environmental Protection Agency, 1994).

Pela Legislação Brasileira o fertilizante orgânico é definido como um produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais, de acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 23 de 31 de agosto de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005).

O Anexo I da referida IN classifica os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais em: Classe A – fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria prima de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo, o sódio ( $Na^+$ ), metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos; Classe B – fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria prima oriunda de processamento de atividade industrial ou da agroindústria, onde o sódio ( $Na^+$ ), metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo; Classe C – fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura; Classe D – fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

## 2.3 AVICULTURA DE CORTE E PROCESSO DE COMPOSTAGEM

O setor agropecuário é muito importante para o desenvolvimento econômico e social do país, mas, é também uma fonte intensa de geração de resíduos sólidos e líquidos. Nas últimas três décadas a avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento. Seu bem principal, o frango conquistou os mais exigentes mercados. A produção de carne de frango chegou a 12,7 milhões de toneladas em 2014. O Brasil mantém a posição de maior exportador mundial e terceiro maior produtor de carne de frango, atrás de China e Estados Unidos (Food and Agriculture Organization, 2013). Do volume total produzido pelo país, 69% são destinados ao consumo interno e 31% às exportações. O consumo per capita de carne de frango atingiu 45 kg por pessoa. Goiás é

responsável por 6,16% dos abates realizados no país, sendo que o Paraná é o maior estado produtor, responsável por 26,3% dos abates realizados (IBGE, 2013).

Muitos desses índices econômicos advêm da qualidade do produto quando destinados à exportação. Para atender as exigências dos importadores, diversas recomendações, guias de boas práticas de fabricação, certificações foram desenvolvidos a fim de regulamentar e padronizar desde os manejos realizados até o beneficiamento do produto final a ser importado. E dentre estes fatores a serem avaliados estão os resíduos gerados pelos ciclos de produção, durante e após o período de alojamento das aves. Afinal as questões ambientais provocam cada vez mais interesse e preocupação a todos que se envolvem com atividades agrícolas, uma vez que estes resíduos têm potencial para semear malefícios ambientais se não forem devidamente tratados (Santos, 2000).

No atual cenário comercial além da produtividade, rentabilidade e competitividade mercadológica, os sistemas de produção devem primar pela proteção ambiental, não somente pelas exigências legais, mas também por prover maior qualidade de vida à população rural e urbana, pois os consumidores já distinguem em seu universo, os produtos designados como “ecologicamente corretos” (Augusto, 2005).

O uso dos resíduos animais como fertilizantes orgânicos tem sua importância, em termos agronômicos, econômicos, ambientais e sociais; mas é preciso respeitar os critérios técnicos para sua aplicação. Ressalta-se a mitigação da utilização dos fertilizantes minerais, diminuindo assim, sua importação.

O principal resíduo obtido após o período de alojamento é a cama de frango, um substrato colocado no piso dos galpões avícolas, com o objetivo de proporcionar maior conforto às aves através do isolamento do piso, absorção da umidade da excretas, tornando-se uma fonte rica em nitrogênio não proteico (Sorbara et al., 2000). Diversos autores já realizaram análises de produção de cama de frango por ave, encontrando resultados distintos por vários fatores. Ortolani & Brito (2001) chegaram a um valor de 2,6 kg ave<sup>-1</sup> e Bellaver & Palhares (2003) concluíram em 1,3 kg ave<sup>-1</sup>. O número de cabeças de frango abatidas em 2013 girou em torno de 5,5 bilhões (IBGE, 2014). Considerando a maior quantidade de cama de frango produzida por ave, há uma produção de 14,30 milhões de toneladas de cama de frango ano<sup>-1</sup>.

Em consequência da abundante quantidade de material produzido, opções para o descarte deste material são pesquisadas. Este resíduo era utilizado na adubação de pastagens e na alimentação animal até o ano de 2001. A partir dessa época o Ministério da

Agricultura Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 15 proibiram sua utilização para fins de alimentação animal. Esta proibição ocorreu devido à contaminação dos animais que consumiam a cama de frango, pela “Doença da Vaca Louca” (Encefalopatia Espóngiforme Bovina). Outra alternativa de descarte para este material é a queima e geração de energia em indústrias ou no local de produção do resíduo. Mas essa alternativa produz gases poluentes como o gás carbônico, causadores de problemas ambientais como o efeito estufa.

A cama de frango possui grande potencial para a adubação de plantações desde que precedidos de ações que assegurem a proteção ambiental (Kozen, 2003). E a compostagem é uma das formas de endossar a proteção ambiental contra patógenos e melhorar a qualidade dos nutrientes disponíveis para o solo.

Considera-se como cama de frango o material de origem vegetal, com espessura variável entre 0,05 m a 0,10 m de altura com 0,6 m a 1,2 m à espessura de partícula, a qual receberá restos de ração, excrementos, penas e descamações da pele (Rosa, 2008). Tem a finalidade de proporcionar conforto às aves, pois há o controle do nível de umidade, da produção de pó e amônia, da exposição a agentes transmissores de doenças e à prevenção da proliferação de insetos (Ângelo et al., 1997). Além disso, a cama de frango permite que a qualidade de sua carcaça seja mantida, reduzindo a incidência de lesões em regiões como o peito e coxim plantar (Oliveira et al., 2002).

Os dejetos de frango são mais ricos em nutrientes que os de outros animais domésticos, pois provém de aves alimentadas com rações concentradas. E somando os teores de nutrientes e comparando-os com o total encontrado nos dejetos de mamíferos, verifica-se que o de frango é duas a três vezes mais concentrado em nutrientes (Kiehl, 1985).

A composição da cama e dejetos é basicamente de água e carbono, com menores quantidades de nitrogênio e fósforo e leves traços de cloro, cálcio, magnésio, sódio, manganês, ferro, cobre, zinco e arsênico (Kelleher et al., 2002).

A cama de frango pode ser constituída por várias fontes, sendo importante que o material apresente algumas características tais como: baixo custo e alta disponibilidade, ter capacidade de amortecimento, baixa condutividade térmica, liberar facilmente para o ar a umidade absorvida e ser de tamanho médio de preferência picado ou triturado (Ávila et al., 1992). A casca de arroz atende esses requisitos, mas apresenta restrições quanto ao seu uso em relação à baixa capacidade de absorção e por ser composta de partículas muito

pequenas, que podem ser ingeridas com risco de intoxicação.

## 2.4 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

As plantas necessitam de aproximadamente dezesseis elementos químicos para sua nutrição, que são obtidos do solo, do ar, da água e/ou de adubos orgânicos e minerais. Os adubos orgânicos aplicados ao solo sofrem transformações que induzem à formação de uma mistura complexa de compostos em diferentes estágios de decomposição, a qual é conhecida como matéria orgânica do solo (Camargo, 1999).

A matéria orgânica adicionada ao solo, na forma de adubos orgânicos depende do seu grau de decomposição para se observar os efeitos imediatos ou residuais. Uma vantagem dos adubos orgânicos em relação aos adubos minerais é que o primeiro promove a liberação de nutrientes às plantas ao longo de seu ciclo, tornando insumos de baixo custo, proporcionando economia na utilização de fertilizantes minerais.

Os adubos orgânicos são compostos por mais de quinze micronutrientes, mas a agricultura moderna preocupa-se com cinco ou seis desses elementos. Isso comprova que a adubação orgânica é uma importante estratégia de manejo à conservação da qualidade do solo e do ambiente. Com o incremento de carbono orgânico e nitrogênio total as condições de desenvolvimento das plantas são melhoradas, apresentando uma nutrição mais equilibrada em detrimentos daquelas adubadas unicamente com fertilizantes minerais (Oliveira & Dantas, 1995).

Contudo, um fator a ser considerado na utilização de resíduos orgânicos na agricultura, consiste no processo de mineralização, que depende da temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, e da composição química do material orgânico utilizado. Para que os nutrientes presentes nos resíduos orgânicos possam ser aproveitados pelas plantas, é necessário que eles sejam mineralizados no solo, com exceção do potássio, que não faz parte da estrutura de compostos orgânicos e encontra-se prontamente disponível (Giacomini et al., 2003).

Ressalta-se, portanto, a importância do manejo eficiente dos resíduos orgânicos e o entendimento da dinâmica de mineralização dos nutrientes. De acordo com a decomposição química e a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos pode-se avaliar a predominância no solo, da imobilização ou mineralização. Em curto prazo se a imobilização predominar sobre a mineralização, há um risco de haver deficiência de

nutrientes, principalmente de nitrogênio, para a cultura aplicada em sequência à aplicação do resíduo (Silva, 2008).

Os efeitos da matéria orgânica do solo são dependentes da quantidade de adubo a ser aplicado em determinada área, da sua composição, do seu próprio teor, da classe textural do solo, do nível de fertilidade do solo, das exigências nutricionais da cultura, das condições edafoclimáticas e pela presença de metais pesados (Durigon et al., 2002). Possui potencial para ser utilizada como atributo chave da qualidade do solo, afinal, influencia a infiltração, a retenção de água e a susceptibilidade à erosão. Atua ainda sobre a ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e a estruturação do solo. Portanto, a dinâmica da matéria orgânica no solo tem importância no entendimento das alterações provocadas pelo manejo que se aplica ao solo e na sustentabilidade produtiva e econômica de um sistema de produção (Nicoloso, 2005).

Apesar das vantagens proporcionadas pelo uso de resíduos orgânicos, alguns desafios precisam ser superados, como a oscilação de nutrientes diante das necessidades das culturas, a concentração de nutrientes relativamente baixa em comparação aos fertilizantes minerais, o abundante volume de resíduos que encarece e dificulta o transporte e a distribuição de forma homogênea, o conhecimento técnico acerca da quantidade, época e modo de aplicação, além das inquietudes ambientais (Western & Bicudo, 2005).

Uma vez que os adubos orgânicos são aplicados nas lavouras os nutrientes são transformados bioquimicamente, e o nitrogênio pode ser perdido através da volatilização da amônia, percolação e escoamento superficial. Esse elemento muitas vezes não se encontra em quantidades adequadas para satisfazer as exigências nutricionais das culturas, e, portanto, o uso de esterco de aves pode representar uma opção viável de nitrogênio às culturas. Grandes quantidades de resíduos animais estão sendo aplicados no solo com diversas finalidades, segundo Streck et al. (2008), temos: remediador de dejetos, atuando na atenuação de compostos através da imobilização, dissipação e filtragem de componentes; e aproveitando a aplicação de dejetos como fertilizantes visando o rendimento de culturas agrícolas.

O aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos constitui-se numa prática econômica e ambientalmente viável. Sua utilização na fertilização dos solos permite a recuperação de diversos elementos químicos tais como, N, P, K elementos traços, e contribui para a melhoria estrutural do solo, aumentando a produção e melhorando a qualidade dos alimentos. Contudo, aplicações sucessivas de resíduos podem causar

impactos ambientais, desequilíbrios nutricionais no solo, poluição das águas, perdas de produtividade e da qualidade dos produtos agropecuários. Esse problema dependerá do tempo de aplicação, da composição e da quantidade do resíduo aplicado, do tipo de solo e da capacidade de extração das plantas (Seganfredo, 2001).

## 2.5 ADUBAÇÃO MINERAL

### 2.5.1 Mercado de fertilizantes no Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor agrícola do mundo, superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. Em 2013 o país colheu 188 milhões de toneladas de grãos e 19 milhões de toneladas de hortaliças e a área plantada foi um pouco superior a 53 milhões de hectares, e 800 mil hectares respectivamente (IBGE, 2013). O aumento da produção e da produtividade da maioria das culturas tem como componente importante o aumento no consumo e o uso mais eficiente de fertilizantes minerais.

Importa-se cerca de 70% dos produtos usados na fabricação de fertilizantes, o que eleva o Brasil à posição de quarto maior mercado consumidor de fertilizantes do mundo, posição atrás da China, Índia e Estados Unidos (Tavares & Harbeli, 2011). Essa dependência se explica pela escassa existência de recursos minerais em território nacional que venham a ser utilizados como matéria prima, como gás natural, rocha fosfática e rocha potássica.

Os fertilizantes nitrogenados são os que têm maiores perspectivas de aumento de oferta, por causa dos projetos de gás natural em andamento no país. Mas restrições devido ao controle de distribuição do gás inviabilizam os investimentos das empresas do setor, fazendo com que as importações continuem. Os fertilizantes fosfatados são derivados de rocha fosfática e embora, existam no Brasil fontes de fosfato, a produção no país atinge somente 50% de sua necessidade devido às leis ambientais e poucas condições de infraestrutura, impedindo a exploração das jazidas.

Em relação aos fertilizantes potássicos o Brasil importa a maior parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura, afinal há escassez das reservas no país e ao alto custo dos projetos para exploração do minério.

Do ponto de vista do processo produtivo o N, P e K são os nutrientes mais importantes. Os demais macros e micronutrientes apesar da importância biológica, não tem

expressão econômica na indústria de fertilizantes, nem valorizações comerciais significativas por serem utilizados em quantidades muito pequenas (Dias & Fernandes, 2006).

Em face à forte dependência dos insumos importados, o Brasil deve buscar por alternativas que sejam eficientes para levar ao aumento da produtividade e que tragam sustentabilidade econômica. Afinal o elevado grau de importação tem feito com que a demanda por esses fertilizantes cause um impacto sobre a balança comercial brasileira.

### **2.5.2 Adubação Nitrogenada**

A adubação nitrogenada é a de maior exigência pelas culturas, já que o nitrogênio (N) é um elemento primário que é absorvido em grandes quantidades. As plantas com exceção de leguminosas, que são capazes de fazer a fixação simbiótica, não conseguem utilizar-se diretamente do imenso reservatório de nitrogênio representado pela atmosfera (Malavolta, 1980). E também não conseguem absorver o elemento contido na matéria orgânica do solo, ou seja, essas plantas são dependentes de fungo, bactérias e outros organismos, responsáveis pela mineralização da matéria orgânica e posterior liberação do elemento para as plantas.

No solo os fertilizantes totalmente solúveis são os nitrogenados, e uma fração pode ser perdida por lixiviação. Normalmente, 50% do N aplicado como fertilizante é perdido por lixiviação, denitrificação e volatilização (Bredemeier & Mundstock, 2000). Em geral, estes constituem nitrogênio que as plantas carecem em maior quantidade, porém é o elemento que apresenta maior dificuldade de manejo na produção agrícola. O desafio no manejo de nitrogênio é aumentar sua absorção pelas plantas e diminuir, ao mesmo tempo, as perdas ocorridas no sistema solo-planta (Amado et al., 2000).

Ao receber fertilizantes nitrogenados minerais como fonte de nutrientes, as plantas conseguem absorver o N rapidamente devido à sua solubilidade. São absorvidos na forma de amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), preferencialmente. Alguns fertilizantes apresentam o nitrogênio nas formas amoniacais e amídicas, e estes apresentam menores extravios por lixiviação, porém podem ocasionar acidificação do solo, acarretando custos devido à utilização adicional de calcário para correção e reposição de Ca e Mg ao solo (Bissani et al., 2008).

O efeito do nitrogênio visível é a vegetação verde e abundante. Quanto aos

processos fisiológicos o nitrogênio está relacionado com a fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética. Por outro lado, em excesso, promove o prolongamento do ciclo vegetativo e a produção de grãos e frutos é pequena.

### **2.5.3 Interações entre o teor de clorofila e concentração de Nitrogênio**

A concentração de clorofila ou o enverdecimento das folhas se correlaciona positivamente com a concentração foliar de nitrogênio, uma vez que 70% do nitrogênio contido nas folhas encontra-se nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (Wood et al., 1993, citado por Ferreira et al., 2006), e com a produção (Gil et al., 2002).

As concentrações de N na planta podem, em geral, serem obtidas através de métodos analíticos em condições de laboratório. Entretanto, esta técnica mostra-se desvantajosa, visto que é demorada e de alto custo, além de proporcionar a destruição do material vegetal. A utilização de medidores portáteis, SPAD (Soil-Plant Analisys Development), é cada vez mais comum e demonstra a facilidade de utilização deste tipo de equipamento em campo para as determinações do estado nutricional nitrogenado da planta (Guimarães et al., 1999). Com o uso deste instrumento é possível agir de forma rápida e direta na correção de possíveis deficiências nutricionais. É possível ainda saber áreas da lavoura onde os índices de nitrogênio já estão adequados e assim, evitar desperdícios com adubações desnecessárias, possibilitando uma economia no uso de adubos nitrogenados. Morgado et al. (2011), em experimento com maracujá amarelo concluíram que leituras SPAD podem ser usadas com boa acurácia na estimativa da concentração de clorofila foliar de forma não destrutiva.

### **2.5.4 Adubação fosfatada**

O fósforo (P) é um componente de rochas e sua disponibilização para as plantas ocorre devido ao intemperismo. Geralmente é encontrado na forma de fosfato tricálcico ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), praticamente insolúvel. E pode ocorrer também na forma de compostos orgânicos fosforados e, finalmente na forma mineral solúvel. Mas, nesta última forma, ele é muito instável, dificilmente permanecendo em condições de ser assimilado

(Jorge, 1969, citado por Branco et al., 2001).

No solo o P é encontrado na forma inorgânica e orgânica. Os fosfatos inorgânicos adicionados ao solo são originários das rochas fosfáticas intemperizadas, principalmente as que contêm minerais de apatita. Também são procedentes dos fertilizantes e adubos animais adicionados como complementação nutricional. Enquanto que o fósforo orgânico no solo é proveniente dos restos vegetais e animais, das células e resíduos de decomposição microbiana. Os micro-organismos fazem uso do carbono e elétrons destes compostos, mineralizando-os e disponibilizando o P, sendo que compostos de ácidos nucléicos e fosfolipídios com ligação diéster, pela estrutura química, tem a sua decomposição com maior facilidade, se tornando mais exposto à mineralização, acarretando assim menor quantidade armazenada no solo (Gatiboni, 2003).

Por se apresentar em pequena quantidade e pela tendência em reagir com diversos componentes do solo, o fósforo forma compostos relativamente indisponíveis para as plantas, fazendo deste elemento o mais crítico nos programas de adubação. Nos solos do Cerrado, os teores de P são muito baixos. Associados a essa característica, a alta capacidade que esses solos têm para reter o nutriente na fase sólida, constitui-se na principal limitação de qualquer produção agrícola rentável sem aplicação de fertilizantes fosfatados (Sousa & Lobato, 2002).

Vários compostos industriais à base de P são utilizados como fertilizantes, sendo os mais comuns o superfosfato simples, superfosfato triplo, mono - amônio fosfato, os fosfatos de rocha e o ácido superfosfórico. A solubilidade dos fertilizantes fosfatados no solo é variável em função do tipo de fosfato e do tratamento térmico ou químico empregado na rocha fosfatada. As fontes solúveis ao se dissolverem, aumentam rapidamente a concentração do P na solução do solo, porém, devido à baixa solubilidade dos compostos formados no solo e da tendência de adsorção, a maior parte do elemento fica preservada na fase sólida como P lábil, passando gradativamente a P não lábil (Raij, 2011).

O processo de adsorção de P pelos óxidos, hidróxidos de ferro e alumínio é um dos principais fatores envolvidos na insolubilização desse nutriente em solos tropicais bastante intemperizados. Enquanto, que a retenção do P adicionado ao solo, ocorre pela precipitação em solução com as formas iônicas de ferro (Fe), alumínio (Al) e cálcio (Ca). Dessa forma nestes solos as condições são favoráveis à fixação desse elemento tanto por adsorção quanto por precipitação.

O fósforo dos fertilizantes reage em um pequeno intervalo de tempo com o solo, e por isso, é convertido em formas que as plantas não absorvem devido ao processo de fixação de fósforo. A disponibilidade de P a partir da aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis depende da reação que controla o fornecimento do nutriente à solução do solo (adsorção química ou precipitação), do pH ao redor do grânulo do fertilizante e do tipo de precipitado de P que predomina (Ernani et al., 2001).

### **2.5.5 Adubação potássica**

O potássio (K) constitui um dos elementos mais extraídos pelas plantas depois do nitrogênio, e um dos mais consumidos como fertilizantes. O potássio no solo tem sua origem a partir da decomposição das rochas, formando grandes depósitos encontrados em diversas partes do mundo. Mas os solos brasileiros possuem teores de K insuficientes em disponibilidade, o que contrasta com a elevada exigência do nutriente pelas culturas, acarretando assim custos de importação deste elemento.

Considerando sua disponibilidade para as plantas, o K do solo pode ser classificado em ordem crescente como: estrutural (mineral), não-trocável, trocável e em solução, fixado, precipitado e ligado a matéria orgânica, que somados fornecem o K total. Os teores trocáveis são a reserva imediata de K para as plantas, constituindo a reserva mais importante do nutriente disponível (Raij, 2011, citado por Teixeira, 2013). E podem ser absorvidos pelas plantas, adsorvidos às cargas negativas do solo, ou ainda perdidos por lixiviação.

As principais fontes potássicas no mercado são o cloreto de potássio e sulfato de potássio (CQFS-RS/SC, 2004). O K é considerado o primeiro nutriente em ordem de extração nas culturas, afinal contribui na formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pelas plantas, equilibra a aplicação de nitrogênio e facilita a absorção de outros nutrientes.

Em consequência à baixa reserva mineral de K nos solos e as perdas por lixiviação, é comum haver carência do nutriente quando o seu fornecimento na forma de fertilizante é insuficiente para atender as exigências nutricionais das culturas. E ainda aliados à dependência brasileira da importação de fertilizantes potássicos, verifica-se a importância de se oferecer K às plantas com menores perdas do nutriente pelas adubações.

## 2.6 ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

O fertilizante organomineral é definido como: “produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos”. Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 25, de 23 de julho de 2009, os fertilizantes organominerais sólidos devem apresentar, no mínimo: 8% de carbono orgânico;  $80 \text{ mmolc kg}^{-1}$ ; macronutrientes primários isolados (N, P, K) ou em misturas (NP, NK, PK ou NPK) em 10%; macronutrientes secundários em 5% e 30% de umidade máxima.

Os adubos orgânicos apresentam baixas concentrações de N, P e K podendo ser complementados com a adubação mineral, de maneira que, as plantas possam usufruir melhor os nutrientes através do sincronismo de liberação ao longo do crescimento das plantas (CQFS-RS/SC, 2004). Os resíduos orgânicos promovem o incremento do pH mantendo teores adequados de P e K no solo, reduzindo a perda de nitrogênio por lixiviação por apresentar uma solubilidade mais lenta. Quando estes são associados com os fertilizantes químicos que contém na sua composição fósforo e potássio, ocorre incremento nos teores destes elementos no solo (Ruppenthal & Conte, 2005).

Contudo, os nutrientes dos resíduos orgânicos para serem disponibilizados para as plantas precisam ser mineralizados, processo que depende do clima, das características do solo e da composição química do material orgânico. Aliado a essa questão e diante da aplicação de grandes quantidades de resíduos orgânicos para atender as exigências nutricionais das plantas, que resultam em elevados custos econômicos, a utilização de fertilizantes organominerais são capazes de fornecer os nutrientes em sincronismo com a época de maior demanda das culturas (Teixeira, 2013).

A adubação organomineral com fertilizantes minerais obtidos por procedimentos físicos como a moagem das rochas vem sendo utilizado para o fornecimento de nutrientes às culturas em substituição aos fertilizantes sintéticos, que em sua maioria são obtidos de processos de grande gasto de energia.

Luz et al. (2010) avaliaram a produção de mudas, em alface cultivar Vera, e sua condução via fase de campo, em função da aplicação de várias fórmulas comerciais organominerais, concluiu que: na produção de mudas os organominerais tiveram maior eficiência nas variáveis altura das plantas, número de folhas, massa fresca da parte aérea e massa das raízes. E na produção comercial as plantas tratadas tiveram maior diâmetro, maior massa fresca da parte aérea e da raiz, quando comparados com a testemunha.

Teixeira et al. (2012) conduziram um ensaio com alface em condições de campo, com o objetivo de comparar os resultados obtidos com a adubação orgânica e organomineral e a influência da fertilização com formulado à base de algas marinhas na produtividade e desempenho das plantas. A adubação organomineral proporcionou aumento no número de folhas, e a adubação orgânica proporcionou aumentos em relação à produção de massa fresca das raízes e parte aérea.

Sediyama et al. (2009), trabalhando com pimentão e adubação orgânica associada à adubação mineral, verificaram que a adubação orgânica foi eficiente na nutrição das plantas com incremento na produtividade do pimentão. A adubação mineral teve efeito aditivo na produção de frutos. Mas a produtividade máxima comercial foi alcançada quando se associou o composto orgânico com a maior dose de fertilizante mineral.

No trabalho realizado por Arimura et al. (2006) avaliaram-se o efeito de 14 produtos organominerais líquidos comerciais e experimentais em mudas de tomate. Os produtos foram agrupados em três grupos: Aminolom Foliar, Lombrico Mol 75 e Nobrico Star. Foram avaliados a altura da parte aérea, o número de folhas definitivas e o peso das massas secas e frescas de raízes e partes aéreas. Os grupos Aminolom Foliar e Lombrico Mol proporcionaram os resultados mais satisfatórios.

Bezerra et al. (2007) verificaram que a aplicação do adubo organomineral fórmula comercial Vitan foi eficiente na produtividade de batatas cultivares Ágata e *Atlantic*. Gonçalves et al. (2007), em estudo com batata cultivar *Atlantic* submetida à adubação com adubo organomineral, fórmula comercial Aminoagro, concluíram que a adubação foi favorável ao desenvolvimento e produção comercial da cultivar.

Santos et al. (2004) realizaram um experimento com cenoura cultivar Brasília Nova Seleção e tratamentos resultantes da combinação de cama de frango com fórmulas minerais e cama de frango exclusiva. Verificaram que as produções médias de raízes de cenoura foram superiores nas maiores doses com cama de frango na presença de adubo mineral. E ainda que a cama de frango mostrou ser eficiente na produção de cenoura.

Luz et al. (2010) verificaram que a produção total de tomate comercial foi superior significativamente nos tratamentos utilizando fertilizantes organominerais em relação à testemunha, em experimento com aplicação de fertilizantes organominerais em gotejamento e/ou aplicação foliar. E, Coimbra et al. (2013), trabalhando com adubação organomineral e indutores de resistência em tomate rasteiro, concluíram que os produtos

testados são eficientes para se reduzir ou substituir parcialmente o uso de defensivos agrícolas.

Neste contexto pode-se ressaltar que a aplicação de fertilizantes organominerais promove uma maior eficiência quando comparados com fertilizantes orgânicos e inorgânicos exclusivos. Isso se deve ao fato de que a ausência de alguns nutrientes essenciais para as plantas pode ser suprida pelo uso combinado com outro tipo de fertilizante, o qual pode conter maior quantidade desse nutriente que se encontra ausente (Andrade et al., 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Goiano - Câmpus Ceres, município de Ceres, Goiás. O município de Ceres está localizado na mesorregião do Centro Goiano, de coordenadas geográficas 15°18'28"S 49° 35'52"O. O clima é do tipo AW segundo a classificação de Köppen Geiger (quente e semiúmido, com estação bem definida de maio a setembro), com temperatura média máxima de 30 °C. A precipitação anual é de cerca de 1700 mm. A área experimental apresenta um Nitossolo Vermelho de textura argilosa com relevo suave (Tabela 1), e sendo a cultura do coqueiro o uso anterior.

**Tabela 1.** Características do Nitossolo Vermelho da área experimental do Instituto Federal Goiano Câmpus Ceres. Ceres, GO, 2014

pH	MO	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P	V <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>
H <sub>2</sub> O	g dm <sup>-3</sup>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			---	mg dm <sup>-3</sup> ---		%
5,9	18,2	4,1	9	00	38	4	140	7,9	58,7	00

<sup>1</sup> Saturação de bases; <sup>2</sup> saturação de alumínio.

O resíduo orgânico utilizado no preparo do fertilizante organomineral foi a cama de aviário e o fertilizante mineral mono – amônio fosfato (MAP), nas quantidades de: 67% de cama de frango e 33% de Map. A cama aviária passou por um processo de compostagem – fermentação ao ar livre, seguido de adição e incorporação de macro e micronutrientes. Essa mistura foi seca, triturada e, por fim, granulada, resultando em produto de fácil manejo. O preparo do fertilizante organomineral foi realizado na unidade automatizada de compostagem para tratamento de dejetos da estação de pesquisa da Embrapa Solos em Rio Verde – GO. Foram realizadas análises do teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, em laboratório credenciado pela Embrapa, que apresentou o seguinte resultado: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(CNA+H<sub>2</sub>O) - 22,5 %, e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total – 25,6%.

O híbrido utilizado foi o tomate TY 2006, de hábito de crescimento determinado, planta grande e vigorosa. Os frutos são do tipo saladete, grandes e firmes, de

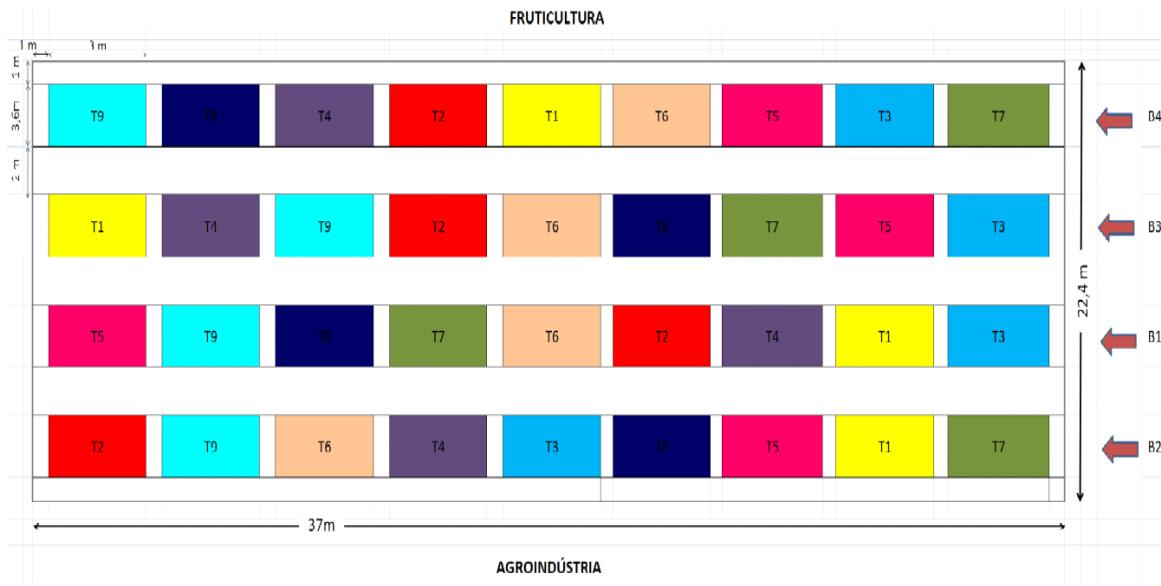
tamanho uniforme do início ao final da colheita, com peso médio de 180 a 210 g. É utilizado na indústria de processamento, e também, como tomate de mesa. Possui resistência à Murcha de Verticilium (*Verticillium dahliae*), Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), Mancha de Estenfilium (*Solanum lycopersicum* L.), Mancha de Alternária (*Alternaria solani*), Nematóides (Mi/Ma/Mj) e Geminivírus (TYLCV). Esse híbrido é produzido e comercializado pela Empresa Seminis.

O experimento consistia na comparação de duas fontes de fertilizantes, quanto à sua eficiência, em uma curva resposta com doses crescentes, sendo um fertilizante organomineral (4-22-2 com cama de aviário) e o mono - amônio fosfato (MAP 10-52-00). Cada fonte foi aplicada em uma curva de resposta com 50, 100, 150 e 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare. As adubações nitrogenadas e potássicas foram aplicadas de forma complementar de acordo com a análise de solo e necessidade da cultura pela 5º Aproximação do Estado de Goiás.

Os tratamentos constituíram de: T1 – testemunha (controle); T2 – fertilizante organomineral com dose de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T3 – fertilizante organomineral com dose de 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T4 – fertilizante organomineral com dose de 150 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T5 – fertilizante organomineral com dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T6 – fertilizante MAP com dose de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T7 – fertilizante MAP com dose de 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; T8 – fertilizante MAP com dose de 150 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare; e T9 – fertilizante MAP com dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare;

O delineamento adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2 mais testemunha, com quatro repetições. Cada parcela foi composta por quatro linhas contendo dez plantas, usando o espaçamento de 1,20 por 0,30 metro. A área total foi composta por 36 parcelas, totalizando uma área de 828,8 m<sup>2</sup> com 1.440 plantas. A área útil em cada parcela foram as doze plantas centrais (seis em cada linha), totalizando na parcela seis m<sup>2</sup>.

O semeio das sementes foi realizado no dia 30 de abril de 2014 em oito bandejas de isopor com duzentas células, contendo uma mistura de substrato comercial permanecendo em ambiente protegido até o momento de serem transplantadas. As mudas foram para o campo no período compreendido entre 24 e 27 de junho, e o transplantio ocorreu de forma concomitante à adubação de cada parcela, de acordo com o sorteio realizado para os tratamentos e blocos. O croqui da área experimental discriminando o sorteio dos tratamentos e blocos esta apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Croqui da área experimental de tomate rasteiro. Ceres, GO, 2014

A irrigação foi realizada por meio de fitas gotejadoras contendo gotejadores espaçados a cada 30 cm, com diâmetro de  $\frac{1}{2}$  polegada, e a água provinha do Rio Verde que está localizado nas imediações do Instituto Federal Goiano - Câmpus Ceres. Na condução do experimento os tratos fitossanitários foram realizados conforme as recomendações para a cultura. Foi elaborado um cronograma de aplicações de produtos químicos para o controle de patógenos e pragas. E aplicações semanais de fertilizante foliar a base de Cálcio e Boro foram realizadas a partir do florescimento, para controlar o aparecimento de podridão apical nos frutos.

Os frutos foram colhidos quando a coloração estava passando da cor de cana para o avermelhado. Portanto, a colheita foi realizada em duas épocas distintas, a fim de respeitar este ponto de colheita. A primeira colheita ocorreu no dia 09/09/2014, e a segunda colheita, no dia 25/09/2014. Os frutos foram pesados, contados, analisados, classificados e enviados para o processamento da massa fresca e seca.

Foram realizadas avaliações em amostras das populações visando à determinação do teor de clorofila, pesagem, classificação e quantificação de massa fresca e seca dos frutos. E o teor de clorofila foi analisado mediante o uso do medidor portátil de clorofila SPAD 502 Plus (Soil-Plant Analysis Development Section, Minolta Camera Co., Ltd. Japan). As medições foram realizadas em quatro plantas por parcela, sendo nas primeiras, terceiras e quintas folhas do ápice para o caule, no folíolo terminal central de cada folha. Em cada folíolo foram coletadas dez medições diferentes e desses valores

obtidos, calculou-se a média de cada folha. A primeira coleta ocorreu aos trinta dias, e a segunda, aos sessenta dias após o transplante.

O medidor de clorofila mede a transmissão de luz vermelha a 650 nm, quando ocorre a absorção de luz pela molécula de clorofila e de luz infravermelha a 940 nm, sem absorção. Com base nesses valores, o instrumento calcula o valor ou índice SPAD, o qual é altamente correlacionável com o teor de clorofila (Silveira et al., 2003).

Por ocasião da colheita dos frutos foram analisados os descritores quantitativos agronômicos, tais como: produtividade média, produção total de frutos ( $\text{kg planta}^{-1}$ ); número de frutos totais ( $\text{fruto planta}^{-1}$ ); classificação dos frutos por formato e cor. Para a classificação de formato, em cinco frutos de cada tratamento retirou-se as medidas de comprimento e diâmetro equatorial por meio de um paquímetro digital.

Também foram avaliadas a ocorrência de avarias nos frutos, que por sua vez foram divididas em: ataque de pragas (broca grande do fruto – *Helicoverpa zea* Bod); broca pequena dos frutos (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée); doenças (podridão mole – *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) e antracnose (*Colletotrichum* spp.), requeima (*Phytophthora infestans*) e anomalias fisiológicas como escaldadura, rachaduras, lóculo aberto, frutos passados ou deformados, podridão apical e outras lesões como roeduras e danos de colheita.

Após a análise dos frutos estes foram acondicionados em marmitas de alumínio, pesados e identificados por tratamento e levados para secagem em uma estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C, até peso constante. Com os dados obtidos calculou-se o peso da massa seca dos frutos.

Os resultados dos quantitativos agronômicos obtidos foram submetidos à análise de regressão. E os resultados obtidos nas análises de teor de clorofila foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo, realizou-se as comparações de médias pelo Teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 MASSA FRESCA E MASSA SECA DE FRUTOS DO TOMATE

A massa fresca constitui em um dos principais parâmetros para se avaliar os rendimentos obtidos em produção, tanto nas lavouras, casa de vegetação ou módulos experimentais. De acordo com a regressão não linear quadrática foram encontrados valores significativos ( $p<0,05$ ) nas doses de ambos fertilizantes (Tabela 2). A maior porcentagem de incremento foi observada na dose de 200 kg de  $P_2O_5$  do fertilizante organomineral com um valor de 17,16% em relação ao fertilizante mineral.

**Tabela 2.** Massa fresca e massa seca do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de  $P_2O_5$  (D2 a D5)<sup>1</sup>. Ceres, GO, 2014

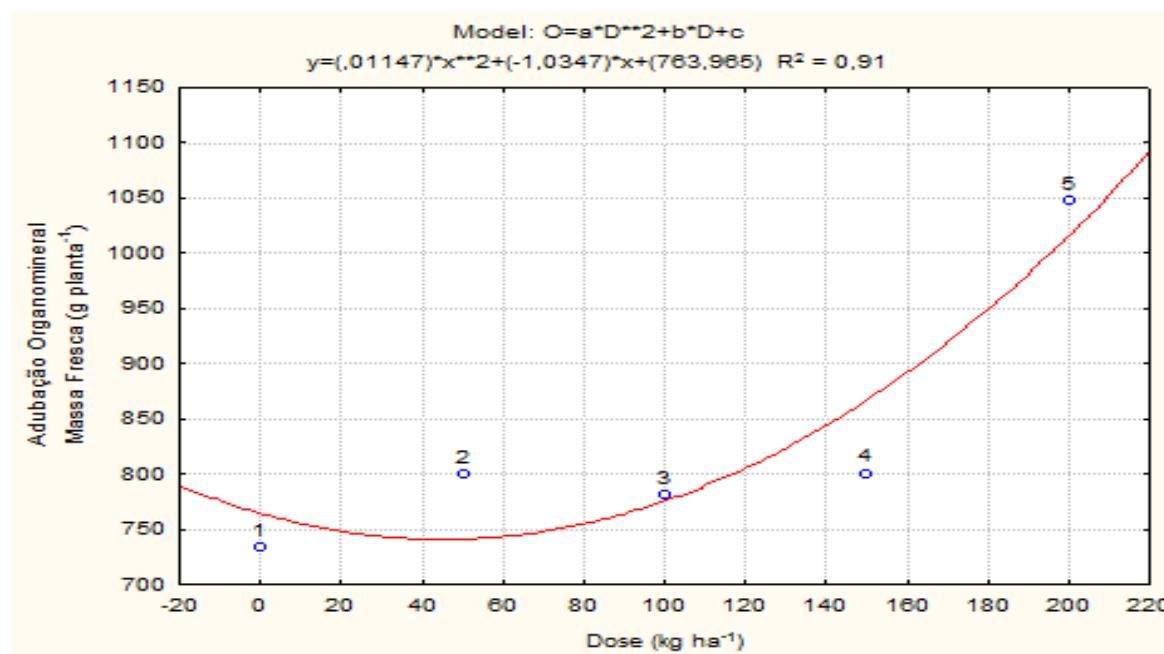
Fonte de variação	Massa Fresca (g planta <sup>-1</sup> )				$R^2$ de $y=f(D)$ <sup>2</sup>
	D2	D3	D4	D5	
Testemunha	733,67 a <sup>3</sup>	733,67 a	733,67 a	733,67 a	
Organomineral <sup>4</sup>	799,62 a	780,89 a	800,54 a	1048,04 a	0,91*
Mineral <sup>5</sup>	768,66 a	865,83 a	767,39 a	891,10 a	0,72*
CV%	16,8%	22,7%	24%	43,2	
Fonte de variação	Massa Seca (g planta <sup>-1</sup> )				$R^2$ de $y=f(D)$
	D2	D3	D4	D5	
Testemunha	39,15 a	39,15 a	39,15 a	39,15 a	
Organomineral <sup>6</sup>	56,82 a	87,77 a	61,72 a	90,72 a	0,81 ns
Mineral <sup>7</sup>	53,57 a	109,92 a	61,32 a	62,25 a	0,73 ns
CV%	38,7%	14,8%	51%	14%	

<sup>1</sup>D2 – dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; D3 – dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; D4 – dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; D5 – dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ; <sup>2</sup>regressão quadrática em função das doses de  $P_2O_5$ ; <sup>3</sup>significativo a 5% de probabilidade; <sup>4</sup>médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, dentro do fator doses de  $P_2O_5$ , diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%; <sup>4</sup> $Y = (0,1147)x^2 + (-1,0347)x + (763,965)$ ; <sup>5</sup> $Y = (-0,52e-3)x^2 + (0,731161)x + (740,007)$ ; <sup>6</sup> $Y = (-0,98e-3)x^2 + (0,4124)x + (40,713)$ ; <sup>7</sup> $Y = (-0,00377)x^2 + (0,86193)x + (35,6036)$ .

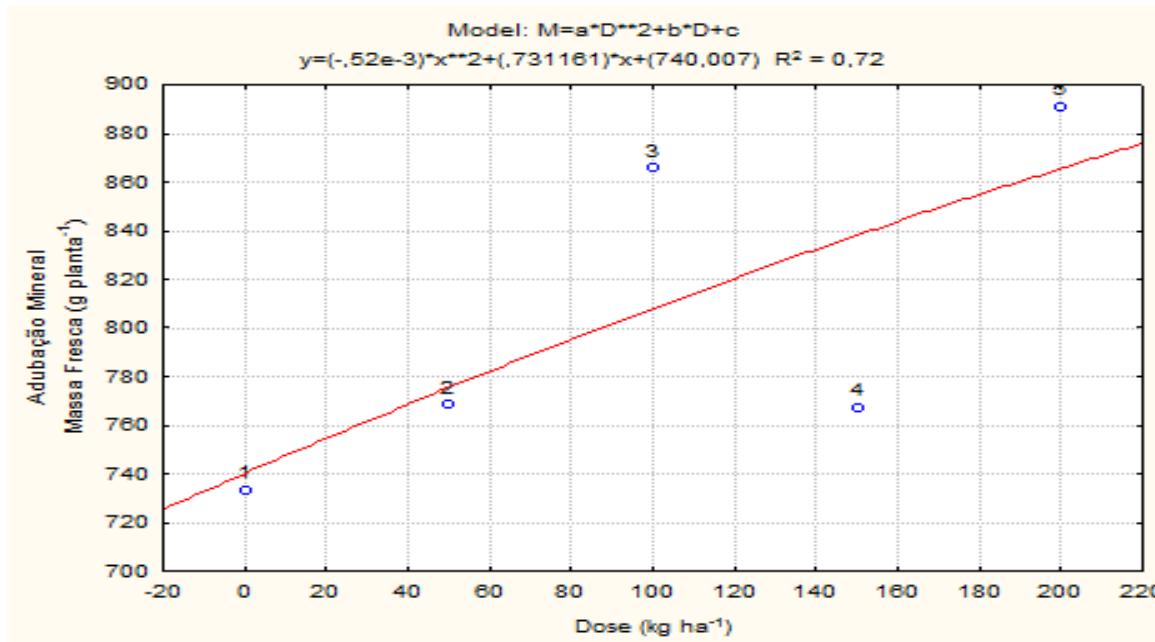
Na análise de massa fresca dos frutos, foi ajustado o desempenho não linear

positivo para as duas fontes de fertilizantes (Figuras 2 e 3). Na fonte organomineral os valores médios de massa fresca foram: 799,62 g, 780,89 g, 800,54 g e 1048,04 g por planta nas doses de 50 kg, 100 kg, 150 kg e 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Essas médias apresentaram um ganho de 42,8% em relação a testemunha para a dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> presente na fonte de fertilizante organomineral. Portanto, observa-se um aumento da massa fresca dos frutos com o aumento da dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para a fonte mineral observa-se também a tendência de aumento de massa fresca de frutos ao se aumentar a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As médias apresentaram um ganho de 21,4% para a dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, em relação a testemunha. Esse valor foi menor do que o apresentado pela fonte de fertilizante organomineral, porém foi o maior incremento em relação à menor dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Sediyama et al. (2012), trabalhando com pepino tipo japonês em ambiente protegido afirmou que a adubação orgânica proporcionou melhor nutrição das plantas e maior massa fresca dos frutos. Resultado análogo obteve Coimbra (2014), avaliando o desempenho agronômico do tomate industrial com adubação organomineral e química, em que a maior massa fresca de frutos por planta foi obtida com o tratamento organomineral, apesar de não apresentar diferenças significativas com o tratamento mineral, semelhante ao encontrado no presente trabalho.



**Figura 2.** Massa fresca de frutos do tomate em adubação organomineral sob diferentes doses de fósforo. Ceres, GO, 2014



**Figura 3.** Massa fresca de frutos do tomate em adubação mineral sob diferentes doses de fósforo  
Ceres, GO, 2014

Analizando os teores de massa seca dos frutos observa-se que esses não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Da mesma forma o coeficiente de regressão quadrático das duas fontes de fertilizantes também não apresentou resultados significativos. A maior porcentagem de incremento em relação aos dois fertilizantes foi observada na dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, do fertilizante organomineral com um valor de 45,73% em relação ao fertilizante mineral (Tabela 2). A variação dos teores de massa seca dos frutos entre os tratamentos foi 8% a 13% e a umidade de 87% a 92%. O híbrido TY 2006 é considerado de dupla aptidão, e sabe-se que a indústria tem interesse em frutos com maior porcentagem de massa seca, pois proporcionam um maior rendimento industrial. De acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos – TACO Unicamp (2011), tomates com teores de umidade em 79,7; 88,1 e 90,8 são considerados tomate extrato, tomate molho industrializado e tomate purê respectivamente, portanto, o híbrido estudado é indicado como tomate para indústria.

#### 4.2 NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA, NÚMERO DE FRUTOS SADIOS E NÚMERO DE FRUTOS IMPERFEITOS

Em relação ao número de frutos por planta, o tratamento organomineral na

dose de 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apresentou um melhor resultado em relação à testemunha e aos demais tratamentos, apesar de não ser verificado diferenças estatísticas entre eles. O modelo de regressão quadrática realizado nos tratamentos apresentou diferença significativa (Tabela 3). Este resultado sugere um aumento do número de frutos com o aumento da dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; doses acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> precisam ser avaliadas para demonstrar se a tendência de aumento do número de frutos continua ou começa a cessar.

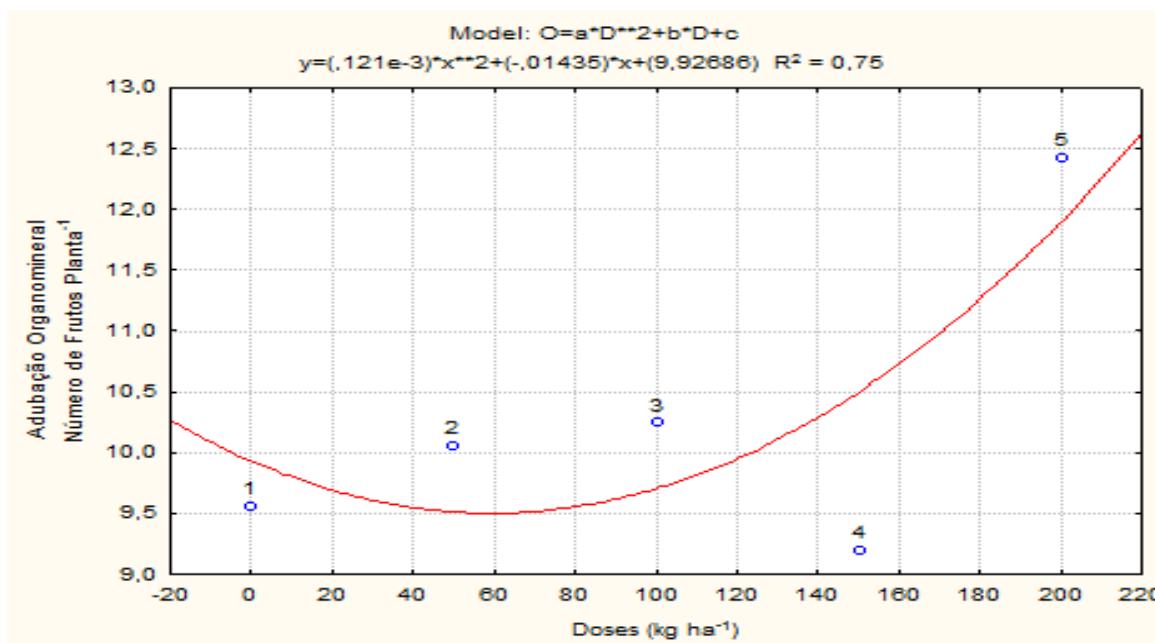
**Tabela 3.** Número de frutos por planta, número de frutos sadios e número de frutos imperfeitos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (D2 a D5)<sup>1</sup>. Ceres, GO, 2014

Fonte de variação	Frutos planta <sup>-1</sup>				R <sup>2</sup> de y=f(D) <sup>2</sup>
	D2	D3	D4	D5	
Testemunha	9,57 a <sup>3</sup>	9,57 a	9,57 a	9,57 a	
Organomineral <sup>4</sup>	10,1 a	10,25 a	9,22 a	12,45 a	0,75*
Mineral <sup>5</sup>	8,2 a	12,17 a	9,12 a	10,85 a	0,36*
CV%	13,7%	16,2%	18,5%	38%	
Fonte de variação	Frutos sadios				R <sup>2</sup> de y=f(D)
	D2	D3	D4	D5	
Testemunha	5,42 a	5,42 a	5,42 a	5,42 a	
Organomineral <sup>6</sup>	6,55 a	6,67 a	6,35 a	7,97 a	0,85*
Mineral <sup>7</sup>	5,25 a	6,26 a	5,20 a	7,42 a	0,67*
CV%	23,9%	12,6%	12%	32,8%	
Fonte de variação	Frutos imperfeitos				R <sup>2</sup> de y=f(D)
	D2	D3	D4	D5	
Testemunha	4,15 a	4,15 a	4,15 a	4,15 a	
Organomineral <sup>8</sup>	3,50 a	3,57 a	4,02 a	4,47 a	0,96*
Mineral <sup>9</sup>	2,97 a	4,05 a	3,97 a	3,42 a	0,16*
CV%	34,9%	8,7%	29%	35,5	

<sup>1</sup>D2 – dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; D3 – dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; D4 – dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; D5 – dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; <sup>2</sup>regressão quadrática em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; <sup>3</sup>significativo a 5% de probabilidade; <sup>4</sup>médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, dentro do fator doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%; <sup>4</sup>Y=(0,121e-3)x<sup>2</sup>+(-0,0143)x+(9,926); <sup>5</sup>Y=(-0,24e-4)x<sup>2</sup>+(0,0117)x+(9,154); <sup>6</sup>Y=(0,157e-4)x<sup>2</sup>+(0,006717)x+(5,678); <sup>7</sup>Y=(0,783e-4)x<sup>2</sup>+(-0,0078)x+(5,495); <sup>8</sup>Y=(0,714e-4)x<sup>2</sup>+(-0,0120)x+(4,075); <sup>9</sup>Y=(0,343e-5)x<sup>2</sup>+(-0,0016)x+(3,807).

O incremento maior entre as duas fontes estudadas foi de 14,74% para a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral em relação à mesma dose do fertilizante

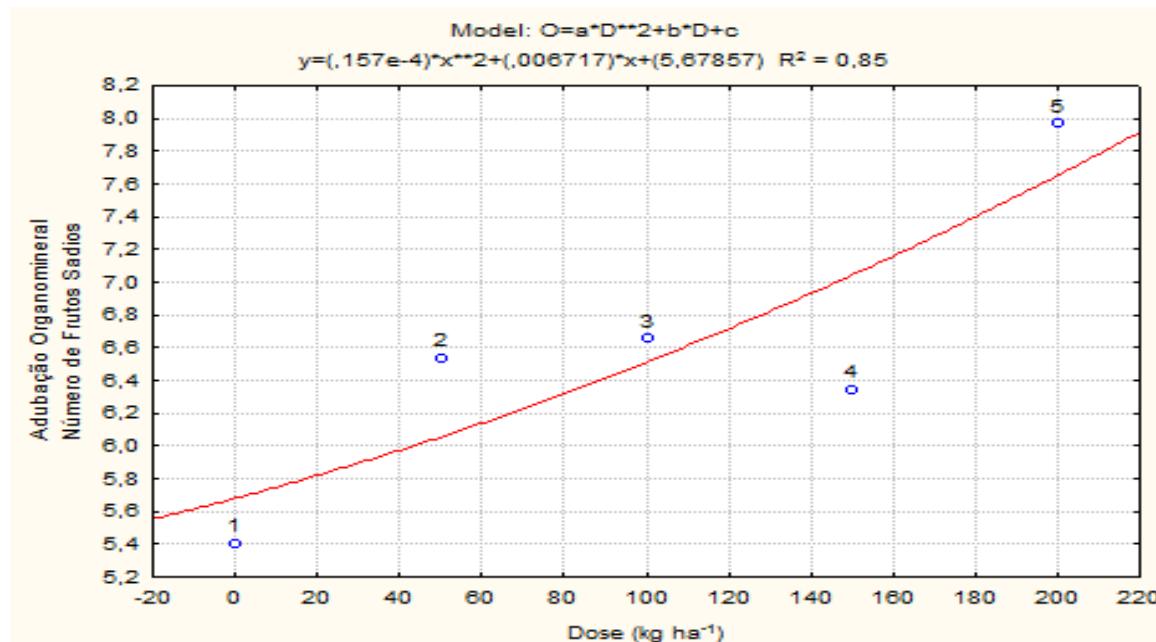
mineral (Figura 4). O número de frutos por planta é um dos indicativos associados aos ganhos obtidos na produção agrícola, a média máxima do número de frutos obtido por planta foi de 12,45; valor esse abaixo da média de alguns autores trabalhando com híbridos de tomate. Rezende et al. (2006), avaliando quatorze híbridos, linhagens e cultivares comerciais de tomate industrial, encontraram médias entre 35,3 e 77,6 frutos por planta. O baixo desempenho pode ser devido ao abortamento de flores, ocasionado pelas altas temperaturas encontradas na região durante os meses de agosto e setembro. A temperatura média máxima na região foi de 33°C e a mínima de 23°C. Temperaturas acima de 32°C causam abscisão floral no tomate (Alvarenga, 2004). De acordo com Silva et al. (1994) citado por Silva et al. (2009), as temperaturas ideais para o estabelecimento do fruto estão entre 19°C e 24°C durante o dia e 12°C a 17°C durante o período noturno.



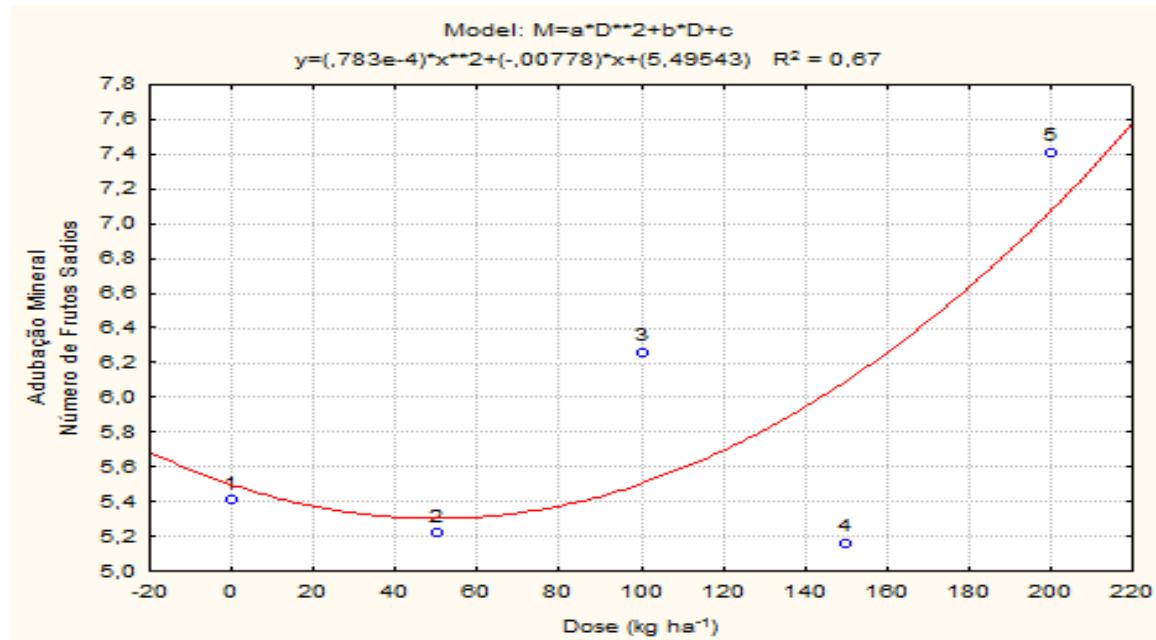
**Figura 4.** Número médio de frutos por planta de tomate sob doses crescentes de  $P_2O_5$  em fertilizante organomineral, Ceres, GO, 2014.

Em relação ao número de frutos sadios verifica-se que não houve diferenças estatísticas em função das doses estudadas em ambos os fertilizantes (Tabela 3). O modelo de regressão quadrática não linear mostrou-se significativo e a Figura 5 mostra que há uma tendência de aumento no número médio de frutos sadios com o aumento da dose de fertilizante organomineral, com um ganho de 32,5% em relação ao tratamento testemunha. Quanto ao fertilizante mineral, houve um ganho de 27% em relação à testemunha,

conforme demonstrado na Figura 6. Luz et al. (2010), estudando o efeito de fertilizantes organominerais via gotejamento e aplicação foliar em tomate, verificaram que houve diminuição de frutos descartados em função da adubação com fertilizantes organominerais.

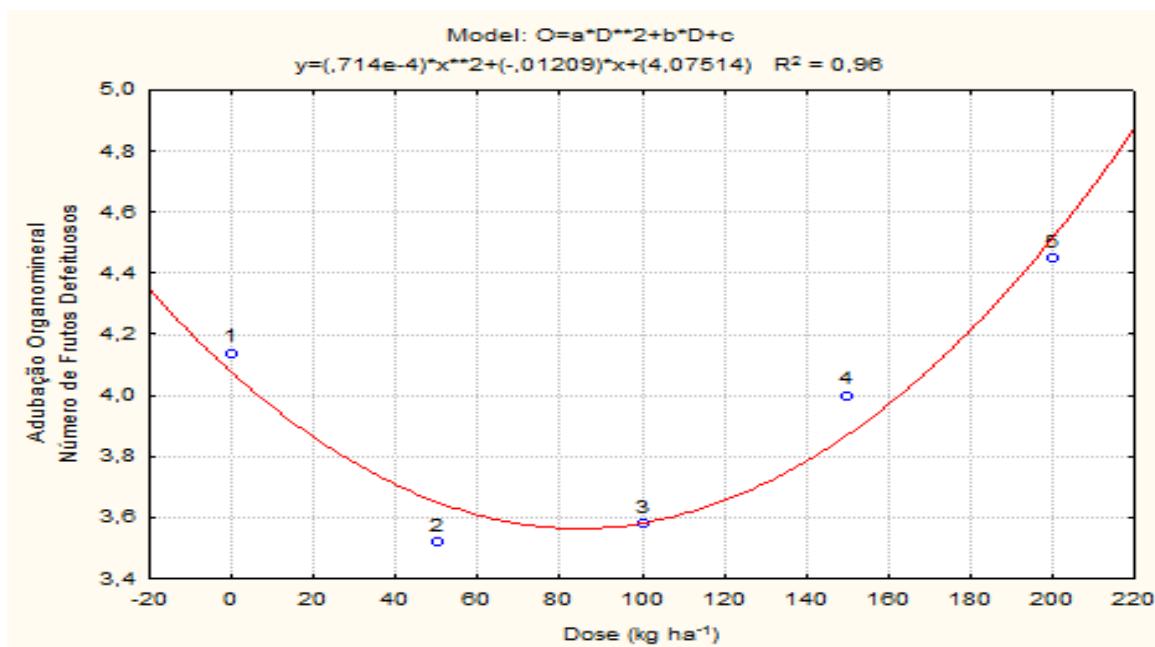


**Figura 5.** Número médio de frutos sadios de tomate sob doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em fertilizante organomineral, Ceres, GO, 2014.



**Figura 6.** Número médio de frutos sadios de tomate sob doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em fertilizante mineral, Ceres, GO, 2014.

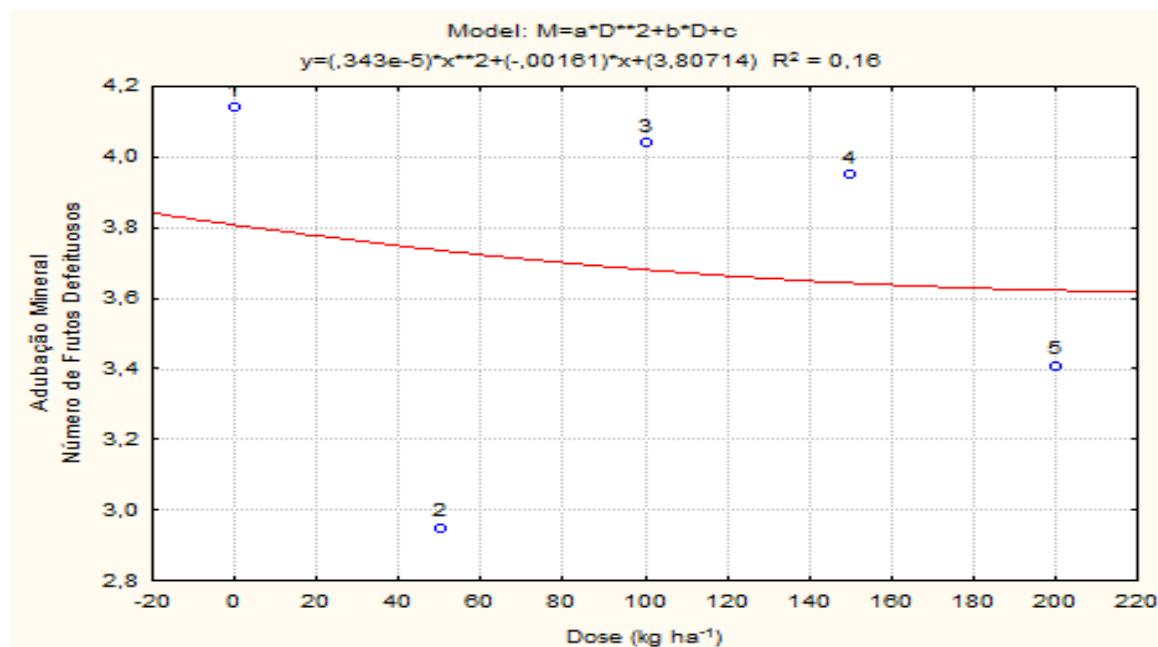
Ainda referente a Tabela 3 observa – se que houve um alto índice de frutos imperfeitos, porém as médias não apresentaram diferenças significativas. O modelo de regressão quadrática não linear mostrou efeito significativo para ambos os fertilizantes. A Figura 7 mostra que com o aumento da dose de fertilizante organomineral houve um aumento de frutos imperfeitos, e o valor máximo encontrado foi observado na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup>. Esse tratamento apresentou maior número médio de frutos por planta e consequentemente pode ter apresentado um maior número de frutos imperfeitos em decorrência desse evento e não pela ação do produto testado. Embora, alguns autores como Sediyma et al. (2009), trabalhando com adubação orgânica e mineral em pimentão verificaram que as produtividades máximas das classes extra, especial e primeira foram estimadas com a aplicação de composto orgânico, quando associada à maior dose de adubo mineral.



**Figura 7.** Número médio de frutos imperfeitos de tomate sob doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em fertilizante organomineral, Ceres, GO,2014

A Figura 8 mostra que houve uma tendência de diminuição de frutos imperfeitos com o aumento das doses de fertilizante mineral em relação à testemunha. Em ambos os fertilizantes foi observado um alto índice de frutos imperfeitos. A maior porcentagem de frutos imperfeitos ocorreu em consequência da podridão apical, um distúrbio fisiológico que acomete o tomate causando prejuízos e se tornando porta de

entrada para patógenos. A podridão apical é causada por deficiência localizada na parte distal do fruto. Esta desordem é causada não somente pela absorção de cálcio, mas ainda por condições que afetam a distribuição do cálcio para os frutos, como a baixa mobilidade deste nutriente e elevada taxa de crescimento dos frutos (Fontes, 2003).



**Figura 8.** Número médio de frutos imperfeitos de tomate sob doses sob doses crescentes de  $P_2O_5$  em fertilizante mineral, Ceres, GO, 2014

O solo onde o experimento foi conduzido possuía um teor de cálcio satisfatório para a cultura do tomate industrial e, de acordo com Fontes (2003), não é oportuno considerar a deficiência de cálcio no fruto de tomate a causa independente da podridão apical, e menos ainda aconselhável estudá-la utilizando o cálcio como fator único. Saure (2001) propõe que a anomalia pode ser causada por diversos estresses devido ao aumento na concentração de giberelina, resultando em acentuado decréscimo na concentração de Ca, causando aumento na permeabilidade das membranas celulares; e ocorrência de algum estresse acima de determinada intensidade, como déficit hídrico, altas concentrações salinas ou alta temperatura, que provocaram a deterioração das membranas das células do fruto, principalmente os recém-formados, com subsequente perda de turgor e vazamento do líquido celular.

Com o aparecimento da anomalia no campo, foram realizadas pulverizações semanais com adubo foliar composto de cálcio e boro nas concentrações de  $108\text{ g L}^{-1}$  e  $27$

$\text{g L}^{-1}$ , e esse distúrbio foi diminuindo de intensidade e cessando a medida que novos frutos iam sendo formados.

#### 4.3 PRODUTIVIDADE MÉDIA

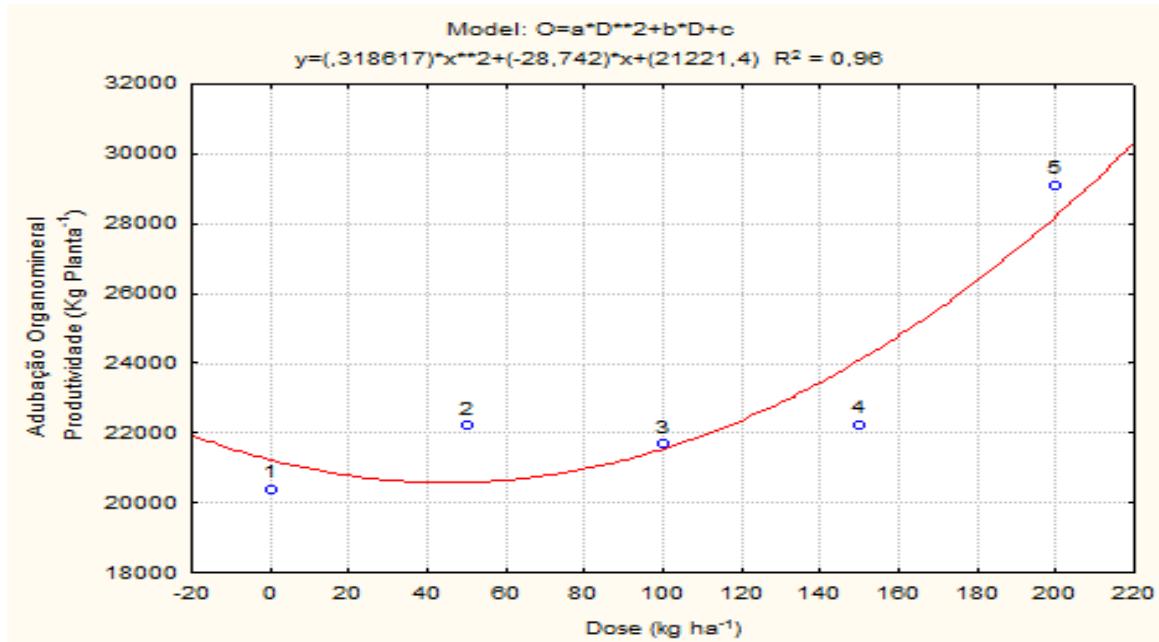
A produtividade estimada dos frutos do tomate, considerando uma densidade de 27.000 plantas por hectare, para ambos os fertilizantes não diferiram estatisticamente, conforme observado na Tabela 4. O modelo de regressão não linear quadrático ajustado para o fertilizante organomineral e para o mineral foram significativos.

**Tabela 4.** Produtividade média de frutos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (D2 a D5)<sup>1</sup>. Ceres, GO, 2014

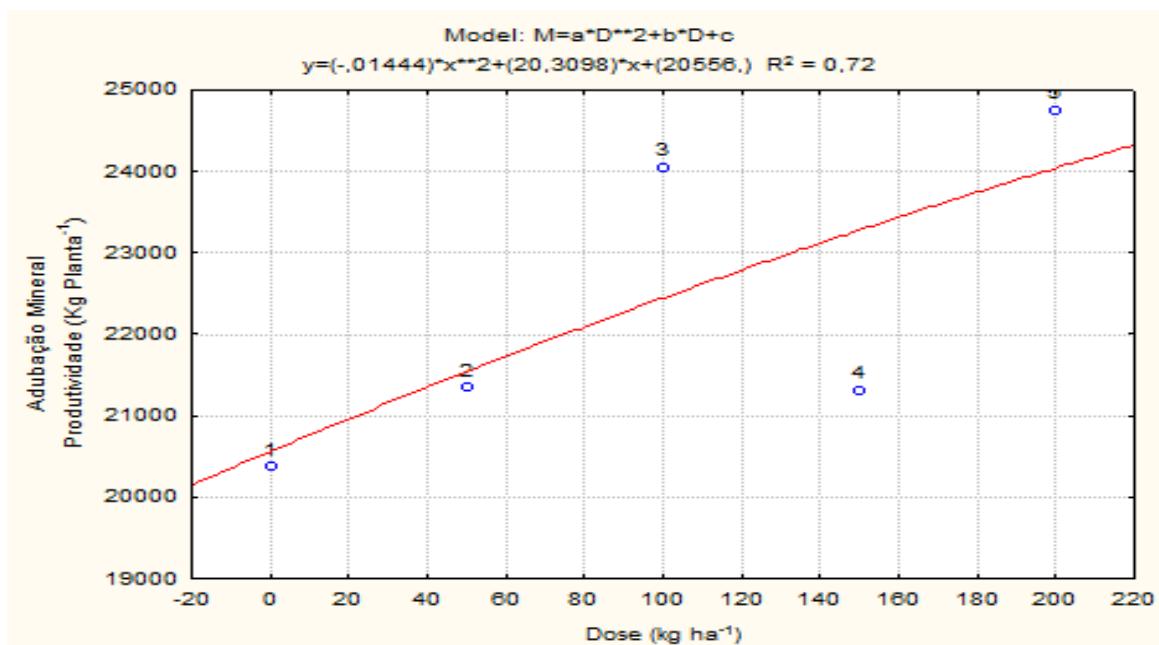
Fonte de variação	D2	D3	D4	D5 <sup>2</sup>	$R^2$ de $y=f(D)^3$
Testemunha	20379,6 a <sup>4</sup>	20379,6 a	20379,6 a	20379,6 a	
Organomineral <sup>5</sup>	22211,78 a	21691,5 a	22237,2 a	29112,2 a	0,96*
Mineral <sup>6</sup>	16259,85 a	23050,9 a	21316,5 a	24752,8 a	0,72*
CV%	16,8%	24,5%	24%	3,9%	

<sup>1</sup>D2 – dose de 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; D3 – dose de 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; D4 – dose de 150  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; D5 – dose de 200  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; <sup>2</sup>dados transformados em log (X); <sup>3</sup>regressão quadrática em função das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; \*significativo a 5% de probabilidade; <sup>4</sup>médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, dentro do fator doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5%; <sup>5</sup> $Y=(0,318617) x^2+(-28,742) x+(21221,4)$ ; <sup>6</sup> $Y=(-0,01444) x^2+(20,3098) x+(20556,)$ .

A Figura 9 mostra que há um aumento da produtividade com o aumento da dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em fertilizante organomineral, onde a dose de 200  $\text{kg ha}^{-1}$  apresentou um ganho de 30% e 23% em relação à testemunha e a menor dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  utilizada. A Figura 10 também demonstra um aumento de produtividade com o aumento da dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em fertilizante mineral, apresentando um ganho de 18% e 13% comparados à testemunha e à menor dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  utilizada. Os tratamentos com fertilizante mineral numericamente obtiveram a menor produtividade. E a maior porcentagem de incremento entre os fertilizantes ocorreu na dose de 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  com um valor de 36,6% do fertilizante organomineral em relação ao fertilizante mineral



**Figura 9.** Produtividade média dos frutos de tomate em função de doses crescentes de  $P_2O_5$  em fertilizante organomineral. Ceres, GO, 2014



**Figura 10.** Produtividade média dos frutos de tomate em função de doses crescentes de  $P_2O_5$  em fertilizante mineral. Ceres, GO, 2014

O híbrido avaliado apresentou uma produtividade média abaixo da média nacional que é de  $67 \text{ t ha}^{-1}$ , bem como, de outros trabalhos usando híbridos de tomate industrial. Coimbra (2013), testando o efeito de produtos alternativos no desempenho de tomate rasteiro obteve produtividades entre  $39,5 \text{ t ha}^{-1}$  e  $96 \text{ t ha}^{-1}$ . Ressalta-se que híbridos

são adaptados para sistemas de cultivo intenso com adubações frequentes e controle fitossanitário maciço, ficando assim neste experimento, comprometido o seu potencial genético, somado a esses fatores, citamos o abortamento das flores ocorrido durante o florescimento.

Diante dos resultados expostos a maior produtividade em ambos os fertilizantes foram alcançados com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no entanto, não foi constatada a dose máxima de eficiência técnica e econômica dos fertilizantes, portanto, sugere-se que o híbrido seja testado a doses maiores que 200 kg ha<sup>-1</sup> para avaliar se a tendência de crescimento da produtividade continua ou cessa.

Em uma breve análise econômica dos fertilizantes utilizados e o valor do tomate industrial no campo, e considerando os valores praticados em abril de 2015, temos: fertilizante MAP – R\$ 2.000,00 a tonelada, fertilizante organomineral a base de cama de frango – R\$ 1.150,00 a tonelada e o tomate industrial – R\$ 200,00 a tonelada (valores fornecidos por Adubos Sul Goiano, Embrapa Solos Unidade Rio Verde e Empresa Goialli de processamento de tomate respectivamente). Ao se optar pelo uso de fertilizante mineral serão necessárias 10,00 t de tomate para cobrir os custos com o fertilizante, enquanto que ao usarmos o fertilizante organomineral necessitaremos de 5,75 t de tomate para cobrir os custos com o fertilizante. Portanto, em comparação teríamos um lucro de R\$ 850,00 por tonelada ao utilizarmos o fertilizante organomineral.

#### 4.4 CLASSIFICAÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos do híbrido estudado foram classificados em função de seu formato, cor e diâmetro equatorial, de acordo com o Centro de Qualidade de Horticultura do Ceagesp. As classificações de formato e cor são para definir em qual grupo o híbrido se enquadra, e a classificação de diâmetro equatorial define a classe do fruto.

A classificação por grupo é utilizada para caracterizar os grupos de cultivares. No grupo de formato os frutos são agrupados em cinco classes distintas, e são determinados pela relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto. O grupo V é determinado apenas pelo diâmetro equatorial. Os grupos se definem da seguinte maneira:

Caqui: Grupo I – relação menor que 0,90 mm;

Saladinha: Grupo II – relação entre 0,90 mm e 1 mm;

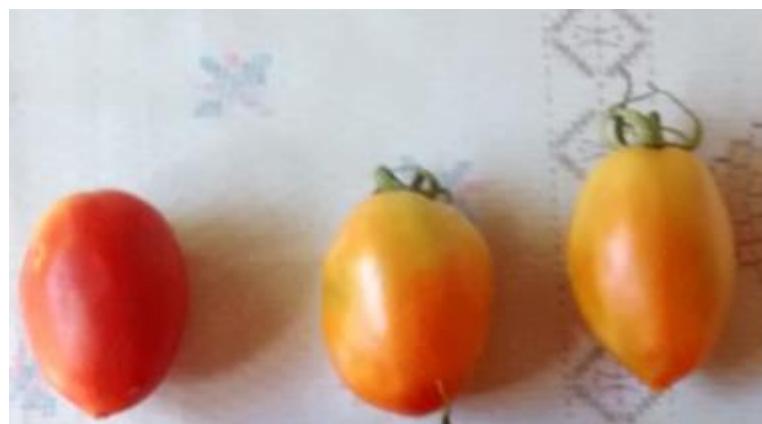
Santa Cruz: Grupo III – relação entre 1 mm e 1,15 mm;

Italiano: Grupo IV – relação maior que 1,15 mm;

Cereja: Grupo V – diâmetro equatorial menor que 39 mm.

Em relação ao parâmetro o padrão brasileiro de classificação de tomates (Ceagesp, 2006) propõe as seguintes categorias de cor: vermelho, rosado, laranja e amarelo. E ainda subgrupos de cor por ocasião do amadurecimento e mudanças na casca: subgrupo I Pintando – tomate com o ápice amarelecendo; II Colorido – tomate com a cor entre o subgrupo I e 90% da cor final; III Maduro – tomate com mais de 90% da cor final.

O híbrido em todos os tratamentos apresentou uma relação entre 1,3 e 1,5 mm, sendo portanto classificado como Grupo IV – Italiano, e quanto ao grupo de coloração foi caracterizado como vermelho, subgrupo colorido conforme as Figuras 11 e 12.



**Figura 11.** Classificação dos frutos de tomate em formato e coloração. Ceres, GO, 2014



**Figura 12.** Classificação dos frutos de tomate em formato e coloração. Ceres, GO

Os frutos são agrupados em classes para garantir a homogeneidade visual de

tamanho. O tamanho é determinado pelo diâmetro equatorial em mm. São determinadas oito classes distintas:

Classe 0 – Diâmetro equatorial menor que 40 mm;

Classe 40 – Diâmetro equatorial maior ou igual a 40 mm até 50 mm;

Classe 50 – Diâmetro equatorial maior ou igual a 50 mm até 60 mm;

Classe 60 – Diâmetro equatorial maior ou igual a 60 mm até 70 mm;

Classe 70 – Diâmetro equatorial maior ou igual a 70 mm até 80 mm;

Classe 80 – Diâmetro equatorial maior ou igual a 80 mm até 90 mm;

Classe 90 – Diâmetro equatorial menor maior ou igual a 90 mm até 100 mm;

Classe 100 – Diâmetro equatorial menor maior que 100 mm.

Os frutos das classes 0 e 40 são classificados como pequenos, os frutos da classe 50, como médios, e os frutos das classes 60 a 100 são classificados como graúdos. De acordo com esse agrupamento os frutos do híbrido estudado poderiam ser enquadrados na classe de pequeno e/ou médio, pois o diâmetro oscilou no intervalo entre 43 e 53 mm, conforme demonstrado na Figura 13.



**Figura 13.** Determinação de frutos em classes de tamanho. Ceres, GO, 2014

#### 4.5 TEOR DE CLOROFILA

A análise de variância apontou diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre as fontes de fertilizantes e doses de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ , às fases de desenvolvimento que o tomate se

encontrava no momento da coleta, nas interações dos tratamentos e épocas de coleta e na interação entre as folhas e às fases do desenvolvimento para o teor de clorofila SPAD (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância do teor de clorofila SPAD em função de diferentes tratamentos de fertilizantes, de folha de coleta e da época no momento da coleta. Ceres, GO, 2014

Fator de variação	F calculado	Significância
Fertilizantes	2,269	*
Época	8,032	*
Folha	2,083	ns
Fertilizantes X Época	2,351	*
Fertilizantes X Folha	0,714	ns
Posição da folha X Época	4,214	*
Fertilizantes X Folha X Época	0,436	ns
Coeficiente de variação	-	14,7%

\*Significativo a 5%; ns – não significativo a 5% de probabilidade

Os fertilizantes organomineral e mineral estudados diferiram significativamente ( $P<0,05$ ) na coleta realizada trinta dias após o transplante das mudas do tomate. E na coleta realizada sessenta dias após o transplante não houve diferenças significativas (Tabela 6). Aos trinta dias após o transplante as plantas se apresentavam em desenvolvimento vegetativo, priorizando a formação de órgãos vegetativos e aos sessenta dias após o transplante as plantas priorizavam o desenvolvimento de órgãos reprodutivos. O teor de clorofila aos trinta e sessenta dias após o transplante não apresentaram tendência de respostas linear com o aumento dos fertilizantes, seja organomineral ou mineral. Provavelmente os fertilizantes estudados não estão associados diretamente com a síntese de moléculas de clorofila. A molécula de clorofila é composta por Nitrogênio, Magnésio, Carbono, Hidrogênio e Oxigênio.

O teor de clorofila nas folhas de tomate aos trinta dias após o transplante variou em função dos fertilizantes estudados. O fertilizante mineral na dosagem de 100 kg de  $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$  foi superior a dosagem de 50 kg de  $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$  do fertilizante mineral. Entre as demais dosagens e fertilizantes não houve diferenças significativas (Tabela 6). O uso de fertilizantes orgânicos proporciona benefícios ao solo e às culturas, principalmente devido

ao incremento de matéria orgânica e liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio. As dosagens do fertilizante organomineral não demonstraram ser suficientes para alterar o teor de clorofila nas folhas. Observa-se que o fertilizante mineral na dosagem de 100 kg de  $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$  incrementou os teores de clorofila em 16% em relação aos teores encontrados na testemunha.

**Tabela 6.** Valores médios verificados para o teor de clorofila em duas épocas consecutivas de coleta sob a aplicação de fertilizantes organominerais e fertilizantes minerais. Ceres, GO, 2014

Fertilizantes - Doses	30 DAT <sup>1</sup>	60 DAT
1 – testemunha	43,9 ab B	50,8 a A
2 – 50 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FOM <sup>2</sup>	45,6 ab A	50,4 a A
3 – 100 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FOM	44,1 ab A	48,7 a A
4 – 150 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FOM	49,0 ab A	46,3 a A
5 – 200 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FOM	50,0 ab A	47,2 a A
6 – 50 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FM <sup>3</sup>	42,9 b B	53,5 a A
7 – 100 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FM	52,6 a A	51,5 a A
8 – 150 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FM	51,9 ab A	54,1 a A
9 – 200 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ de FM	46,7 ab A	49,4 a A

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas, dentro do fator tratamentos, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas linhas, dentro do fator épocas da planta, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>DAT (dias após o transplante); <sup>2</sup>FOM (fertilizante organomineral); <sup>3</sup>FM (fertilizante mineral).

Aos sessenta dias após o transplante não houve diferenças significativas entre os fertilizantes e suas dosagens (Tabela 6). Na fase vegetativa algumas folhas próximas ao ápice ainda são consideradas drenos, não possuindo capacidade para produção de fotoassimilados suficientes para atender suas demandas. Nessa fase, prioriza a formação de estruturas e biomoléculas, como a clorofila. Aos sessenta dias após o transplante a planta encontra-se na fase reprodutiva, direcionando os fotoassimilados às estruturas reprodutivas. Assim nas condições do experimento realizado, a fase vegetativa demonstrou ser a mais indicada para avaliar alterações no teor de clorofila em folhas do tomate.

O índice de clorofila dos resultados é considerado um indicativo do estado nutricional das plantas em relação ao nitrogênio. Porto (2013), trabalhando com doses de nitrogênio em tomate híbrido, verificou leituras SPAD em torno de 50 a 55 unidades, conferido em folhas de maior intensidade da cor verde, valores próximos ao encontrado no

presente trabalho. Prado & Vale (2008), trabalhando com doses de N, P e K sobre a medida de clorofila no limoeiro cravo, observaram que apenas o N influenciou significativamente a leitura SPAD. Porém, ressalta o papel do P na nutrição das plantas, pois é componente do ATP, que fornece energia ao processo ativo de absorção de N (Malavolta et al., 1989) com reflexos na leitura SPAD (Prado & Vale, 2008).

Na interação entre os fertilizantes e as épocas de coleta houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) na testemunha e no tratamento composto por 50 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  de fertilizante mineral, os demais fertilizantes e suas diferentes dosagens apresentaram teores de clorofila numericamente próximos. As leituras são realizadas nos últimos folíolos localizados do ápice para a base da planta e com o passar do tempo pode ter ocorrido redistribuição do nitrogênio das folhas mais velhas para as mais novas, afinal o nitrogênio é móvel nas plantas (Malavolta et al., 1997), semelhante ao que ocorreu com a testemunha e com a maioria dos fertilizantes estudados (Tabela 6).

Na interação entre a posição das folhas e a época de coleta verificamos que houve diferenças estatísticas ( $P<0,05$ ) nas leituras SPAD. Aos trinta dias após o transplante não houve diferença entre as folhas e aos sessenta dias o folíolo terminal da primeira folha do ápice foi superior ao folíolo terminal da quinta folha do ápice (Tabela 7). As folhas mais jovens e tenras apresentam maior teor de clorofila e consequentemente nitrogênio, pela redistribuição do elemento para as áreas de crescimento, ou seja, das folhas mais velhas para as mais novas, realizada via floema (Fauquin & Andrade, 2004).

**Tabela 7.** Valores médios verificados para o teor de clorofila (unidade SPAD) em três folíolos localizados em partes distintas do tomate e em duas épocas de coleta. Ceres, GO, 2014

Folhas	30 DAT <sup>1</sup>	60 DAT
Folíolo terminal da primeira folha do ápice	47,3 a B	53,0 a A
Folíolo terminal da terceira folha do ápice	46,6 a B	50,3 ab A
Folíolo terminal da quinta folha do ápice	48,3 a A	47,2 b A

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas, dentro do fator folhas de coleta, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, nas linhas, dentro do fator épocas da planta, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>DAT (dias após o transplante).

Os valores médios de clorofila apresentaram diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre a época de coleta para as primeiras e terceiras folhas; para as quintas folhas os

valores não se diferenciaram estatisticamente, mas numericamente observou um pequeno decréscimo com o decorrer do tempo. A fase vegetativa do tomate é curta, visto que o crescimento vegetativo e o desenvolvimento reprodutivo ocorrem concomitante durante maior parte do ciclo de vida da planta. As folhas mais jovens têm papel fundamental pois cumprem a função de fornecer assimilados para suportar inflorescências, frutos, ápice caulinar e sistema radicular (Puiatti et al., 2010), corroborando com os teores médios de clorofila apresentados aos sessenta dias após o transplante nas folhas mais jovens (primeiras e terceiras folhas) do presente trabalho.

Maia (2011), trabalhando com cultivares de feijão e uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada verificou na maioria das cultivares estudadas que o teor de nitrogênio apresentou acréscimos no decorrer do tempo, e que os teores máximos foram observados na época correspondente ao desenvolvimento reprodutivo, e após começaram a decrescer. Esse decréscimo ocorre porque o nitrogênio na fase reprodutiva começa a ser mobilizado das folhas para as estruturas reprodutivas, afinal a planta prioriza suas sementes como forma de sobrevivência da espécie. Acarretando assim a sua diminuição na concentração das folhas. Resultado semelhante obteve Ferreira et. al., (2006) trabalhando com tomate em adubação orgânica e duas épocas de cultivo, que verificaram tendência de decréscimo do teor de clorofila com o decorrer do ciclo da cultura.

## 5 CONCLUSÕES

- i) O fertilizante organomineral apresenta aumento de massa fresca de frutos, número de frutos por planta, frutos sadios e produtividade média;
- ii) A dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> do fertilizante organomineral apresenta aumento de produtividade; porém, estudos posteriores com doses mais elevadas precisam ser realizados para comprovar a tendência de crescimento da produtividade;
- iii) Em relação ao teor de clorofila, a fase vegetativa demonstra ser a mais indicada para avaliar alterações no teor de clorofila em folhas do tomate;
- iv) Não há interação entre os tipos de fertilizantes usados, indicando que nas condições edafoclimáticas do experimento, ambos os fertilizantes possuem desempenho agronômicos semelhantes;
- v) O fertilizante organomineral é o mais indicado economicamente para o uso cultura de tomate industrial.

## 6 REFERÊNCIAS

ABBOUD, A. C. S. **Introdução à Agronomia**. São Paulo: Interciência–Zamboni, 2013. 644 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 179-189, 2000.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 07-11, 2012.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONGO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

ARIMURA, N. T.; LUZ, J. M. Q.; CARREON, R.; SILVA, I. R.; GUIRELLI, J. E.; SILVA, M. A. D. Produção de mudas de tomate em função da aplicação de produtos organominerais líquidos comerciais e experimentais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: ABH, 2006. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0432.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0432.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2012.

AUGUSTO, K. V. Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia**. 2005, 131 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005. Disponível em: <<http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/zoo/m/3036.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

ÁVILA, V. S.; MAZZUCO H.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário**: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizantes. Concórdia: Embrapa, 1992. 38 p. (Circular Técnica, n. 16).

AZEVEDO, M. A. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos – Aspectos teóricos e operacionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 44 p.

BAETA-HALL, L.; SÀÁGUA, M. C.; BARTOLOMEU, M. L.; ANSELMO, A. M.; ROSA, M. F. A. Compostagem como processo de valorização dos resíduos na extração de

azeite em contínuo. **Boletim de Biotecnologia**, Lisboa, n. 72, p. 29-35, 2003.

BARROW, N. J. Reaction of anions and cations with variablecharge soils. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 38, n. 1, p. 183-230, 1985.

BRANCO, S. M.; MURGEL, P. H.; CAVINATTO, V. M. Compostagem: solução biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 115-122, 2001.

BELLAVER, C.; PALHARES, C. P. Uma visão sustentável sobre a utilização de cama de aviário. **Avicultura Industrial**, Itu, v. 94, n. 06, p. 14-18, 2003.

BENITES, V. M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos suínos e aves no Brasil. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 29., 2010, Guarapari. **Resumos...** Guarapari: FertBio, 2010. Não paginado.

BEZERRA, E.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, P. A. R.; GUIRELLI, J. E.; ARIMURA, N. T. Adubação com organomineral Vitan na produção de batata. In: **ENCONTRO NACIONAL DA PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DA BATATA**, 13., 2007, Holambra. **Anais eletrônicos...** Holambra: ABBA, 2007. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/eventos/arquivos/resumos\\_10.pdf](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/eventos/arquivos/resumos_10.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2012.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 23, de 31 de agosto de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 set. 2005. Seção 1, p. 12.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 27, de 31 de julho de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênesis, 2008. 344 p.

CANELAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça

por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

CARVALHO, J. L.; GUI PAGLIUCA, L. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifrut Brasil**, Piracicaba, v. 6, n. 58, p. 6-14, 2007. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/full.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

CASTRO, D. S. **De acordo com o IBGE, 200 mil toneladas de tomate industrial poderão ser colhidos em 2013**. 2013. Disponível em: <<http://www.afe.com.br/noticia/7670/de-acordo-com-o-IBGE-200-mil-toneladas-de-tomate-industrial-poderao-ser-colhidos-em-2013>>. Acesso em: 01 abr. 2014.

CHANYASAK, V.; KUBOTA, H. Carbon/organic nitrogen ratio in water extracts as a measure of composting degradation. **Journal of Fermentation Technology**, Londres, v. 59, n. 9 p. 215-221, 1981.

CEAGESP. **Normas de classificação do tomate**. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2003. Não paginado.

COIMBRA, K. G.; PEIXOTO, J. R.; SANTINI, M. R.; NUNES, M. S. Efeito de produtos alternativos no desempenho agronômico de tomate rasteiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1508-1513, 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS. **Recomendação de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5º Aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 400 p. Disponível em: <[http://www.sbcsrcs.org.br/docs/manual\\_de\\_adubacao\\_2004\\_versao\\_internet.pdf](http://www.sbcsrcs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2014.

DIAS, B. O.; SILVA, C. A.; SOARES, E. M. B.; BETTIOL, W. Estoque de carbono e quantificação de substâncias húmicas de latossolo submetido à aplicação contínua de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 701-711, 2007.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **Revista BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 24, p. 97-138, 2006. Disponível em: <[http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bnDES\\_pt/Galerias/Arquivos/colonhecimento/bnset/set2404.pdf](http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bnDES_pt/Galerias/Arquivos/colonhecimento/bnset/set2404.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2014.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 983-992, 2002.

ECOCHEM. **Composting Process**. 2004. Disponível em: <[http://www.ecochem.com/t\\_compost\\_faq2.html](http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html)>. Acesso em: 09 abr. 2014.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo de tomate para industrialização:** Sistemas de Produção. 2013. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/imp ortancia.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2014.

**ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Land application of sewage sludge:** a guide for land applicators on the requirements of the federal standards for the use or disposal of sewage sludge, 40 CFR Part 503. 1994. Disponível em: <[http://water.epa.gov/polwaste/wastewater/treatment/biosolids/upload/2002\\_06\\_28\\_mtb\\_b iosolids\\_sludge.pdf](http://water.epa.gov/polwaste/wastewater/treatment/biosolids/upload/2002_06_28_mtb_b iosolids_sludge.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2014.

**ERNANI, P. R.; STECKLING, C.; BAYER, C.** Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 939-946, 2001.

**FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. Diagnose do estado nutricional das hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p. Disponível em: <[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Prof\\_Faquin/Nutricao\\_mineral\\_diagnose \\_hortalicas2\\_ed.pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_diagnose _hortalicas2_ed.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2015.

**FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. Manual prático para a compostagem de bioassólidos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 91 p.

**FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P.** Índice spad e teor de clorofila no limbo foliar do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 305, p. 83-92, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3052/305226787012.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2014.

**FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas:** agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FAO. Pesquisa exportação mundial de carne de frango.** 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/T/TP/E>>. Acesso em 04 mar. 2015.

**FONTES, P. C. R.** Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas em alface e depressão amarga dos frutos em maça: deficiência de cálcio? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 145, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362003000200003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362003000200003)>. Acesso em: 16 jan. 2015.

**GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B.** Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003.

**GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A.** Índice SPAD para o

diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GONÇALVES, M. V.; CARREON, R.; LUZ, J. M. Q.; GUIRELLI, J. E.; SILVA, P. A. R.; SILVA, M. A. D. **Produção de batata, cv. Atlantic, submetida a produtos organominerais Aminoagro**. 2007. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos/resumo\\_24.pdf](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos/resumo_24.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2012.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051999000100020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051999000100020)>. Acesso em: 16 nov. 2014.

HAGA, K. Development of composting technology in animal waste treatment. Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [S.I.], v. 12, n. 4, p. 604-606, 1999. Disponível em: <<http://www.ajas.info/upload/pdf/12-84.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

HAUG, R.T. **The Pratical Handbook of Compost Engineering**. Boca Ratón: Lewis Publishers, 1993. 719 p. Disponível em: <[https://books.google.de/books?id=MX\\_jbemODmAC&pg=PP13&lpg=PP13&dq=The+Practical+Handbook+of+Compost+Engineering&source=bl&ots=WdYDhm7gl8&sig=ju5ttLAyDsh4zW8HDbJy82\\_s\\_hQ&hl=pt-BR&sa=X&ei=kwq1VPjtCYS\\_sQTKjoKICA&ved=0CFQQ6AEwBQ#v=onepage&q=The%20Practical%20Handbook%20of%20Compost%20Engineering&f=false](https://books.google.de/books?id=MX_jbemODmAC&pg=PP13&lpg=PP13&dq=The+Practical+Handbook+of+Compost+Engineering&source=bl&ots=WdYDhm7gl8&sig=ju5ttLAyDsh4zW8HDbJy82_s_hQ&hl=pt-BR&sa=X&ei=kwq1VPjtCYS_sQTKjoKICA&ved=0CFQQ6AEwBQ#v=onepage&q=The%20Practical%20Handbook%20of%20Compost%20Engineering&f=false)>. Acesso em: 12 maio 2014.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. de A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Mafra, v. 6, n. 1, p. 41-50, 2005.

ILLÉS, E.; TOMBÁCZ, E. The role of variable surface charge and surface complexation in the adsorption of humic acid on magnetite. **Colloids and Surfaces A: physicochemical engineering aspects**, [S.I.], v. 230, n. 1, p. 99-109, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Rio de Janeiro, 2010, 282 p. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_aquisicao/pof20082009\\_aquisicao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/pof20082009_aquisicao.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA – Banco de dados Agricultura**. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA – Banco de dados Pecuária**. 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1094&z=t&o=1&i=P>>. Acesso

em: 04 mar. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA IPT. **Lixo Municipal:** manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 350 p.

JORGE, J. A. **Solo, manejo e adubação.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. 225 p.

KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A. M. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, [S.l], v. 83, n. 1, p 27-36, 2002.

Disponível em:

<<http://josiah.berkeley.edu/2007Fall/ER200N/Policy/Memo/AdvancesInPoultryLitterDisposalTechnology.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais.** Piracicaba: Editora Degaspari, 1999. 146 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem maturação e qualidade do composto.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2002. 171 p.

KOZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suíno e cama de aves.** Videira: Embrapa, 2003. 16 p. (Informe Técnico). Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/destaques/dejetos/dejetos.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2014.

LASARIDI, K.; KOTSOUA, M.; PILIDISB, G.; MANIOSC, T.; KYRIACOUA, A. Quality assessment of composts in the greek market: the need for standards and quality assurance. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 80, n. 1, p. 58-65, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479705002707>>. Acesso em: 26 maio 2014.

LELIS, M. P. N.; PEREIRA NETO, J. T. A. Influência da umidade na velocidade de degradação e no controle de impactos ambientais da compostagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10., 1999, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 10.

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 373-377, 2010.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Produtividade de tomate Débora Pto sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 489-494, 2010. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/Revista/Revista\\_28\\_4/PH\\_2021.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/Revista/Revista_28_4/PH_2021.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2015.

MAIA, S. C. M. **Uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de feijoeiro.** 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 252 p.

MALAVOLTA E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 308 p.

MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 355-360, 2007.

MARÍN, I.; SANZ, J. L.; AMILS, R. **Biotecnología y medioambiente**. Madri: Ephemera, 2005. 310 p.

MORGADO, M. A. D.; FIALHO, J. S.; BRUCKNER, C. H.; MELO, L. A. Non-destructive estimation of chlorophyll content in yellow passion fruit leaves. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 74-78, 2011. Disponível em: <<http://www.rbas.com.br/revista/index.php/rbas/article/view/15/13>>. Acesso em: 18 jan. 2015.

NICOLOSO, R. S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/Disserta%E7%E3o%20Nicoloso.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. **Composto Orgânico**. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, 1995. 12 p. (Circular Técnica, n. 23). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/637380/1/CompostoOrganicoJorgeLoyolaCircularTecnica231995.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

OLIVEIRA, E. A. B. **Avaliação de método alternativo para extração e fracionamento de substâncias húmidas em fertilizantes orgânicos**. 2011, 53 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)–Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduação/dissertacoes/pb1213909%20ELIEZER%20AUGUSTO52%BAETA%20DE%20OLIVEIRA.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. 2008. 19 p. Anotações de aula. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem\\_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf)>. Acesso em: 7 jul. 2014.

OLIVEIRA, M. C.; GOULART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito das duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e incidência de lesões na carcaça de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2002.

ORTOLANI, E. L.; BRITO, L. A. B. Enfermidades causadas pelo uso inadequado de “cama de frango” na alimentação de ruminantes. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 7, n. 22, p. 41-48, 2001.

PEREIRA NETO, J. T. Conceitos modernos de compostagem. **Engenharia Sanitária**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p. 104-109, 1989.

PICCOLO, A.; SPACCINI, R.; NIEDWE, R.; RICHTER, J. Sequestration of a biologically labile organic carbon in soil by humified organic matter. **Nature Climate Change**, [S.l.], v. 67, n. 2, p. 329-349, 2004.

PIMENTA, A. P.; SANTANA, J. A. S.; ANJOS, R. M.; BENITES, V. M.; ARAÚJO, S. O. Caracterização de ácidos húmicos produzidos a partir de carvão vegetal de duas espécies florestais do semiárido: Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 01-11, 2009.

PORTO, J. S. **Fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade de tomate híbrido silvety**. 2013. 155 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

PRADO, R. M.; VALE, D. W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura SPAD em porta enxertos de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 227-232, 2008.

PUIATTI, M.; BALBINO, J. M. S.; FONSECA, M. J. O.; RONCHI, C. P. **Fisiologia do desenvolvimento do tomateiro**. Vitória: Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural), 2010. 36 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAMOS-TEJADA, M. M.; ONTIVEROS, A.; VIOTA, J. L.; DURÁN, J. D. G. Interfacial and rheological properties of humic acid/hematite suspensions. **Journal of Colloid and Interface Science**, Amsterdan, v. 268, n. 1, p. 85-95, 2003.

RESENDE, F. V.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; NASSUR, R. de C. M. R. Avaliação de cultivares, linhagens e híbridos de tomate de hábito determinado em sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 3071, 2006.

RODRIGUES, M. S.; SILVA, F. C.; BARREIRA, L. P.; KOVACS, A. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: SPADOTTO, C.A.; RIBEIRO, W. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: FEPAF, 2006. p. 63-94.

ROSA, J. V.; PRATES, D. F.; WÜRFEL, S. F. R.; CAMACHO, N. N.; COLVARA, J. G.; LIMA, A. S.; SILVA, W. P. Avaliação de *Salmonella* spp. em carcaças de frango resfriadas no sul do Rio Grande do Sul após implementação do programa de redução de patógenos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., 2008, Gramado. **Anais...** Gramado: COMBRAVET, 2008.

RUPPENTHAL, V.; CONTE, M. A. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p.145-150, 2005.

SANTOS, B. Investimento certo. **Dinheiro Rural**, São Paulo, v. 9, n. 118, 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://revistadinheirorural.terra.com.br/edicao/edicao-118>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

SANTOS, C. C. **Avaliação físico-química de compostos de cama de frango e sua utilização na agricultura**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)– Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

SANTOS, M. G. M.; BARBOZA, V. C.; CASTILHO, A.; COSME, M.; PADOVEZZI, V. H. A.; DUTRA, J. E.; BARBOZA, A. C.; PELEGRINELLI, M. V.; ROCHA, S. F. Cama de frango e adubação mineral no cultivo de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: ABH, 2004.

SAURE, M.C. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) – a calcium – or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v. 90, n. 3, p. 193-208, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423801002278>>. Acesso: 16 jan. 2015.

SCHWARZ, K.; REZENDE, J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agronômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 410-418, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362013000300011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362013000300011)>. Acesso em: 06 jan. 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 294-299, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N.; NASCIMENTO, J. F. L. M.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. L.; CARVALHO, I. P. L. Produção de pepino tipo japonês em ambiente protegido em função de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 65-74, 2012.

SEGANFREDO, M. A. **A aplicação do princípio do balanço de nutrientes no planejamento do uso de dejetos animais para adubação orgânica**. Concórdia: Embrapa – CNPSA, 2001. 05 p. (Comunicado Técnico, n. 291).

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 597-624.

SILVA, F. A. M. **Qualidade de compostos orgânicos produzidos com resíduos do processamento de plantas medicinais**. 2005. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

Filho, Botucatu, 2005.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. de B.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A.; FRANCA, F. H.; SANTOS, J. R. M.; FURUMOTO, O.; FONTES, R. R.; MARQUELLI, W. A.; NASCIMENTO, V. W.; SILVA, W. L. C.; PEREIRA, W. Cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) para industrialização. In: **Instruções Técnicas do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças**. Brasília: Embrapa/CNPH, 1994. p. 1-36.

SILVA, L. M. S. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento)–Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/54.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

SILVA, M C.; PINTO, F.; SILVA, E. A.; PEREIRA, M.; QUENTAL, L. N.; CHAVES, B. **Compostagem em Portugal**. Escola Superior de Biotecnologia, 2003. Disponível em: <<http://www.esb.ucp.pt/compostagem>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

SILVA, M. E. C. **Compostagem de lixo em pequenas unidades de tratamento**. Viçosa: CPT, 2000. 82 p.

SILVA, M. W. da.; JADOSKI, C. J.; ORIKA, E. O.; GOTO, R. Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 2, n. 3, p. 103-106, 2009.

SILVA, R. C.; BERTON, R. S.; CHITOLINA, J. C.; BALLESTERO, S. D. **Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. p. 1-17 (Circular Técnica, n. 3).

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SIQUEIRA, F. G. **Efeito do teor de nitrogênio inoculantes e métodos de compostagem para cultivo de *Agaricus blazei***. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SORBARA, J. O. B.; RIZZO, M. F.; LAURENTIZ, A. C.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; MORAES, V. M. B. Avaliação da polpa de citros peletizada como material para cama de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 273-280, 2000.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. **Informações Agronômicas**, n. 102, p. 1-16. 2002. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF)>. Acesso em: 19 maio 2014.

STEVENS, M. A.; RICK, C. M. Genetics and breeding. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. **The tomato crop**. Londres: Chapman and Hall, 1986. p. 35-109.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater, 2008. 222 p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Campinas: NEPA/Unicamp, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

TAVARES, M. F. F.; HABERLI JÚNIOR, C. **O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais**. São Paulo: Escola Superior de Propaganda e Marketing-ESPM. 2011. 16 p. Disponível em: <<http://www.espm.br/Publicacoes/CentralDeCases/Documents/FERTILIZANTES.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

TEIXEIRA, N. T.; PAULA, E. L.; FAVARE, D. B.; ALMEIDA, F.; GUARNIERI, V. Adubação orgânica e orgânica-mineral e algas marinhas na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 07-11, 2012.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

VITORINO, K. M. N.; PEREIRA NETO, J. T. Estudo da compatibilidade dos resíduos da agroindústria sucroalcooleira. In: CONFERÊNCIA SOBRE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE, 1992, Viçosa. **Anais...** Viçosa: NEPEMA, 1992.

WESTERN, P. M.; BICUDO, J. R. Management considerations for organic waste use in agriculture. **Bioresource Technology**, Londres, v. 96, n. 2, p. 215-221, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852404001798>>. Acesso em: 21 maio 2013.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; DUFFIELD, R. R.; EDMISTEN, K. L. Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, Georgia, v. 15, n. 4, p. 487-500, 1992.