

## Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações 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 através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento 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):	Marcos Fernandes Oliveira		
CPF:	000.396.061-71	E-mail:	<a href="mailto:marcoseherika@yahoo.com.br">marcoseherika@yahoo.com.br</a> ou <a href="mailto:mafeoliv@yahoo.com.br">mafeoliv@yahoo.com.br</a>
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):			
Agência de fomento:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO
CNPJ:			
Título:	NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE <i>Bemisia tabaci</i> (GENN.) BIÓTIPO B		
Palavras-chave:	equilíbrio nutricional, trofobiose, seleção hospedeira, adubação mineral, adubação orgânica		
Título em outra língua:	TOMATO NUTRITION AND ITS EFFECT ON THE DEVELOPMENT OF <i>Bemisia tabaci</i> (GENN) NYMPHS BIOTYPE B.		
Palavras-chave em outra língua:	nutritional equilibrium, trophobiosis, host selection, mineral fertilization, organic fertilization		
Área de concentração:	Produção Vegetal		
Data defesa:	17/02/12		
Programa de Pós-Graduação:	Agronomia		
Orientador(a):	Paulo Marçal Fernandes		
CPF:	147.763.671-91	E-mail:	<a href="mailto:pmarta@terra.com.br">pmarta@terra.com.br</a>
Co-orientador(a):	Valquiria da Rocha Santos Veloso		
CPF:	158.041.861-91	E-mail:	<a href="mailto:valquiariadaufg@gmail.com">valquiariadaufg@gmail.com</a>
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	

### 3. Informações de acesso ao documento:

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

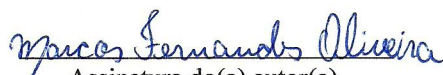
Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: \_\_\_\_\_

Outras restrições: \_\_\_\_\_

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico 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 o padrão do Acrobat.

  
Assinatura do(a) autor(a)

Data: 18/09/ 2012

<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. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
GPT/BC/UFG**

O482n Oliveira, Marcos Fernandes.  
Nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *Bemisia tabaci* (GENN.) biótipo B. [manuscrito] / Marcos Fernandes Oliveira. – 2012.  
189 f.: il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes; Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.  
Valquíria da Rocha Santos Veloso.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás,  
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de tabelas e figuras.

1. *Bemisia tabaci* (GENN.) biótipo B – Tomateiro. 2. Mosca-branca – Tomateiro.  
3. Tomateiro – Adubação mineral. 4. Tomateiro – Adubação orgânica 5. Tomateiro –  
Nutrição – Avaliação. 6. Pragas agrícolas. I. Título.

CDU: 635.64:595.75

**MARCOS FERNANDES OLIVEIRA**

**NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO  
DE NINFAS DE *Bemisia tabaci* (GENN.) BIÓTIPO B**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

**Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes**

Co-orientadora:

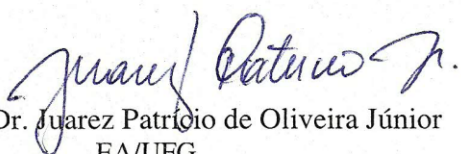
**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valquiria da Rocha Santos Veloso**

Goiânia, GO - Brasil  
2012

## MARCOS FERNANDES OLIVEIRA

TÍTULO: “NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE *Bemisia tabaci* (GENN.) BIÓTIPO B”.

Tese DEFENDIDA em 17 de fevereiro de 2012, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



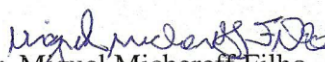
Prof. Dr. Juarez Patrício de Oliveira Júnior  
EA/UFG




Prof.ª Dr.ª Abadia dos Reis Nascimento  
EA/UFG



Prof. Dr. Márcio Fernandes Peixoto  
IF/Goiano – Rio Verde, GO.



Dr. Miguel Michereff Filho  
Embrapa Hortaliça



Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes  
Orientador/Presidente – EA/UFG

Goiânia, Goiás  
Brasil

Ao Senhor Jesus Cristo o Cordeiro Santo, Filho do Deus altíssimo, a razão do meu viver, que me resgatou das trevas e me trouxe para a maravilhosa luz da sua presença; ungiu-me com vestes de louvor, promoveu a abertura de meu entendimento, gerou sabedoria na minha mente, e sempre me capacitou para vencer todos os desafios. Único digno e merecedor de honras, glórias, louvores e majestade, por ser de todo, Onipotente, Onisciente e Onipresente em minha vida.

### **DEDICO**

À minha amada e preciosa esposa Hérika Aparecida de Souza Santos Oliveira, por sempre saber demonstrar amor. Exerceu a sabedoria que Deus lhe deu e em todo o tempo demonstrou o seu valor, me exortando, incentivando e dando forças nos momentos mais conflitantes. A ti o meu eterno respeito, sinceridade, transparência, compromisso e amor.

### **OFEREÇO**

Aos preciosos e sagrados pais que Deus me deu, ao meu pai Geraldo de Oliveira e minha mãe Aparecida de Fátima Oliveira, que em todo momento estiveram presentes em minha vida e nunca duvidaram da capacidade que Deus me concedeu. Sempre me incentivando e exortando a prosseguir com meus estudos e objetivos de vida, nunca mediram esforços para me dar o melhor de si, e em nada foram falhos comigo, pelo contrário fizeram até o que lhes parecia fora do alcance, tamanha dedicação que tiveram comigo. E por terem dedicado valioso tempo em orações ao meu favor.

### **MINHA GRATIDÃO**

“Pois quanto maior a sabedoria, maior o sofrimento; e quanto maior o conhecimento, maior o desgosto”.

**Ec. 1: 18**

“Pois para mim o viver é Cristo e morrer é lucro”

**Fp. 1: 21**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade maravilhosa, de poder cursar o doutorado na UFG.

À Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG).

À Adm<sup>a</sup>. de Agronegócio Hérika Aparecida de Souza Santos Oliveira, pela contribuição com a montagem, condução e avaliação dos experimentos.

À minha amada irmã Adriana Cristina Oliveira Rodrigues Araújo e a meu cunhado Juliano Rodrigues Araújo, por fazerem parte da minha vida e terem acreditado em mim.

Ao professor Dr. Paulo Marçal Fernandes pelo incentivo, apoio, paciência e dedicação em ensinar o que sabe.

À professora Dr<sup>a</sup>. Valquiria da Rocha Santos Veloso pela co-orientação.

À professora Dr<sup>a</sup>. Abadia dos Reis Nascimento, ao professor Dr. Juarez Patrício de Oliveira Júnior, ao professor Dr. Márcio Fernandes Peixoto e ao pesquisador Dr. Miguel Michereff Filho por gentilmente aceitarem o convite para fazerem parte da banca examinadora.

Ao secretário Welinton Barbosa Mota por ser uma pessoa prestativa e eficiente no que faz.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	08
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	12
<b>RESUMO</b>	13
<b>ABSTRACT</b>	14
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	18
2.1 A CULTURA DO TOMATEIRO	18
2.1.1 <b>Importância econômica e social</b>	18
2.1.2 <b>Origem</b>	20
2.1.3 <b>Taxonomia</b>	21
2.1.4 <b>Características botânicas</b>	23
2.1.4.1 Sistema radicular	23
2.1.4.2 Caule	23
2.1.4.3 Folhas	24
2.1.4.4 Florescimento	25
2.1.4.5 O fruto	25
2.1.4.6 As sementes	26
2.2 A MOSCA-BRANCA <i>Bemisia tabaci</i> (GENN.)	27
2.2.1 <b>Origem e distribuição geográfica</b>	27
2.2.2 <b>Aspectos morfológicos, biológicos e ecológicos do complexo <i>B. tabaci</i></b>	31
2.2.3 <b>As injúrias causadas pela mosca-branca</b>	36
2.2.4 <b>As geminiviroses</b>	38
2.2.5 <b>Métodos de controle de mosca-branca</b>	40
2.3 INTERAÇÕES INSETOS-PLANTAS	46
2.3.1 <b>As defesas das plantas e os insetos</b>	46
2.3.2 <b>Resistência de plantas a insetos</b>	48
2.3.3 <b>Insetos herbívoros e seus hospedeiros</b>	52
2.4 SISTEMA DIGESTIVO E NUTRIÇÃO DE INSETOS	54
2.4.1 <b>Exigências nutricionais dos insetos</b>	55
2.4.2 <b>Sistema digestivo dos hemípteros sugadores de seiva</b>	61
2.5 FERTILIZAÇÃO, NUTRIÇÃO E A RESISTÊNCIA DA PLANTA	63
2.5.1 <b>Nitrogênio</b>	67
2.5.2 <b>Potássio</b>	72
2.5.3 <b>Fósforo</b>	76
2.5.4 <b>Cálcio</b>	80
2.5.5 <b>Matéria orgânica do solo</b>	83
2.5.5.1 Aspectos gerais	83
2.5.5.2 Decomposição, mineralização e imobilização de resíduos no solo	88
2.5.5.3 As substâncias húmicas	90
2.5.5.4 Fertilização mineral <i>versus</i> fertilização orgânica	92

2.6	TEORIA DA TROFOBIOSE .....	94
2.6.1	<b>Fertilização mineral e a resistência da planta</b> .....	96
2.6.2	<b>Os agrotóxicos e a resistência da planta</b> .....	97
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	100
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	100
3.2	ESTRUTURA UTILIZADA NA CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS ...	100
3.3	CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE <i>B. tabaci</i> BIÓTIPO B .....	101
3.4	PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO .....	102
3.5	TRANSPLANTE DAS MUDAS DE TOMATEIRO E TRATOS CULTURAIS .....	104
3.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	106
3.7	COMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS E SUA APLICAÇÃO .....	106
3.7.1	<b>Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca e sua influência no desenvolvimento de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B</b> .....	106
3.7.2	<b>Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio e sua influência no desenvolvimento de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B</b> .....	108
3.7.3	<b>Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio e sua influência no desenvolvimento de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B</b> .....	109
3.7.3.1	Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica (experimentos 1 e 2) e sua influência no desenvolvimento de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B .....	110
3.7.3.2	Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral (experimentos 3 e 4) e sua influência no desenvolvimento de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B .....	113
3.8	INFESTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS COM <i>B. tabaci</i> BIÓTIPO B .....	114
3.9	MARCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS OVOS DE <i>B. tabaci</i> BIÓTIPO B DOS EXPERIMENTOS .....	115
3.10	AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS NINFAS DOS EXPERIMENTOS .....	117
3.11	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	117
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	118
4.1	NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES TEORES DE ESTERCO DE MINHOCA E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE <i>B. tabaci</i> (GENN.) BIÓTIPO B .	118
4.1.1	<b>Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de 28 dias</b> .....	118
4.1.2	<b>Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de 48 dias</b> .....	121
4.2	NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES RELAÇÕES NITROGÊNIO/POTÁSSIO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE <i>B. tabaci</i> (GENN.) BIÓTIPO B .	128
4.2.1	<b>Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica</b> .....	128
4.2.2	<b>Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica</b> .....	131

4.2.3	<b>Experimento 3 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica</b> .....	135
4.2.4	<b>Experimento 4 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica</b> .....	138
4.3	<b>NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE <i>B. tabaci</i> (GENN.) BIÓTIPO B</b> .....	147
4.3.1	<b>Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 24 dias</b> .....	147
4.3.2	<b>Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 34 dias</b> .....	150
4.3.3	<b>Experimento 3 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 24 dias</b> .....	157
4.3.4	<b>Experimento 4 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 34 dias</b> .....	160
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	167
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	168

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Relação de espécies do gênero <i>Solanum</i> seção <i>Lycopersicon</i> , com equivalente no antigo gênero <i>Lycopersicon</i> , agora parte do gênero monofilético <i>Solanum</i> (Peralta et al., 2005) .....	22
<b>Tabela 2.</b>	Proporções dos nutrientes encontrados nas plantas .....	65
<b>Tabela 3.</b>	Deficiência mineral induzida pelo uso frequente de agrotóxicos .....	99
<b>Tabela 4.</b>	Características dos tratamentos, com diferentes teores de esterco de minhoca, 180 dias após seu preparo. Goiânia, GO. 2010 .....	107
<b>Tabela 5.</b>	Quantidade de nutrientes adicionados aos tratamentos, segundo cada relação nitrogênio/potássio utilizada na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010. ....	109
<b>Tabela 6.</b>	Teor de nitrogênio, fósforo e potássio presentes nos materiais orgânicos utilizados para compor os tratamentos utilizados na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010 .....	111
<b>Tabela 7.</b>	Quantidade de nutrientes adicionados ao solo corrigido, para composição de cada tratamento utilizado na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010 .....	112
<b>Tabela 8.</b>	Características dos tratamentos de origem orgânica utilizados na nutrição do tomateiro após 81 dias de incubação. Goiânia, GO. 2010 ..	113
<b>Tabela 9.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	119
<b>Tabela 10.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010 .	119
<b>Tabela 11.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010 .	120
<b>Tabela 12.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	121

<b>Tabela 13.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010 .	122
<b>Tabela 14.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010 .	123
<b>Tabela 15.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	129
<b>Tabela 16.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	130
<b>Tabela 17.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	131
<b>Tabela 18.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	132
<b>Tabela 19.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	133
<b>Tabela 20.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	134
<b>Tabela 21.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	136

<b>Tabela 22.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	137
<b>Tabela 23.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	138
<b>Tabela 24.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	139
<b>Tabela 25.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	140
<b>Tabela 26.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm <sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010 .....	141
<b>Tabela 27.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 ..	148
<b>Tabela 28.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	148
<b>Tabela 29.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	149
<b>Tabela 30.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 ..	150

<b>Tabela 31.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	151
<b>Tabela 32.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	152
<b>Tabela 33.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 ..	157
<b>Tabela 34.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	158
<b>Tabela 35.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	159
<b>Tabela 36.</b>	Total de ninfas vivas, mortas, pupários vazios e ovos inviáveis ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 ..	160
<b>Tabela 37.</b>	Ninfas vivas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	161
<b>Tabela 38.</b>	Ninfas mortas ( $\pm$ EP) de <i>B. tabaci</i> biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010 .....	162

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estrutura metálica para produção de mudas de tomateiro. Goiânia, GO. 2010 .....	103
<b>Figura 2.</b> Aspectos da distribuição dos vasos nas bancadas: (a) distribuição dos vasos após o transplante das mudas; (b) distribuição dos vasos após avanço no crescimento e desenvolvimento das plantas. Goiânia, GO. 2010 .....	105
<b>Figura 3.</b> Materiais utilizados no tutoramento das plantas de tomate: (a) varetas metálicas; (b) arames emborrachados. Goiânia, GO. 2010 .....	105
<b>Figura 4.</b> Homogeneização dos materiais, solo e esterco de minhoca, para composição dos tratamentos. Goiânia, GO. 2010 .....	107
<b>Figura 5.</b> Materiais utilizados para infestação dos tratamentos com adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B: (a) frascos utilizados para o armazenamento dos insetos antes da infestação; (b) sacos confeccionados em tela antiafídeo. Goiânia, GO. 2010 .....	115
<b>Figura 6.</b> Contagem e marcação dos ovos e/ou ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B: (a) preparo do vaso para ser colocado com a planta de ápice voltado para baixo; (b) posicionamento das plantas para contagem de ovos e/ou ninfas de primeiro ínstar; (c) contagem de ovos e/ou ninfas de primeiro ínstar, com auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 16x). Goiânia, GO. 2010 .....	116
<b>Figura 7.</b> Aspecto visual da parte aérea das plantas de cada tratamento do experimento 2, após 30 dias da infestação: T1 – solo 100%; T2 – solo com 20% de esterco de minhoca; T3 – solo com 40% de esterco de minhoca; T4 – solo com 60% de esterco de minhoca; T5 – solo com 20% de esterco de minhoca e; T6 – esterco de minhoca 100%. Goiânia, GO. 2010 .....	127
<b>Figura 8.</b> Aspecto visual das raízes das plantas de cada tratamento do experimento 2, após 30 dias da infestação: T1 – solo 100%; T2 – solo com 20% de esterco de minhoca; T3 – solo com 40% de esterco de minhoca; T4 – solo com 60% de esterco de minhoca; T5 – solo com 20% de esterco de minhoca e; T6 – esterco de minhoca 100%. Goiânia, GO. 2010 .....	128

## RESUMO

OLIVEIRA, M. F. **Nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B.** 2012. 189 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012<sup>1</sup>.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a influência da nutrição do tomateiro no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* (Genn.) biótipo B. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em casa de vegetação e em condições de temperatura, umidade e fotoperíodo naturais, na Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA/UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. Cada tratamento foi composto por oito repetições, com uma planta por vaso. Os tratamentos utilizados para testar os diferentes teores de esterco de minhoca, na nutrição do tomateiro, foram às associações solo + esterco de minhoca: 100% + 0%; 80% + 20%; 60% + 40%; 40% + 60%; 20% + 80%; 0% + 100%. Os tratamentos utilizados para testar as diferentes relações N/K, na nutrição do tomateiro, foram às relações: 1/1; 2/1; 4/1; 8/1; 1/2; 1/4; 1/8. Para testar as diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, na nutrição do tomateiro, foram utilizados os tratamentos: esterco de galinha; esterco de minhoca; torta de algodão; torta de mamona e; mistura dos adubos (esterco de galinha + esterco de minhoca + torta de algodão + torta de mamona). Para testar as diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, na nutrição do tomateiro, foram utilizados os tratamentos: uréia; sulfato de amônio; Nitro LL<sup>®</sup>; nitrato de cálcio e; mistura dos adubos (uréia + sulfato de amônio + Nitro LL<sup>®</sup> + nitrato de cálcio). As infestações dos experimentos foram realizadas 40 dias após o transplante das mudas, liberando-se 50 casais de *B. tabaci* biótipo B no interior de sacos de tela antiáfídeos, colocados na terceira ou quarta folha de cada planta. Um dia após a infestação foi realizada a contagem e marcação de 300 ovos, em cada folha infestada. Dez dias após a infestação foi avaliada a quantidade de ovos inviáveis e a marcação de ninfas de primeiro ínstar. A análise do desenvolvimento das ninfas foi realizada aos 21 dias após a infestação dos insetos, no caso dos experimentos utilizados para testar diferentes fontes de nitrogênio e diferentes relações N/K e; aos 30 dias após a infestação dos insetos, no caso dos experimentos utilizados para testar os diferentes teores de esterco de minhoca. Ninfas de *B. tabaci* biótipo B apresentam alongamento e mortalidade dessa fase, com provável ocorrência de antibiose, ao se desenvolverem em plantas de tomateiro: cultivadas somente em esterco de minhoca (viabilidade ovo-adulto de 30% e redução populacional de 44%); adubadas segundo a relação N/K- 1/8 (viabilidade ovo-adulto de 13% e redução populacional de 69%); adubadas com esterco de galinha (viabilidade ovo-adulto de 30% e redução populacional de 41%) e; adubadas com nitrato de cálcio (viabilidade ovo-adulto de 25% e redução populacional de 57%).

*Palavras-chave:* equilíbrio nutricional, trofobiose, seleção hospedeira, adubação mineral, adubação orgânica

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valquiria da Rocha Santos Veloso. EA-UFG.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, M. F. **Tomato nutrition and its effect on the development of *Bemisia tabaci* (Genn) nymphs biotype B.** 2012. 189 f. Thesis (PhD in Agronomy: Vegetal Production) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012<sup>2</sup>.

The objective of this work was to evaluate the effect of tomato plants nutrition on the development of *B. tabaci* (Genn) biotype B. The experiments were carried out in a completely randomized design in a greenhouse at ambient temperature, moisture and photoperiod, at the Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA/UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. Each treatment had eight replicates with one plant per pot. Treatments used to test the various contents of earthworm manure were the association of (soil + earthworm manure: 100% + 0%; 80% + 20%; 60% + 40%; 40% + 60%; 20% + 80%, and 0% + 100%. Treatments used to test the N/K rates were: 1/1; 2/1; 4/1; 8/1; 1/2; 1/4, and 1/8. To test the different sources of organic nitrogen, the following treatments were used: chicken manure; earthworm manure; cotton meal; castor beans meal, as well as the mixtures (chicken manure + earthworm manure + cotton meal + castor beans meal. To test the various sources of mineral nitrogen, the following treatments were used: urea, ammonium sulfate; LL<sup>®</sup>; calcium nitrate and a mixture of fertilizers (urea + ammonium sulfate + Nitro LL<sup>®</sup> + calcium nitrate). The infestations were performed 40 days after plugs transplant, by releasing 50 couples of *B. tabaci* biotype B into screen bags, placed in the third or fourth leaf of each plant. One day after infestation 300 eggs were counted and marked on each infested leaf. Ten days after infestation the amount of unviable eggs were evaluated and first instar nymphs marked. The analysis of nymphs development was performed 21 days after infestation in the experiment used to test different sources of nitrogen and N/K rates; and, at 30 days after infestation in the experiments used to test the different levels of earthworm manure. *B. tabaci* nymphs biotype B showed elongation and mortality in that phase, probably due to antibiosis developed by tomato plants: cultivated in earthworm manure only (egg-adult viability 30% and 44% population reduction); fertilization according to N/K 1/8 rate (egg-adult viability 13% and 69% population reduction); fertilized with chicken manure (30% egg-adult viability and 41% population reduction); and, fertilized with calcium nitrate (25% egg-adult viability and 57% population reduction).

*Key words:* nutritional equilibrium, trophobiosis, host selection, mineral fertilization, organic fertilization.

---

<sup>2</sup> Adviser: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.

Co-adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valquiria da Rocha Santos Veloso. EA-UFG.

## 1 INTRODUÇÃO

A tomaticultura tem ocupado lugar de destaque na economia brasileira, por possuir um valor econômico muitas vezes atraente e também por ser uma atividade geradora de empregos e renda ao longo de toda a cadeia produtiva, tanto do tomate para consumo *in natura*, quanto do tomate para processamento industrial. Porém, segundo Filgueira (2007), não há na agricultura brasileira outra cultura de tão grande complexidade, do ponto de vista agrônomo, e de tão elevado risco econômico. Vários são os fatores que contribuem para a queda de produtividade do tomateiro, destacando-se a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B). De modo geral, sua presença na agricultura, desde os primeiros relatos até o momento, teve grande impacto econômico, com perdas enormes em todo o mundo, principalmente pela diminuição da produção e elevação dos gastos com insumos (Oliveira & Farias, 2000; Oliveira et al., 2001).

A cultura do tomateiro normalmente ocorre em regiões onde também se produzem feijão, hortaliças, batata, soja e outras culturas hospedeiras da mosca-branca, o que contribui para o aumento e manutenção de populações desse inseto. Ao promover a sucção da seiva das plantas, os insetos provocam desordens fisiológicas, causando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, debilitando-a e reduzindo a produtividade e qualidade dos frutos (Lourenção & Nagai, 1994; Plasencia & Gallego, 1999; Villas Bôas & França, 2008). Em altas densidades populacionais, as perdas na produção podem ser até 100% (Brown & Bird, 1992; Brown, 1994; Oliveira & Farias, 2000; Baldin et al., 2005). Os insetos ao se alimentarem secretam, sobre as folhas, substâncias açucaradas que servem de substrato para o crescimento e desenvolvimento de fumagina, o que reduz o processo de fotossíntese, afetando a produção e a qualidade dos frutos (Brown, 1994; Haji et al., 1996; Norman, 1996; Leite et al., 2002).

A *B. tabaci* biótipo B pode atuar ainda como vetor de alguns fitovírus, principalmente os pertencentes ao grupo dos geminivírus, o que tem provocado perdas substanciais na cultura do tomateiro em regiões tropicais e subtropicais (Gutierrez, 1999; Villas Bôas & Branco, 2009). Quando o vírus infecta as plantas ainda jovens, as perdas na produção são mais sérias, variando de 30% a 100% (Bezerra et al., 1997; Plasencia &

Gallego, 1999; Inoue-Nagata et al., 2009). Segundo Schuster et al. (1996), o complexo *Bemisia* spp. pode transmitir cerca de 44 tipos de viroses. Oliveira & Farias (2002), afirmam que a *B. tabaci* biótipo B é vetor de um complexo de 17 espécies de geminivírus.

O tipo de controle mais adotado para o complexo *Bemisia* sp. ainda tem sido o controle químico. Infelizmente é uma prática rotineira nas lavouras de tomateiro. É um método altamente impactante, tanto do ponto de vista social, como ambiental, além de inviabilizar a adoção de outras táticas de controle dentro do manejo integrado de pragas (MIP). Muitos produtores têm lançado mão de pulverizações cada vez mais frequentes, para o controle dessa praga. E o que é mais grave, sem a alternância entre inseticidas de diferentes sítios de ação. Como consequência dessa ação desastrosa, tem-se observado nos cultivos o aparecimento de populações de *Bemisia* sp. resistentes aos inseticidas comumente utilizados.

A grande maioria dos produtores e pessoas ligadas, direta ou indiretamente, ao cultivo de plantas, não dão a devida importância à dinâmica das interações insetos-plantas, ignorando, por exemplo, a atuação dos inimigos naturais no controle de pragas nesses cultivos. Sabe-se que a maioria das interações entre insetos e plantas envolve direta ou indiretamente o fator alimento, pois, os insetos como organismos consumidores, precisam obtê-los de quem os produzem, neste caso as plantas.

Por isso, o alimento, como um componente do meio ambiente, interfere diretamente sobre a distribuição e abundância dos insetos; afetando seus processos biológicos como fecundidade, longevidade, velocidade de desenvolvimento bem como o seu comportamento, fisiologia e ecologia. Assim, esses processos biológicos estão diretamente correlacionados com a quantidade, qualidade e a proporção de nutrientes presentes nos alimentos ingeridos (Silveira Neto et al., 1976; Panizzi & Parra, 2009).

Um exemplo claro da importância dessas interações insetos-plantas no controle populacional de um inseto, pode ser evidenciado com os insetos sugadores especializados em se alimentar de floema, como a *B. tabaci* biótipo B. Nesses insetos, a capacidade proteolítica é muito baixa, pois, conseguem utilizar com maior eficiência somente os aminoácidos livres ou não proteicos presentes na seiva do floema. Com a capacidade digestiva reduzida, eles ficam condicionados a ingerirem somente moléculas mais simples, sendo, portanto, ineficientes na metabolização de moléculas mais complexas (Souza & Resende, 2003; Parra, 2009).

A aplicação de fertilizantes minerais solúveis na agricultura, dependendo da sua composição e das espécies de insetos envolvidas, influencia diretamente essas relações insetos-plantas, determinando a maior ou menor ocorrência de pragas nos cultivos. Na planta, esses fertilizantes interferem em determinados processos bioquímicos, como, por exemplo, a produção de proteínas que reduz a quantidade de aminoácidos livres na seiva das plantas, bem como, a degradação de proteínas que libera aminoácidos para a seiva das plantas. Com isso, toda prática de manejo que favoreça o aumento de moléculas complexas como as proteínas, na seiva das plantas, será prejudicial a mosca-branca.

É fundamental que se entenda as relações entre plantas e insetos, principalmente, porque, entendendo-se os mecanismos bioquímicos e fisiológicos básicos das plantas e dos insetos, é possível interferir no crescimento populacional de um determinado inseto. Se um inseto não consegue se alimentar adequadamente em uma planta, ele a abandonará, ou muito provavelmente, se permanecer nessa planta, inadequada nutricionalmente, ele terá dificuldades para completar seu ciclo biológico.

Na literatura existem muitos trabalhos sobre a influência da nutrição ou fertilização de plantas no desenvolvimento de insetos mastigadores e sugadores, porém, existem poucos relacionados a ninfas de *B. tabaci* biótipo B. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio, com diferentes relações nitrogênio/potássio e diferentes teores de esterco de minhoca no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A CULTURA DO TOMATEIRO**

#### **2.1.1 Importância econômica e social**

O cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L, sinonímia *Lycopersicon esculentum* Mill) (Peralta et al., 2005; Souza & Lorenzi, 2008; Judd et al., 2009) é realizado em grandes áreas tanto para consumo *in natura* como para processamento industrial (FAO, 1995). Dificilmente haverá no mundo civilizado outra hortaliça de tão evidente relevância econômica, flexibilidade na utilização como alimento e aceitação por consumidores dos mais diversos tipos (Filgueira, 2003). O tomate pode ser usado em saladas, molhos e sucos, e também para confeccionar extratos, embutidos, sopas, temperos e condimentos. Durante a fabricação de vários derivados do tomate, uma boa parte da matéria-prima não é utilizada. Esse material que sobra pode ser utilizado na alimentação animal e suas sementes podem ser usadas como fonte de óleo (Neitzke & Buttow, 2008).

Segundo Tavares (2002), a cadeia produtiva do tomate possui mais de 10 mil produtores, abrangendo cerca de 60 mil famílias de trabalhadores, empregando mais de 200 mil pessoas diretamente. A cultura do tomateiro para consumo *in natura*, por exemplo, gera por hectare/ano entre cinco e seis empregos diretos e o mesmo número de empregos indiretos (Boiteux et al., 2008).

Desde o início da década de 1990, a distribuição das áreas de cultivo do tomateiro para processamento industrial tem passado por profundas modificações. Em 1990, o pólo de produção, englobando os estados de Pernambuco, Bahia e Paraíba, ocupava cerca de 12,5 mil hectares, enquanto São Paulo ocupava 8,3 mil hectares e a região do Cerrado (Goiás e Minas Gerais), 6,4 mil hectares (Mello et al., 2008).

A participação do Nordeste no segmento do tomate para processamento foi reduzida drasticamente após secessivos problemas gerenciais combinados com desastres bióticos verificados a partir do final da década de 1980. Os problemas inicialmente foram causados pela traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick) e depois por epidemias de

*Tospovirus*. Somado a isso, as infestações de mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B) e a incidência de geminivirose levaram o setor ao colapso, obrigando as empresas processadoras a fecharem suas fábricas e abandonarem a região (Mello et al., 2008).

As empresas processadoras de tomate transferiram-se principalmente para as regiões dos Cerrados. Com isso, o incremento de áreas de cultivo na região central do Brasil também modificou o perfil dos produtores. As lavouras do Cerrado são, em sua quase totalidade, de grande porte, administradas por produtores com estrutura empresarial, com forte adoção de tecnologia e providos de assistência técnica fornecida pelas agroindústrias. O resultado dessa tecnificação foi o aumento no número de lavouras de tomateiro com níveis de produtividade média de 120 Mg ha<sup>-1</sup> (1 Mg = 10<sup>6</sup> g) (Mello et al., 2008).

No ano de 2010 foram produzidas no mundo 145.751.507 Mg de tomate. A China foi o maior produtor com uma produção de 41.879.684 Mg ou 28,73% do total mundial. O Brasil participou com uma produção de 3.691.320 Mg ou 2,53% do total mundial, ocupando apenas a nona colocação no ranking de produção de tomate. Em relação à América do Sul, o Brasil nesse mesmo ano, aparece como o maior produtor com cerca de 56,49% do total produzido na região, sendo seguido por Chile com 900.000 Mg ou 13,77%, Argentina com 697.900 Mg ou 10,68% e a Colômbia com 490.929 Mg ou 6,27% (FAOSTAT, 2012).

No Brasil, o Estado de Goiás se mantém como maior produtor brasileiro de tomate desde 1999, seguido de São Paulo e Minas Gerais (IFNP, 2006). A maior parte da colheita nacional de tomates destina-se à mesa (mais de 60% do total de tomate produzido no Brasil, ocupando mais de 70% da área plantada); porém, a produção destinada às agroindústrias vem crescendo, especialmente na região dos cerrados em Goiás e em Minas Gerais (Filgueira, 2000, 2003).

No ano de 2011, Goiás produziu 1.387.681 Mg de tomate, cerca de 33,5% do total nacional, sendo seguido por São Paulo com 651.256 Mg (15,7% do total nacional) e por Minas Gerais com 476.014 Mg (11,5% do total nacional). Juntos esses três estados foram responsáveis por aproximadamente 60,7% da produção brasileira. Além disso, mais de 60% do tomate processado no país são produzidos e processados em Goiás. Em relação à região Centro-Oeste, a produção goiana representa 96,1% do total dessa região (IBGE, 2012).

Do total da produção goiana de tomate, até setembro de 2011, cerca de 97.826 Mg ou 7,0% foram para consumo “*in natura*” e 1.317.705 Mg ou 93% foram para processamento. Em Goiás, a produtividade média do tomate industrial foi de 80 Mg ha<sup>-1</sup>; já o tomate para mesa apresentou produtividade média bem menor cerca de 51,7 Mg ha<sup>-1</sup>. Os municípios goianos de Cristalina, Itaberaí e Morrinhos lideraram o ranking nacional de produção de tomate. No ano de 2011 Cristalina produziu cerca de 233.250 Mg (16,47% da produção goiana) e cerca de 6,6% da produção nacional (SEGPLAN-GO, 2011).

### 2.1.2 Origem

A origem do tomateiro está localizada a noroeste da América do Sul, ao sul da Colômbia e ao norte do Chile desde o litoral do Pacífico (considerando-se as ilhas Galápagos) até a Cordilheira dos Andes. Ele pode ser encontrado na forma silvestre, desde o nível do mar até 2.000 m de altitude, sendo considerada uma planta de clima tropical de altitude. No local de origem, as temperaturas são moderadas com (média de 15°C a 19°C) e as precipitações não são muito intensas (Lopes & Stripari, 1998; Giordano & Silva, 2000; Philouze, 2002).

Sua domesticação e cultivo foram feitos por tribos indígenas primitivas que habitavam a atual região do México (Camargo, 1992; Giordano & Ribeiro, 2000; Philouze, 2002; Filgueira, 2007). Essa planta recebeu a denominação de tomate a partir de nomes astecas como *jitomatle*, *tomatl*, *xitomate* e *xitotomate*, nomes pelos quais a espécie era conhecida na língua asteca *Nahuatl* (Borrego, 1995; Giordano & Ribeiro, 2000; Alvarenga, 2004; Harlan, 1992, citado por Neitzke & Buttow, 2008).

Tomates de formas, tamanhos e cores variadas foram introduzidos no século XVI (entre os anos 1523 e 1554) na Europa, através da Espanha e posteriormente levados para a Itália em 1544 e para a Inglaterra em 1597, passando em seguida para outros países da Bacia do Mediterrâneo e restante da Europa (Borrego, 1995; Philouze, 2002; Filgueira, 2007; Neitzke & Buttow, 2008). Da Inglaterra, o tomate foi levado para os Estados Unidos por volta do ano de 1711 (Smith, 1994, citado por Neitzke & Buttow, 2008). Nesses primeiros tempos, os frutos eram muito pequenos e altamente perecíveis, apodrecendo em poucas horas depois de colhidos. A Europa, nessa época, associou o fruto do tomateiro à outra fruta da mesma família das solanáceas, a mandrágora, extremamente venenosa (Alvarenga, 2004).

Por volta de 1531, a corte espanhola, através de um edito real, liberou o uso da planta exclusivamente para ornamentação. Assim, do século XVI até o início do século XVII, o tomateiro foi cultivado nos jardins da Inglaterra, Itália, Espanha e França como planta ornamental pela beleza dos frutos (Alvarenga, 2004).

O tomate somente começou a ser consumido no final do século XVIII, na Europa, e apenas no final do século XIX, nos Estados Unidos. Desde então, tem experimentado um considerável desenvolvimento em todos os países do mundo (Sasaki & Seno, 1994). No Brasil, a introdução do tomate deve-se aos imigrantes europeus, principalmente italianos, espanhóis e portugueses, no final do século XIX. Sua difusão e incremento no consumo começaram a ocorrer apenas após a Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004).

### 2.1.3 Taxonomia

A primeira descrição botânica do tomate foi realizada por Pier Andrea Mattioli, do jardim botânico de Padua (Itália), publicando-a no herbário em 1554. Desde então, apareceu descrito em vários outros herbários como o de Matthias de L'Obel em 1581, o de Gerard na Inglaterra em 1597 e o Salmon nos Estados Unidos em 1710 (Alcazar & Viñals, 1999).

O tomate pertence ao filo Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Solanales, família Solanaceae (Jussieu). A subfamília Solanoideae forma um grupo monofilético caracterizado pelo número cromossômico de base  $x=12$ . Em termos de gênero dentro das solanáceas, a classificação do tomate é extremamente controversa desde o século XVIII. Em 1753, o tomate foi nomeado originalmente como *Solanum lycopersicum* por Lineu. Philip Miller, por sua vez, criou o gênero *Lycopersicon* e nomeou o tomate como *Lycopersicon esculentum*. A partir de então, esse se tornou o nome usado até muito recentemente. *Lycopersicon* foi considerado como um pequeno gênero dentro da família Solanaceae e, inicialmente, a única diferença encontrada entre esse gênero e o *Solanum* era a forma da deiscência das anteras (Olmstead & Palmer, 1992; Olmstead & Sweere, 1994; Heiser & Anderson, 1999; Peralta & Spooner, 2000; citados por Neitzke & Buttow, 2008).

No entanto, vários autores argumentaram que essa característica não era suficiente para separar os dois gêneros, pois dessa forma o gênero *Solanum* deveria ser subdividido em vários outros gêneros. Estudos com polimorfismo de comprimento de

fragmentos de restrição (RFLP) de DNA do cloroplasto demonstraram que se o *Lycopersicon* fosse reconhecido, esse seria um gênero parafilético irmão de *Solanum* e, como consequência, vários outros gêneros deveriam ser criados. Assim o gênero *Lycopersicon* foi transferido para *Solanum* criando-se a seção *Lycopersicon*. Dessa forma, novas nomenclaturas foram providenciadas para muitas espécies de *Lycopersicon* (Tabela 1) (Olmstead & Palmer, 1992; Spooner et al., 1993; citados por Neitzke & Buttow, 2008). O gênero *Solanum* s.l. pode ser diagnosticado pelas características das corolas que são profundamente lobadas e em forma de disco, pelas anteras geralmente coniventes e poricidas, e por caracteres de sítios de restrição de cpDNA e sequências dos genes do cloroplasto *rbcL* (codifica a grande subunidade da enzima Rubisco) e *ndhF* (codifica a subunidade F da NADP desidrogenase) (Judd et al., 2009).

**Tabela 1.** Relação de espécies do gênero *Solanum* seção *Lycopersicon*, com equivalente no antigo gênero *Lycopersicon*, agora parte do gênero monofilético *Solanum* (Peralta et al., 2005).

Espécies do gênero <i>Solanum</i>	Equivalente em <i>Lycopersicon</i>
<i>S. arcanum</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller.
<i>S. cheesmaniae</i> (Riley) Fosberg	<i>L. cheesmaniae</i> Riley (Incorretamente publicado como <i>cheesmanii</i> )
<i>S. chilense</i> (Dunal) Reiche	<i>L. chilense</i> Dunal.
<i>S. chmielewskii</i> (Rick, Kesicki, Fobes & Holle) Spooner, Anderson & jansen	<i>L. chmielewskii</i> Rick, Kesicki, Fobes & Holle
<i>S. corneliomuelleri</i> Macbr.	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller (também conhecido como <i>L. glandulosum</i> Mull).
<i>S. galapagense</i> Darwin & Peralta	Parte de <i>L. cheesmaniae</i> Riley (previamente conhecido como forma ou variedade minor)
<i>S. habrochaites</i> Knapp & Spooner	<i>L. hirsutum</i> Dunal
<i>S. huaylasense</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller
<i>S. lycopersicum</i> L.	<i>L. esculentum</i> Miller
<i>S. neorickii</i> (Rick, Kesicki, Fobes & Holle) Spooner, Anderson & Jansen	<i>L. parviflorum</i> Rick, Kesicki, Fobes & Holle
<i>S. pennellii</i> Correll	<i>L. pennellii</i> (Correll) D'Arcy
<i>S. peruvianum</i> L.	<i>L. peruvianum</i> (L.) Miller
<i>S. pimpinellifolium</i> L.	<i>L. pimpinellifolium</i> (L.) Miller

A grande variabilidade existente no gênero *Solanum* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do mercado de tomate, para processamento e para consumo *in natura*. Diferentes espécies do gênero vêm sendo utilizadas em programas de melhoramento do tomateiro, visando à introgressão de

genes que conferem resistência a pragas e fitopatógenos, melhoria da qualidade dos frutos e tolerância a solos salinos (Giordano & Ribeiro, 2000).

#### 2.1.4 Características botânicas

O tomateiro é uma solanácea herbácea de porte arbustivo. A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo uma planta perene, a cultura comporta-se como anual. Da semeadura até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de quatro a sete meses, incluindo-se de um a três meses de colheita. Em casa de vegetação, o ciclo e a colheita podem prolongar-se ainda mais. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com a vegetação (Filgueira, 2007). A espécie floresce e frutifica em condições climáticas bastante variáveis. A planta pode desenvolver-se em climas do tipo tropical de altitude, subtropical e temperado, o que permite seu cultivo em diversas regiões do mundo (desde o nível do mar até 2000 m de altitude) (Lopes & Stripari, 1998; Giordano & Silva, 2000).

##### 2.1.4.1 Sistema radicular

O tomateiro possui um sistema radicular amplo, constituído por uma raiz principal que pode alcançar em média de 0,50-0,60 m de profundidade, provida de uma grande quantidade de ramificações secundárias e reforçada pela presença de um grande número de raízes adventícias que surgem a partir da base dos caules. O sistema radicular pode aprofundar-se até 1,50 m. Em alguns casos, a raiz principal pode ultrapassar 3,0 m de profundidade. No geral, cerca de 70% do total das raízes encontra-se nos primeiros 0,20 m (Borrego, 1995; Lapuerta, 1999). A raiz principal, pivotante, destaca-se apenas na planta jovem, e as raízes laterais e adventícias no caule desenvolvem-se mais que a principal, na planta adulta (Filgueira, 2007).

##### 2.1.4.2 Caule

A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semi-ereta e ereta. O caule do tomateiro apresenta de 0,02 m a 0,04 m de diâmetro, é anguloso, flexível, recoberto em toda a sua longitude por pelos perfeitamente visíveis, muitos são de natureza glandular, o

que confere à planta um odor característico. No início o porte do caule é ereto, até chegar um momento em que por consequência de seu peso e dos frutos, ele não consegue manter a posição vertical deitando-se sobre o solo (Borrego, 1995; Lapuerta, 1999; Alvarenga, 2004).

O desenvolvimento do caule é variável e em função da cultivar. Existem basicamente dois tipos fundamentais de crescimento, que condicionam a condução da cultura: crescimento indeterminado ou crescimento determinado. A distinção do hábito de crescimento está relacionada à posição dos ramos florais e a constituição das unidades de fonte, representadas pelas folhas e caule (órgãos vegetativos) e dreno, representado pelos frutos (órgãos reprodutivos) (Borrego, 1995; Alvarenga, 2004; Filgueira, 2007).

As cultivares com caules de crescimento indeterminado ou indefinido, possui sempre em seu ápice um meristema de crescimento, possibilitando uma dominância da gema apical sobre as laterais. A ramificação da planta é geralmente simpodial, sendo cada simpódio constituído por três folhas e uma inflorescência, ou seja, as inflorescências ocorrem somente lateralmente e normalmente a cada três folhas. O crescimento vegetativo da planta é vigoroso e contínuo, ocorrendo juntamente com a produção de flores e frutos. As plantas podem chegar a dez metros em um ano (Borrego, 1995; Lapuerta, 1999; Philouze, 2002; Alvarenga, 2004; Filgueira, 2007).

As cultivares com caules de crescimento determinado ou definido são originárias de uma mutação recessiva que ocorreu no locus *sp* (*self pruning*) do tomateiro. Os simpódios podem ser constituídos por três, duas ou uma folha. O desenvolvimento vegetativo é interrompido após a formação de uma inflorescência terminal. Ocorre ainda, a formação de uma ramificação na axila da última folha (Philouze, 2002). Dessa forma, as hastes atingem em média apenas um metro. O crescimento vegetativo é menos vigoroso e as hastes crescem mais uniformemente. A planta assume a forma de uma moita com simetria circular. O florescimento e frutificação ocorrem num período limitado, o que permite, uma concentração da maturação dos frutos, favorecendo a colheita mecanizada (Borrego, 1995; Alvarenga, 2004; Filgueira, 2007).

#### 2.1.4.3 Folhas

Na haste principal do tomateiro formam-se de seis a 12 folhas que crescem com uma filotaxia de 2/5, antes que uma gema se transforme em uma inflorescência. Nas axilas

dessas folhas, ocorrem gemas que darão origem a hastes secundárias e que apresentam desenvolvimento semelhante ao caule principal (Lapuerta, 1999; Alvarenga, 2004).

As folhas distribuem-se alternadamente em torno do caule, são compostas e imparipenadas, constituídas geralmente de sete a nove folíolos lobulados ou dentados, podendo aparecer na ráquis pequenos folíolos. Da mesma maneira que no caule, as folhas estão recobertas de pêlos também glandulares que conferem o odor característico do tomateiro (Borrego, 1995; Lapuerta, 1999).

#### 2.1.4.4 Florescimento

A floração é um processo afetado por vários fatores, entre os quais a cultivar, temperatura, luminosidade, nutrição mineral, relação entre outros órgãos da planta, além do efeito de reguladores de crescimento. A precocidade, rendimento e qualidade dos frutos de tomate são evidentemente, influenciados pela diferenciação e desenvolvimento da flor (Lapuerta, 1999; Alvarenga, 2004). A inflorescência do tomateiro é em forma de ráculos (cachos) simples ou ramificados. Cada inflorescência apresenta frequentemente de seis a doze flores, podendo em algumas ocasiões chegar a 50 flores (Borrego, 1995; Philouze, 2002). As flores são pequenas e amarelas (Camargo, 1992; Alvarenga, 2004).

As flores são hermafroditas, o que dificulta a fecundação cruzada. A planta é normalmente autopolinizada, apresentando baixa incidência de frutos originados de cruzamento (Filgueira, 2007). Suas flores são radiais formadas por cinco a oito sépalas, cinco a oito pétalas, cinco a oito estames e por um número de carpelos que varia de dois a mais de dez. Os estames estão soldados em um cone que encerra totalmente o pistilo (Philouze, 2002). O ovário é súpero, bicarpelar e com numerosos primórdios seminiais. Com a domesticação e cultivo é frequente observar flores com maior número de pétalas e sépalas, assim como ovários multiloculares (Alcazar & Viñals, 1999). As anteras são curtas e largas (Camargo, 1992); e suas extremidades são afiladas e desprovidas de pólen, provocando um estreitamento do tubo das anteras (Giordano & Ribeiro, 2000).

#### 2.1.4.5 O fruto

O fruto do tomateiro é uma baya globosa, ovóide ou piriforme; carnosa, suculenta, com aspecto, tamanho (de 0,015 m até 0,16 m de diâmetro) e peso variados

(Borrego, 1995; Filgueira, 2007; Neitzke & Buttow, 2008). Apresentam dois ou mais lóculos, se desenvolvendo a partir de um ovário de  $5.10^{-6}$  kg a  $1.10^{-5}$  kg e alcançando um peso final, no momento da maturação fisiológica, de 0,05 kg a 0,5 kg, em função da variedade ou cultivar e das condições de desenvolvimento (Lapuerta, 1999). Mais recentemente algumas cultivares como a Supremo R<sup>®</sup>, segundo a empresa produtora, pode alcançar até 0,9 kg (Eagle, 2010).

O momento em que ocorre a fecundação dos óvulos delimita o início do crescimento do fruto. O tempo necessário para que um ovário fecundado se desenvolva em um fruto maduro pode atingir de sete a nove semanas, dependendo da variedade ou cultivar, da posição do fruto na planta e das condições ambientais. O crescimento é lento nas primeiras duas a três semanas, quando o peso ainda não atinge 10% do peso final. No período seguinte, que dura de três a cinco semanas, ocorre o crescimento celular, que se prolonga até o início da maturação. Nessa fase, o crescimento é muito rápido e o fruto atinge o máximo desenvolvimento. Em condições de temperaturas elevadas e boa luminosidade, da antese até o início da maturação, são necessárias cerca de seis a sete semanas (Alvarenga, 2004).

Na maioria das cultivares, os frutos são de um vermelho vivo, quando maduros, resultante da combinação da cor da polpa com a película amarela. Algumas cultivares podem apresentar outras colorações como amarelo, violeta, lilás, cor-de-rosa (devido à película esbranquiçada), entre outras (Camargo, 1992; Borrego, 1995; Filgueira, 2007). O tomate possui a tomatina, um alcalóide cuja concentração diminui à medida que o fruto vai amadurecendo, e não é tóxico (Neitzke & Buttow, 2008).

O fruto do tomateiro possui em sua composição, aproximadamente, 93,5% de água. Nos 6,5% restantes, encontram-se diversos outros compostos como: carboidratos, gorduras, proteínas, açúcares redutores, ácido málico, ácido cítrico, fibras, vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, niacina, ácido fólico, biotina, C e E) e minerais (principalmente cálcio, fósforo, ferro, sódio e potássio) (Borrego, 1995; Alcazar & Viñals, 1999; Lapuerta, 1999; Giordano & Ribeiro, 2000).

#### 2.1.4.6 As sementes

As sementes são reniformes (forma de rins), achatadas e pequenas (5 mm x 4 mm x 2 mm), apresentam minúsculos pêlos e coloração marrom-clara e são envoltas por

mucilagem, quando no fruto. O embrião fica disposto internamente de forma curva. Um grama pode conter em média 350 sementes, e um fruto contém entre 50 e 200 sementes. A capacidade de germinação pode durar de quatro a cinco anos dependendo das condições de armazenamento (Borrego, 1995; Alcazar & Viñals, 1999; Alvarenga, 2004; Filgueira, 2007; Judd et al., 2009).

## 2.2 A MOSCA-BRANCA<sup>3</sup> *Bemisia tabaci* (GENNADIUS)

### 2.2.1 Origem e distribuição geográfica

A mosca-branca *B. tabaci* (Gennadius) é um inseto pertencente à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, superfamília Aleyrodoidea, família Aleyrodidae, subfamília Aleyrodinae e gênero *Bemisia*. A família Aleyrodidae apresenta cerca de 1.556 espécies aceitas no mundo, distribuídas em 161 gêneros, ocorrendo principalmente nos âmbitos dos trópicos e subtropicais, norte e sul do equador. Em regiões temperadas, algumas espécies podem ocorrer em cultivos sob ambientes protegidos. De todas as espécies descritas, menos de 10% são consideradas pragas. A mais importante delas é a *B. tabaci*, por seu grande potencial em causar injúrias, principalmente por ser a única espécie da família Aleyrodidae capaz de transmitir geminivírus as plantas (Bink-Moenen & Mound, 1990; Byrne & Bellows Junior, 1991; Hilje, 1996; Viscarret, 1999; Gillott, 2005; Oliveira et al., 2005; Martin & Mound, 2007).

O gênero *Bemisia* possui 37 espécies conhecidas. Acredita-se que a espécie *B. tabaci*, seja originária do sul da Ásia, provavelmente das regiões que compreendem o Paquistão e/ou a Índia, pela grande diversidade de inimigos naturais existentes naquela região. Foi encontrada pela primeira vez na Grécia, em plantas de fumo (*Nicotiana* spp.), e descrita por Gennadius, em 1889, como *Aleyrodes tabaci*. Depois desse período a mosca-branca *B. tabaci* disseminou-se para a Ásia, África, Europa e Américas, provavelmente pelo comércio e transporte de plantas ornamentais entre os países. Atualmente, está distribuída em todo o mundo, com exceção dos pólos (Russell, 1957; Mound & Halsey, 1978; Cock, 1986; Brown et al., 1995; Oliveira et al., 2001; Perring, 2001).

---

<sup>3</sup> Moscas são insetos pertencentes à ordem Diptera, dessa forma, o termo popular mosca-branca é utilizado incorretamente, para designar a espécie *B. tabaci* (Gennadius), que pertence à ordem Hemiptera, no entanto, é o termo mais utilizado.

O primeiro relato de ocorrência da mosca-branca na América foi em 1894 nos Estados Unidos (Flórida), em plantas de *Physalis alkekengi* L. (família Solanaceae), sendo descrita, em 1900, como *Aleyrodes inconspicua* Quaintance; em 1914 foi descrita por Quaintance e Baker como *Bemisia inconspicua* (Quaintance) (Quaintance & Baker), sendo, os primeiros, até então, a descrever o gênero *Bemisia*. Depois foi descrita, em 1926, por Corbett no Sri Lanka, como *Bemisia emiliae* (Corbett). No Brasil, foram descritas por Bondar, em 1928, três espécies: *Bemisia costa-limai* (Bondar), encontrada em *Euphorbia hirtella* Boiss; *Bemisia signata* (Bondar), encontrada em *Nicotiana glauca* Graham e; *Bemisia bahiana* (Bondar) encontrada em *Nicotiana tabacum* L.. Em 1936, Takahashi transferiu a espécie *A. tabaci* para o gênero *Bemisia*, e a espécie passou a ser chamada de *B. tabaci* (Gennadius) (Brown, 1993; Oliveira et al., 2001; Perring, 2001).

A espécie *B. tabaci*, desde a sua primeira descrição, em 1889, foi identificada e descrita, em vários outros países, recebendo vários nomes. Ao todo foram descritas 23 espécies sinônimas (Perring, 2001). A mais recente descrição foi feita por Bellows Junior et al. (1994), que a denominaram de *B. argentifolii* Bellows & Perring.

No Brasil, apesar de ser conhecida desde 1923, e ter sido descrita em 1928 por Bondar, a espécie *B. tabaci*, só foi relatada provocando danos mais sérios 50 anos depois de conhecida. O primeiro surto populacional ocorreu em 1968, nos municípios de Monte Castelo e Santa Isabel, no norte do estado do Paraná, em plantas de algodoeiro, feijoeiro e soja. Quatro anos mais tarde, já estava presente no município de Ourinhos, estado de São Paulo, em plantas de algodoeiro e soja (Costa et al., 1973).

O biótipo B de *B. tabaci* foi encontrado pela primeira vez, nos Estados Unidos, na região da Flórida, em 1986. Na ocasião, altas populações do inseto causavam injúrias severas a poinsettia ou “bico-de-papagaio” (*Euphorbia pulcherrima*), cultivada em casa de vegetação. Inicialmente foi considerado um novo biótipo de *B. tabaci*. Isso porque, o inseto passou a apresentar algumas características peculiares como alta resistência aos inseticidas comumente utilizados para seu controle e prateamento da folha em abobrinha, que, por isso, recebeu a denominação de biótipo B ou ainda mosca-branca da folha prateada (Perring et al., 1991; Bethke et al., 1991; Perring et al., 1993; Brown et al., 1995).

Segundo Lourenção & Nagai (1994), cientistas norte-americanos, a partir de 1987, passaram a conduzir pesquisas com a intenção de investigar a presença de um novo biótipo de *B. tabaci*, associado às desordens ou anomalias fisiológicas em aboboreira e tomateiro. Pesquisas conduzidas em alguns estados norte-americanos, como Flórida,

Califórnia e Arizona, indicaram a existência de pelo menos dois biótipos diferentes. Um identificado como biótipo A, que se desenvolve bem em algodoeiro, mas não em bico-de-papagaio, não sendo capaz de induzir o aparecimento do prateamento em folhas de abobrinha, apresentando o padrão enzimático da esterase A; o outro identificado como biótipo “B”, que se desenvolve bem em bico-de-papagaio, sendo capaz de induzir o aparecimento do prateamento em folhas de abobrinha, apresentando o padrão enzimático da esterase B (Costa & Brown, 1991; Cohen et al., 1992; Perring et al., 1992).

Após esses estudos, Perring et al. (1993) e Bellows Junior et al. (1994) chegaram a admitir a possibilidade de existir uma nova espécie de *Bemisia* em função das diferenças encontradas nos sintomas de ataque, na morfologia, no genoma e na incompatibilidade sexual entre *B. tabaci* biótipo A e o biótipo B. Com base nessas diferenças eles caracterizaram o biótipo B como uma nova espécie *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring. Ao fazerem uma revisão do assunto, Brown et al. (1995) sugeriram que a espécie *B. tabaci* possivelmente, seja um complexo sofrendo mudanças adaptativas. Baseando-se nesses fatos, hoje considera-se que *B. argentifolli* é na verdade o biótipo B de *B. tabaci* (Takahashi, 2005).

Uma das características que distingue o biótipo B dos outros biótipos é a enorme capacidade de causar desordens fisiológicas nas plantas infestadas (Costa & Brown, 1990, Bellows Junior et al., 1994; Prabhaker et al., 1998; Perring, 2001). Segundo Bellows Junior et al. (1994), o biótipo B de *B. tabaci* pode ser identificado observando-se o quarto ínstar de indivíduos que apresentam uma seta submarginal (ASMS4), na região anterior do dorso. Em ninfas de *B. tabaci* biótipo A esta seta não está presente. Além disso, no biótipo B as projeções cerosas marginais das dobras traqueais torácicas posteriores são estreitas e caracterizadas por filamentos cerosos curtos e frágeis, ao passo que em *B. tabaci* biótipo A essas projeções são mais largas e robustas.

Esse novo biótipo passou a ser considerado uma das mais importantes pragas da atualidade. Isso, por ter desenvolvido um processo dinâmico de sobrevivência e reprodução da espécie, além de se adaptar facilmente a novas plantas hospedeiras e regiões geográficas (Martin et al., 2000; Oliveira et al., 2001; Salvador, 2004).

No Brasil, o biótipo B foi introduzido provavelmente através da planta ornamental *E. pulcherrima*, com registros iniciais em São Paulo em 1990, nos municípios de Paulínia, Holambra, Jaguariúna, Arthur Nogueira e Cosmópolis (Melo, 1992; Lourenção & Nagai, 1994); sendo posteriormente encontrada, em 1993, na Bahia (EBDA,

1994), Distrito Federal (França et al., 1996), Goiás e Minas Gerais (Villas Bôas, 2000); em 1995, em Pernambuco (Haji et al., 1996); em 1996, foi relatada sua ocorrência no Paraná (Sosa-Gómez et al., 1997), Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba; em 1997, já estava presente no Tocantins, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul (Villas Bôas et al., 1997). Atualmente, o biótipo B da mosca-branca, está presente em praticamente todos os estados brasileiros (Morales & Jones, 2004; Yokoyama, 2008) com exceção do estado do Amazonas, onde, o inseto ainda não foi encontrado (Villas Bôas & Branco, 2009).

O biótipo B de *B. tabaci*, pode atacar um grande número de plantas, estima-se que hoje, já são conhecidas mais de 900 espécies de plantas hospedeiras, predominantemente anuais e herbáceas, pertencentes a 86 famílias botânicas. Sua distribuição geográfica já alcança as regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Greathead, 1986, citado por Salas & Mendoza, 1995; Salguero, 1993; Brown et al., 1995; Ferreira & Avidos, 1998; Plasencia & Gallego, 1999; Jones, 2003; Ma et al., 2007).

Os principais hospedeiros são solanáceas como tomateiro, berinjela, pimenteira, pimentão, batateira, fumo e jiloeiro; cucurbitáceas como pepineiro, abobrinha, melancia, meloeiro e chuchuzeiro; brássicas como brócolos, couve, couve-flor e repolho; leguminosas como feijoeiro e feijão-vagem; algodoeiro; mandioca; alface; quiabeiro; cenoura; almeirão; amendoim; uva; plantas ornamentais, daninhas e silvestres (Melo, 1992; Villas Bôas et al., 1997; Vilela et al., 2001). Em levantamento, realizado no submédio do Vale do São Francisco e Sertão Central pernambucano, foram identificadas 20 espécies de plantas cultivadas e 48 espécies de plantas silvestres, hospedeiras de *B. tabaci* biótipo B (Haji et al., 2001).

Além do biótipo B, com ampla distribuição geográfica, outros biótipos de *B. tabaci*, já foram identificados e caracterizados em várias partes do mundo. Segundo Perring (2001), 41 populações distintas de *B. tabaci* foram estudadas e identificadas utilizando-se diferentes técnicas moleculares; dessas 24 populações foram consideradas como biótipos específicos (biótipos: O, A, NA, B, B2, C, Cassava, D, E, F, G, G/H, I, J, K, L, M, N, NA, Okra, P, Q, R e S) e 17 não receberam nenhuma denominação ainda.

No entanto, De Barro et al., (2011), fizeram uma revisão sobre a espécie *B. tabaci* e concluíram que existem evidências suficientes para afirmar que *B. tabaci* não é composta de biótipos. Eles chegam a afirmar que o uso desse termo é errado. Para esses autores a *B. tabaci* é um complexo de 11 grupos bem definidos geograficamente, que contém pelo menos 24 espécies morfologicamente indistinguíveis.

### 2.2.2 Aspectos morfológicos, biológicos e ecológicos do complexo *B. tabaci*

A mosca-branca possui metamorfose incompleta e seu ciclo biológico é composto por: ovo, ninfas e adulto. Os adultos possuem quatro asas membranosas, recobertas por uma pulverulência branca, e o corpo apresenta uma cor amarelo-pálido (Gill, 1990; Byrne & Bellows Junior, 1991; Bellows Junior et al., 1994; Plasencia & Gallego, 1999; Gravena & Benvenga, 2003; Czepak, 2005; Lacerda & Carvalho, 2008).

Suas asas medem de 1 mm a 2 mm de comprimento e 0,36 mm a 0,51 mm de largura. Quando em repouso, as asas são levemente separadas, com os lados paralelos, e na forma de um telhado, deixando o abdômen amarelado visível. As asas têm venação reduzida e as pernas são delgadas, sendo as posteriores mais largas que as anteriores. Os olhos compostos são vermelhos e divididos em duas partes por uma projeção cuticular. A fêmea se diferencia do macho pelo tamanho (a fêmea é geralmente maior que o macho) e pela configuração da genitália externa, que nos machos tem a forma de pinça e nas fêmeas é arredondada. (Eichelkraut & Cardona, 1989; Byrne & Bellows Junior, 1991; Patel et al., 1992; Bellows Junior et al., 1994; França et al., 2000; Souza & Vendramim, 2000).

Tanto o adulto como as ninfas possuem aparelho bucal do tipo “picador-sugador”, em que as mandíbulas e as maxilas formam um tubo duplo que é inserido até o floema, para a retirada de alimento da seiva elaborada (Byrne & Bellows Junior, 1991; Villas Bôas et al., 1997; Lacerda & Carvalho, 2008). Por um canal o inseto injeta saliva e pelo outro canal o inseto succiona o alimento. Segundo Silveira Neto et al. (1976), insetos que se alimentam de seiva de plantas são denominados de fitófagos succívoros.

Com exceção do ovo, todos os estádios da mosca-branca produzem ceras extracuticulares que recobrem o corpo. Nas ninfas, a cera pode aparecer como massa gelatinosa, plumas, colunas ou projeções semelhantes a setas, e pode, ainda, ser incolor ou branca brilhante (Mizuno & Villas Bôas, 1997). As ceras são produzidas por glândulas céreas ventrais (Plasencia & Gallego, 1999).

Apenas o adulto voa. São muito ativos, ágeis e voam rapidamente quando molestados, se dispersando facilmente para outras plantas. Realizam um vôo baixo, quando se deslocam de culturas velhas para culturas recém-transplantadas, em áreas adjacentes. Podem voar a altitudes elevadas, quando arrastados pelo vento. Sua dispersão a longas distâncias ocorre principalmente pela ação do vento, podendo ser encontrados a até sete quilômetros do foco de infestação, dependendo da intensidade do vento (Byrne & Bellows

Junior, 1991; França et al., 2000; Salvador, 2004; Villas Boas & França, 2008; Villas Bôas & Branco, 2009).

Segundo Hilje et al. (1993), a maior atividade do vôo da espécie *B. tabaci* ocorre em dois momentos do dia: o primeiro momento entre as seis horas e trinta minutos e oito horas e trinta minutos; o segundo momento entre as quinze horas e trinta minutos e dezessete horas e trinta minutos. A redução na atividade do vôo ocorre entre as dez horas e trinta minutos e às treze horas e trinta minutos.

O acasalamento da mosca-branca começa logo após a emergência do adulto (12 horas a dois dias), com várias cópulas durante o ciclo de vida. O período de pré-oviposição varia com as diferentes épocas do ano, podendo durar de oito horas a cinco dias. A fêmea coloca em média de 100 a 300 ovos durante toda a sua vida. Porém, em alguns casos, dependendo da temperatura e da planta hospedeira, as fêmeas podem colocar até 500 ovos; quando ocorre escassez de alimento, as fêmeas interrompem a postura (Gill, 1990; Van Lenteren & Noldus, 1990; Costa & Brown, 1991; Brown & Bird, 1992; França et al., 2000; Villas Bôas & França, 2008). Quando as fêmeas são submetidas a condições de estresse muito elevado, elas produzem uma quantidade maior de ovos e a relação entre sexos é favorável às fêmeas (Dittrich et al., 1990).

A escolha do hospedeiro para oviposição da mosca-branca está relacionada com a espécie, o estado nutricional, a idade da planta hospedeira e as condições ambientais (Chu et al., 1995). A *B. tabaci* é primeiramente atraída às plantas pela cor e não pelo odor. A cor é um fator determinante na seleção do hospedeiro à distância, destacando-se, em ordem de preferência, o verde-amarelado, o amarelo, o vermelho, o alaranjado-avermelhado, o verde escuro e o arroxeadado. A aceitação do hospedeiro é determinada pelo contato e picada de prova. Se o inseto pousar em um hospedeiro adequado permanecerá nele, para futura alimentação e oviposição. Por outro lado, se o hospedeiro não for adequado, o inseto deixará a planta (Berlinger, 1986; Van Lenteren & Noldus, 1990).

Os insetos geralmente selecionam partes da planta mais adequadas para alimentação e oviposição preferindo às folhas mais jovens (Ohnesorge et al., 1980; Van Lenteren & Noldus, 1990; Byrne & Bellows Junior, 1991; Costa & Brown, 1991; Peña et al., 1993; Simmons, 1994). Dessa forma, é possível observar ninfas de terceiro e quarto ínstaes no terço inferior da planta; ninfas de primeiro e segundo ínstaes, assim como os ovos no terço médio das plantas; e adultos no terço superior das plantas (Gerling et al., 1980; Ohnesorge et al., 1980; Van Lenteren & Noldus, 1990; Peña et al., 1993; Simmons,

1994; Toscano et al., 2002). O número de adultos de *B. tabaci* que repousa nos folíolos da parte superior das plantas de tomateiro aumenta no transcorrer do dia, supostamente por movimentos dentro da planta e pela dispersão de adultos (Arias & Hilje, 1993).

Além da reprodução sexuada pode ocorrer ainda a reprodução por partenogênese arrenótoca, em que todos os indivíduos gerados são machos (Eichelkraut & Cardona, 1989; Byrne & Bellows Junior, 1991; Villas Bôas & Branco, 2009). Nesse tipo de reprodução, fêmeas virgens podem colonizar novas áreas sem a presença dos machos, que surgirão após algum tempo (Gill, 1990).

Os ovos são colocados preferencialmente na face inferior das folhas, com pilosidade moderada, ficando presos por um pedúnculo sub apical curto diretamente no tecido foliar, em cavidades da folha ou em fendas abertas pela fêmea com seu ovipositor. São dispostos isoladamente, em grupos irregulares, ou ocasionalmente em arranjo semi-circular, dependendo das características da folha da planta hospedeira, como, por exemplo, presença de tricomas glandulares e formato da folha (Ohnesorge et al., 1980; Butler Junior & Wilson, 1984; Paulson & Beardsley, 1985; Berlinger, 1986; Eichelkraut & Cardona, 1989; Byrne & Bellows Junior, 1991; Peña et al., 1993; Simmons, 1994; Chu et al., 1995; Flint, 1995).

Os ovos podem apresentar o formato piriforme, reniforme, elíptico ou oval, com textura lisa e medem de 0,18 mm a 0,21 mm de comprimento e 0,06 mm a 0,09 mm de largura. Inicialmente possuem coloração esbranquiçada, mudando com o desenvolvimento embrionário para a coloração amarelada e por fim adquirem a coloração marrom, quando estão próximos da emergência das ninfas (Eichelkraut & Cardona, 1989; Gill, 1990; Byrne & Bellows Junior, 1991; Patel, et al., 1992).

Em temperaturas entre 25°C e 27°C, a fase de ovo dura em torno de cinco a oito dias, dependendo de outras condições ambientais; não sendo influenciada pela planta hospedeira (Bethke et al., 1991; Salas & Mendoza, 1995; Wang & Tsai, 1996; Liu & Stansly, 1998). Em tomateiro, sob temperatura de 25°C, o período de desenvolvimento embrionário do ovo dura em média 6,8 dias (Mizuno & Villas Bôas, 1997). A viabilidade dos ovos é superior a 90% na faixa de temperatura entre 20°C e 30°C, e em temperaturas fora dessa faixa, há uma tendência na diminuição da viabilidade (Enkegaard, 1993; Salas & Mendoza, 1995; Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996; Nava-Camberos et al., 2001).

As ninfas possuem quatro estágios diferentes de desenvolvimento (Salvador, 2004; Wang & Tsai, 1996). Em temperaturas entre 25°C e 27°C, a fase ninfal dura em torno de 12 a 21 dias, dependendo da planta hospedeira (Bethke et al., 1991; Salas & Mendoza, 1995; Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996; Liu & Stansly, 1998). Em tomateiro a uma temperatura de 25°C, a fase ninfal dura 11,75 dias (Tsai & Wang, 1996). A viabilidade ninfal é variável para temperaturas entre 20°C e 30°C, variando de 39% a 95%, dependendo da planta hospedeira (Enkegaard, 1993; Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996). Tsai & Wang (1996) observaram uma viabilidade ninfal, em tomateiro, de 62,7%, a uma temperatura de 25°C.

A mortalidade das ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci* tem sido atribuída a várias características das plantas, incluindo espessura da cutícula e fatores nutricionais (Byrne & Bellows Junior, 1991). Byrne & Draeger (1989) estudaram os efeitos da maturidade da planta na oviposição e na mortalidade ninfal desse inseto. Nesses trabalhos eles observaram que em plantas jovens de alface, a sobrevivência das ninfas de primeiro ínstar foi de 55,9% ± 28,9% e, em plantas velhas, de 25,6% ± 29%. O número médio de ovos por fêmea em plantas jovens foi de 372,5 ± 265,2 ovos, enquanto, em plantas velhas, foi de apenas 19,8 ± 11,6 ovos. Eles atribuíram às diferenças observadas as alterações na qualidade nutricional das plantas, considerando que as ninfas conseguiram atingir o floema tanto das plantas jovens como das velhas.

As ninfas de primeiro ínstar apresentam o formato elíptico e medem de 0,24 mm a 0,27 mm de comprimento e 0,12 mm a 0,18 mm de largura. Ventralmente são planas e dorsalmente convexas. Sua coloração pode variar de semitransparente ou esbranquiçada a branco-esverdeada (Eichelkraut & Cardona, 1989; Patel et al., 1992). No início do estágio são móveis (se locomovem por algumas horas ou dias) e tornam-se sésseis quando iniciam sua alimentação (Eichelkraut & Cardona, 1989; Gill, 1990; Haji et al., 1998; Quintela, 2002).

Essa capacidade de se movimentar no primeiro estágio ninfal é essencial para o ciclo de vida do inseto, pois, se a folha não oferecer condições para o desenvolvimento completo das ninfas, esta pode se locomover para uma folha mais adequada (Summers et al., 1996; Valle, 2001). Essas ninfas podem percorrer desde alguns milímetros até alguns centímetros, em busca de um local adequado para iniciar a sua alimentação, dependendo da planta hospedeira (Summers et al., 1996; Simmons, 2002).

As ninfas de segundo ínstar são achatadas e apresentam o formato oval; medem de 0,33 mm a 0,39 mm de comprimento e 0,18 mm a 0,24 mm de largura e; apresentam uma coloração branco-esverdeada. As ninfas de terceiro ínstar são elípticas e medem de 0,51 mm a 0,60 mm de comprimento e 0,30 mm a 0,36 mm de largura; apresentam uma coloração verde-pálida a verde-escura com olhos vermelhos brilhantes. As ninfas de segundo e terceiro ínstars possuem as antenas e pernas atrofiadas (Eichelkraut & Cardona, 1989; Byrne & Bellows Junior, 1991; Patel et al., 1992).

As ninfas de quarto ínstar apresentam o formato oval, com a parte cefálica arredondada e a parte caudal terminada em uma ponta; medem de 0,54 mm a 0,85 mm de comprimento e 0,36 mm a 0,60 mm de largura. Inicialmente são achatadas e semitransparentes, ao final tornam-se convexas e opacas, com olhos vermelhos bem nítidos e apresentam um par de setas caudais. Sua alimentação ocorre somente no início desse estágio, sendo interrompida logo em seguida, para aparentemente sofrer mudanças morfológicas. A emergência do adulto realiza-se por meio de uma fenda em forma de “T” invertido, na região anterior dorsal do “pupário” (exúvia do último ínstar, que continua presa a folha), com a realização de contrações e distensões do corpo. Alguns minutos após a emergência, o adulto inicia sua alimentação (Eichelkraut & Cardona, 1989; Byrne & Bellows Junior, 1991; Patel et al., 1992; Bellows Junior et al., 1994; Brown et al., 1995; De Barro, 1995; Rossel et al., 1996; Haji et al., 2005).

As colônias se estabelecem na face inferior das folhas. A relação entre sexos nos cultivos de tomate se mostra variável com o tempo e estações do ano, geralmente é próxima a 0,7, a favor das fêmeas (Enkegaard, 1993; Salas & Mendoza, 1995; Plasencia & Gallego, 1999). O macho tem vida mais curta, em média 13 dias, podendo variar de 9 a 17 dias; as fêmeas vivem 62 dias, em média, podendo variar de 38 a 74 dias (Byrne & Bellows Junior, 1991; Bellows Junior et al., 1994; Villas Bôas & Branco, 2009).

A temperatura e a planta hospedeira podem definir efetivamente o ciclo de vida dessa praga, que pode variar, em média, de 17 a 32 dias bem como a fertilidade, o desenvolvimento embrionário e a longevidade do adulto (Van Lenteren & Noldus, 1990; Brown et al., 1995; Valle, 2001; Villas Bôas & França, 2008; Villas Bôas & Branco, 2009). Em temperaturas entre 25°C e 27°C, o ciclo de vida dura de 16 a 25 dias (Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996; Yee & Toscano, 1996). A viabilidade do período de ovo a adulto, em temperatura de 25°C, varia de 50% a 95% (Enkegaard, 1993;

Tsai & Wang, 1996; Wang & Tsai, 1996). Para o tomateiro, nessa mesma temperatura, a viabilidade é de 60,2% (Tsai & Wang, 1996).

Salas & Mendoza (1995) verificaram que em temperatura de 25°C e umidade relativa de 65% o ciclo de vida de ovo a adulto, de *B. tabaci* em folhas de tomateiro, foi de 22,3 dias. O período de pré-oviposição foi de  $1,4 \pm 0,7$  dia, e o de oviposição de  $16,7 \pm 3,2$  dias; com uma média de  $194,9 \pm 59,1$  ovos por fêmea. A fase de ovo foi de  $7,3 \pm 0,5$  dias; o estágio de ninfa de primeiro ínstar  $4,0 \pm 1,0$  dias; o estágio de ninfa de segundo ínstar  $2,7 \pm 1,1$  dias; o estágio de ninfa de terceiro ínstar  $2,5 \pm 0,7$  dias; o estágio de ninfa de quarto ínstar  $5,8 \pm 0,3$  dias; a longevidade dos machos de  $19,4 \pm 5,8$  dias e fêmeas de  $19,0 \pm 3,3$  dias. A razão sexual foi de 1 macho para 2,7 fêmeas.

Mizuno & Villas Bôas (1997) encontraram resultados semelhantes para o ciclo de vida de *B. tabaci* biótipo B ( $22,9 \pm 1,1$  dias) quando submetida à temperatura de  $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Tsai & Wang (1996), observaram um ciclo de vida de 17,79 dias em tomateiro, em temperatura de 25°C. Segundo Villas Bôas (2000) e Villas Bôas et al., (2002), em temperatura ( $28^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa ( $70\% \pm 10\%$ ) controladas e com fotofase de 14 horas, o ciclo de vida, de ovo a adulto, da *B. tabaci* biótipo B, em tomateiro, dura 22,4 dias. Assim, em condições favoráveis a mosca-branca pode apresentar de 11 a 15 gerações por ano (Byrne & Bellows Junior, 1991; Brown & Bird, 1992; Bellows Junior et al., 1994; Brown et al., 1995; Yokoyama, 2008).

Os períodos secos e quentes favorecem o desenvolvimento e a dispersão da praga, sendo, por isso, observados surtos na estação seca. A mosca-branca tem potencial para crescer linearmente sob condições ótimas de temperatura e presença de plantas hospedeiras favoritas. A chuva é o fator mais adverso, causando mortalidade nas populações do inseto, principalmente quando é forte e constante (França et al., 2000, Haji et. al., 2005).

### **2.2.3 As injúrias causadas pela mosca-branca**

Na cultura do tomateiro a mosca-branca pode ocasionar dois tipos importantes de injúrias: direta e indireta. As injúrias diretas são provocados pela sucção da seiva e da ação toxicogênica, após a introdução do estilete no vegetal, na região do floema. Tanto os insetos adultos como as formas jovens atacam as plantas. As plantas atacadas sofrem várias desordens fisiológicas, causando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo,

ficando debilitadas, o que reduz a produtividade e a qualidade dos frutos (Salguero, 1993; Embrapa, 1994; Lourenção & Nagai, 1994; Jiménez et al., 1995; Plasencia & Gallego, 1999; Tavares, 2003; Villas Bôas & França, 2008).

Nos casos de altas densidades populacionais, podem ocorrer perdas de até 100% na produção (Brown & Bird, 1992; Brown, 1994; Oliveira & Farias, 2000). As manchas cloróticas nas folhas são causadas pela injeção de saliva das ninfas e adultos, durante o processo de sucção de seiva. Infestações muito intensas ocasionam murcha, queda de folhas e perda de frutos de tomate (Plasencia & Gallego, 1999).

Os frutos atacados apresentam anomalias e desordens fisiológicas, caracterizadas pelo amadurecimento irregular, que provavelmente é causado por uma toxina injetada pelo inseto durante sua alimentação. Em tomates para processamento industrial, isso dificulta o reconhecimento do ponto de colheita dos frutos e reduz a produção e a qualidade da pasta após o processamento. Internamente, os frutos são esbranquiçados, com aspecto esponjoso ou isoporizados (Schuster et al., 1990; Salguero, 1993; Lourenção & Nagai, 1994; Haji et al., 1996; Plasencia & Gallego, 1999; Baldin et al., 2005; Inoue-Nagata et al., 2009).

As injúrias diretas causadas por essa praga podem ainda aparecer quando o inseto secreta sobre as folhas substâncias açucaradas, conhecidas como “honeydew”, que é uma característica de moscas-brancas e outros hemípteros sugadores. Essas substâncias cobrem as folhas e frutos e servem de substrato para o crescimento e desenvolvimento de fungos vulgarmente conhecidos como fumagina (*Capnodium* sp.), reduzindo o processo de fotossíntese, afetando a produção e a qualidade dos frutos, depreciando seu valor comercial (Costa & Russell, 1975; Brown & Bird, 1992; Brown, 1994; Haji et al., 1996; Norman, 1996; Ferreira & Ávidos, 1998; Leite et al., 2002).

As injúrias indiretas são as mais prejudiciais (Gutierrez, 1999; Villas Bôas & Branco, 2009), isso porque, o inseto é vetor de vários vírus do grupo geminivírus. A mosca-branca é considerada o mais importante vetor de fitopatógenos virais do mundo (Villas Boas et al., 2002). Na cultura do tomateiro, esses geminivírus transmitidos pela mosca-branca vêm causando perdas severas em regiões tropicais e subtropicais.

#### 2.2.4 As geminiviroses

As geminiviroses são causadas pelos vírus pertencentes à família Geminiviridae. Os geminivírus são vírus de DNA. A família é composta por quatro gêneros: *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Topocuvirus* e *Begomovirus* (Rybicki, 1994; Timmermans et al., 1994; Palmer & Rybicki, 1998; Zerbini Júnior et al., 2002; Inoue-Nagata et al., 2009). Os três primeiros gêneros são compostos por vírus com genoma formado por um único componente, ao passo que os *Begomovirus* possuem genoma dividido em dois componentes, DNA-A e DNA-B, codificando para um total de seis genes (Lazarowiz, 1992, citado por Lima et al., 2001; Zerbini Júnior et al., 2002). Segundo o ICTV - *International Committee on Taxonomy of viroses* (2011), o gênero *Mastrevirus* possui 14 espécies reconhecidas, o *Curtovirus* sete espécies reconhecidas, o *Topocuvirus* uma espécie reconhecida e o *Begomovirus* 192 espécies reconhecidas.

O gênero *Begomovirus* é considerado o mais importante. Os vírus desse gênero são transmitidos por mosca-branca para plantas dicotiledôneas (Lima, 2001; Inoue-Nagata et al., 2009). São considerados vírus emergentes, pois a incidência e severidade das doenças por eles causadas têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas (um fato que está associado menos aos vírus propriamente ditos e mais à explosão populacional de seus insetos-vetores) (Zerbini Júnior et al., 2002).

Nesse gênero estão alguns dos vírus de plantas de grande importância econômica no Brasil e no mundo, como, por exemplo, o *Bean golden mosaic virus* (BGMV), o *African cassava mosaic virus* (ACMV) e o *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV). O TYLCV deve ser brevemente incluído em um novo gênero a ser criado, pois seu genoma possui apenas um componente, mas em todos os outros aspectos é semelhante aos *Begomovirus*. Na verdade, existe relacionamento entre alguns vírus pertencentes a gêneros distintos dentro da família *Geminiviridae*, indicando que a adaptação desses vírus pode ocorrer via recombinação/rearranjo entre vírus distintos (Zerbini Júnior et al., 2002).

No Brasil em 1975 foi relatada pela primeira vez a ocorrência do geminivírus TGMV (*Tomato golden mosaic virus*) (Vale et al., 2004). Os geminivírus detectados no Brasil, estão agrupados no gênero *Begomovirus* (Lima, 2001). Dentre as diversas espécies de begomovírus relatadas no Brasil, duas merecem destaque pela sua grande distribuição geográfica: *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) e *Tomato yellow vein streak virus*

(ToYVSV). Os isolados de ToSRV são relatados em todo o Brasil, enquanto de ToYVSV são encontrados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Inoue-Nagata et al., 2009).

O complexo *Bemisia* spp. pode transmitir cerca de 44 tipos de vírus. A espécie *B. tabaci* biótipo B é vetora de um complexo de 17 espécies de geminivírus, capazes de infectar o tomateiro, todas reconhecidas pela ICTV (Schuster et al., 1996; Polston & Anderson, 1997, 1999; Oliveira & Farias, 2002; Fauquet et al., 2005). Além dessas espécies, mais de 40 espécies de geminivírus podem ocorrer esporadicamente no tomateiro segundo lista de taxonomia de espécies de vírus divulgada em 2011 pelo ICTV (2012).

As geminiviroses, transmitidas pela mosca-branca *B. tabaci*, são, atualmente, a principal causa de redução na produtividade de tomateiro, no país. A importância da doença cresceu nos últimos anos devido ao surgimento do biótipo B de *B. tabaci*, que é altamente eficiente na transmissão desses vírus. O inseto vetor é de difícil controle, uma vez que populações resistentes a inseticidas aparecem com frequência, quando o manejo não é feito de forma adequada. Além disso, as cultivares utilizadas no país, até então, não apresentavam resistência ao vírus, o que facilitou a sua rápida expansão (Lopes et al., 2000).

Segundo Hilje (1997), um adulto de mosca-branca por planta é suficiente para que a incidência dos geminivírus transmitidos por esse inseto, seja de 100% em condições de campo, podendo ocorrer perdas totais. Segundo Cubillo et al. (1999), apenas 0,3 adulto de mosca-branca/planta é suficiente para disseminar o vírus do mosqueado amarelo do tomateiro (ToYMoV) na lavoura.

A relação geminivírus-mosca-branca, segundo a maioria dos autores, é do tipo persistente-circulativa. Esses vírus são adquiridos pelos insetos ao se alimentarem de plantas infectadas por um período mínimo de 15 minutos. As partículas virais circulam no corpo do vetor até alcançar as glândulas salivares. Após a aquisição, há um período de adaptação do vírus no inseto (período de latência), variando de quatro a 24 horas, para que, então, o inseto inicie a transmissão. Uma vez infectados com o vírus, os insetos, ao se alimentarem de plantas saudáveis, inoculam o vírus no sistema vascular dessas plantas. Dependendo das condições ambientais e de fatores relacionados ao vírus, a mosca-branca é capaz de transmitir os geminivírus por um período de dez a 20 dias. A eficiência de transmissão é reduzida ao longo desse período (Lastra, 1993; Polston & Anderson, 1999; Lima, 2001). A aquisição do vírus pode ocorrer tanto na fase ninfal como na fase adulta; se a aquisição do vírus ocorrer na fase ninfal, o inseto pode transmiti-lo por um período de 25

a 50 dias. Porém, os insetos originados de indivíduos infectados estão livres do vírus (Silva & Carvalho, 2004).

A ação do vírus, de uma forma geral, apresenta como sintomas característicos o amarelecimento total da planta e nanismo acentuado (Lastra, 1993;). Os frutos não apresentam sintomas, no entanto, há redução do número e tamanho de frutos, quando provenientes de plantas infectadas (Inoue-Nagata et al., 2009). As plantas infectadas apresentam os primeiros sintomas nas folhas mais novas do tomateiro, sob a forma de amarelecimento pronunciado das nervuras e mosaico amarelo, que termina por se distribuir por toda a folha a partir da região do pecíolo (Vale et al., 2004).

Ocorre ainda um mosqueado clorótico, redução do tamanho dos folíolos, que se apresentam coriáceos e enrugados e com os bordos voltados para cima, enfezamento e paralisação do crescimento da planta (Lastra, 1993; Gutierrez, 1999; Lopes et al., 2000; Vale et al., 2004). Quando o vírus infecta as plantas ainda jovens, essas têm o crescimento paralisado ou o desenvolvimento severamente afetado, as folhas ficam deformadas e encarquilhadas e as perdas na produção são mais sérias variando de 30% a 100% (Bezerra et al., 1997; Plasencia & Gallego, 1999; Inoue-Nagata et al., 2009). Em infecções tardias, a planta pode crescer e produzir quase como uma planta sadia (Inoue-Nagata et al., 2009).

No Brasil, a doença encontra-se presente no Distrito Federal e nos estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Ceará, Sergipe e Pernambuco. Acredita-se que a doença possa também estar disseminada em outras regiões produtoras de tomate, tanto para a indústria quanto para mesa (Lopes et al., 2000).

### **2.2.5 Métodos de controle de mosca-branca**

A cultura do tomateiro enfrenta problemas sérios em razão da mosca-branca. A proposta mais racional para o controle dessa praga é a adoção do MIP. Os métodos de controle de mosca-branca na cultura do tomateiro podem ser: legislativo; genético, cultural, biológico e químico.

O controle da mosca-branca é realizado, basicamente, por métodos químicos. É o tipo de controle mais generalizado, embora, na maioria das vezes, feito de forma inadequada. Nesse tipo de controle têm sido utilizados inseticidas organofosforados, carbamatos, piretróides, reguladores de crescimento, neonicotinóides, alternados ou em

misturas, além de detergentes neutros, óleo mineral e inseticidas derivados de plantas (Villas Bôas et al., 1997; Plasencia & Gallego, 1999).

O uso de inseticidas deve ser aliado a outras medidas, como culturais e biológicas, de modo a resultar no melhor controle possível da praga, com poucas consequências deletérias a organismos não-alvos presentes na lavoura (Freire & Morello, 2003). Além de produtos menos tóxicos, o uso de compostos seletivos deve ser preferido, pois irão preservar parasitóides, predadores e agentes polinizadores na lavoura de tomateiro (Silva & Carvalho, 2004).

O efeito dos agrotóxicos, quando funcionam efetivamente, é imediato, porém, temporário, ao contrário dos fatores naturais. São os mais poderosos agentes de simplificação dos agroecossistemas, eliminando grande parte dos organismos úteis, animais e vegetais, da parte aérea e do solo, e com isso, promovendo, a seleção de populações de artrópodes praga resistentes, ressurgimento de pragas, surgimento de pragas secundárias e quebra de cadeias alimentares (Paschoal, 1988).

Indivíduos portadores de genes para resistência ocorrem em pequenas porcentagens nas populações das espécies suscetíveis (o que indica ser a resistência pré-adaptativa). Por repetidas aplicações de produtos químicos esses indivíduos acabam sendo selecionados e passam a constituir a maioria. Ao reproduzirem entre si, transmitem os genes de resistência aos seus descendentes, de tal forma que, em pouco tempo, esses genes predominam, tornando a espécie resistente (Paschoal, 1988).

Desse modo, o aumento da frequência das aplicações de inseticidas permitirá que a resistência se espalhe rapidamente dentro da população, em especial quando o organismo se reproduz rapidamente e possui uma rápida adaptação entre as gerações (Bayer CropScience, 2005). Segundo Prabhaker et al. (1985) as características biológicas e comportamentais de *B. tabaci*, como o rápido desenvolvimento e alta fecundidade, são fatores que contribuem para o aparecimento de resistência aos inseticidas comerciais utilizados com mais frequência.

Uma alternativa aos inseticidas químicos é o uso de óleos, sabões e detergentes neutros em alta pressão e em baixa concentração (0,5% a 0,8%). Esses produtos interferem no metabolismo e na respiração do inseto, pois danificam a película de cera sobre a cutícula do inseto, além de provocar mudanças na estrutura da folha e repelência. Os efeitos diretos sobre a mosca-branca são a redução na oviposição e transtornos no desenvolvimento das ninfas, especialmente no primeiro estágio, em que as ninfas não se

alimentam na superfície tratada com óleo e morrem desidratadas (Haji, 2000; Villas Boas, 2005; Villas Bôas & França, 2008; Villas Bôas & Branco, 2009).

A utilização dos fitoinseticidas (extratos vegetais) pode ser uma prática recomendável no controle de mosca-branca. A atividade inseticida do nim, por exemplo, foi reportada para o controle de mais de 400 espécies de insetos, das quais 100 têm ocorrência no Brasil (Penteado, 1999; Martinez, 2002). O efeito dos inseticidas botânicos sobre os insetos é variável podendo ser tóxico, repelente, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a sua alimentação (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990). Várias pesquisas têm demonstrado que a maioria dos extratos vegetais não apresenta período de carência (sua degradação é muito rápida), possui uma baixa toxicidade a mamíferos (dependendo do extrato vegetal e da dose utilizada) e pode ou não apresentar seletividade aos inimigos naturais e polinizadores (conforme o extrato vegetal e a dose utilizada). Esses produtos atuam principalmente em insetos de menor porte.

Como medida de controle legislativo foi instituída a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento n.º 24, de 15 de abril de 2003, para regulamentar o plantio de tomate industrial e *in natura* no país (Mapa, 2003). No estado de Goiás foi estabelecida pela Agrodefesa a Instrução Normativa de n.º 005 em dezembro de 2007, para regulamentar o plantio de tomate tutorado ou rasteiro (Agrodefesa, 2007). Em junho de 2011, a Agrodefesa revoga a Instrução Normativa n.º 005 e estabelece a Instrução Normativa n.º 06, regulamentando o plantio de tomate tutorado ou rasteiro no Estado de Goiás (Agrodefesa, 2011).

Em vários países, nas culturas em que a mosca-branca age como transmissor de vírus, avaliações para seleção de germoplasma têm sido efetuadas, detectando-se linhagens com níveis variáveis de resistência em tomateiro e feijoeiro (Lacerda & Carvalho, 2008). No Brasil, não existem cultivares ou híbridos, resistentes ao vetor das geminiviroses, disponíveis no mercado. Alguns pesquisadores como Francelli et al. (2003), Baldin et al. (2005) e Lima et al. (2005) vem realizando trabalhos para identificar materiais resistentes à mosca-branca em tomateiro. A maioria dos trabalhos relacionados ao tema, normalmente, demonstram que acessos de *S. lycopersicum* (materiais comerciais), de maneira geral, têm sido citados, como mais suscetíveis à mosca-branca do que espécies selvagens.

Algumas empresas produtoras de sementes de hortaliças já estão disponibilizando no mercado cultivares ou híbridos de tomate resistentes ou tolerantes as geminiviroses. No entanto, a maior parte desses materiais disponíveis no mercado são

resistentes ao TYLCV; e em menor quantidade resistentes ou tolerantes aos geminivírus *Tomato rugose mosaic virus* (ToRMV), *Tomato curly stunt virus* (ToCSV), *Tomato torrado virus* (ToTV), *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) e *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* (TYLCSV). O TYLCV ainda não foi relatado ocorrendo no Brasil. O geminivírus predominante nos cultivos brasileiros é o *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV) (Faria et al., 1997; Ribeiro et al., 1994; Zerbini et al., 1996); e até o momento, no Brasil, ainda não foram desenvolvidos cultivares ou híbridos resistentes ou tolerantes especificamente ao ToYVSV. O que se observa nos cultivos brasileiros, segundo relatos de produtores, é que os materiais com resistência ou tolerância ao TYLCV, também estão demonstrando algum efeito negativo no desenvolvimento dos geminivírus de ocorrência no Brasil.

Outro tipo de controle de grande importância é o cultural, que inicia-se a partir do estabelecimento de um calendário de plantio anual, definindo-se um período mínimo entre 60 a 120 dias consecutivos livres de cultivo de tomateiro, conforme as peculiaridades de cada microrregião. Essa medida favorece o escape ao vírus pela redução da infectividade no vetor (Silva & Carvalho, 2004; Villas Boas, 2005).

É importante a utilização de sementes de boa qualidade e alto poder germinativo. A utilização de mudas saudáveis e vigorosas é fundamental. Quanto mais cedo ocorrer a infecção das plantas pelo vírus, mais injúrias serão observadas; com consequente redução da produção. Estudos realizados na Embrapa Hortaliças indicam que a infecção precoce do vírus em mudas de tomateiro reduzem em 60% a produtividade de cultivares suscetíveis ao vírus. Desse modo, as mudas devem ser transplantadas com no mínimo 21 dias de idade e protegidas com inseticidas registrados para a cultura, ainda na fase de formação e nos primeiros 30 dias após o transplante (Villas Boas et al., 1997; França et al., 2000; Haji, 2000; Haji et al., 2000; Villas Boas, 2005; Ramiro, 2011).

A produção de mudas deve ser efetuada em viveiros com pedilúvio (caixa com cal virgem) na porta de entrada; antecâmaras de no mínimo de 1,5 m x 1,5 m; cortina de ar entre a antecâmara; e telados com malha máxima de 0,239 mm (equivalente a duzentos e trinta e nove micras). Os viveiros devem ser instalados longe de campos contaminados com geminivírus e infestados com mosca-branca, e ainda longe do local definitivo de plantio. As sobras das mudas não devem retornar aos viveiros (Villas Boas et al., 1997; França et al., 2000; Haji, 2000; Mapa, 2003; Agrodefesa, 2011; Ramiro, 2011).

O escalonamento de plantio não deve ultrapassar 60 dias para cada microrregião de plantio. É importante a manutenção da lavoura no limpo, eliminando as plantas daninhas hospedeiras de viroses, antes do plantio (se possível 30 dias antes do plantio) e nos primeiros dias do estabelecimento da lavoura (Villas Boas et al., 1997; Haji, 2000; Silva, 2000; Mapa, 2003; Villas Boas, 2005; Agrodefesa, 2011; Lacerda & Carvalho, 2008; Ramiro, 2011).

Outra medida preventiva é o uso de barreiras vivas, que visam impedir ou retardar a entrada de adultos da praga na lavoura. As barreiras devem ser perpendiculares à direção predominante do vento e, quando possível, rodear a lavoura. Podem ser utilizadas plantas como sorgo forrageiro, milho ou cana-de-açúcar. Essas plantas funcionam ainda, como atrativo para os inimigos naturais. Por ocasião do transplante do tomate, estas plantas devem estar com 1,0 m de altura. Periodicamente, deve-se pulverizar uma solução de açúcar a 10% sobre as plantas como o objetivo de aumentar a atratividade de adultos de inimigos naturais. Barreiras físicas, como, por exemplo, o uso de cercas com telas antiafídeo, também podem ser utilizadas (Salguero, 1993; Haji, 2000; Silva, 2000; Gravena & Benvença, 2003; Villas Boas, 2005). A utilização de plantas armadilhas, como pepineiro, couve, berinjela, feijoeiro, associada à aplicação de inseticidas sistêmicos, constitui, também uma importante tática de controle (Hilje & Cubillo, 1996; Hilje et al., 1993).

Armadilhas amarelas atraem adultos de mosca-branca e reduzem de certa forma a população, além de serem úteis para o monitoramento do inseto. Podem ser usadas cartolinas, lonas, plásticos ou etiquetas, de coloração amarela, ou ainda outros materiais pintados de amarelo. É importante que estejam untadas com óleo, graxa, vaselina, cola ou outro material aderente. Devem ser colocadas entre as plantas, na mesma altura das plantas do cultivo (Villas Bôas et al., 1997; Haji, 2000; França et al., 2000; Villas Boas, 2005; Lacerda & Carvalho, 2008).

A destruição dos restos culturais após a colheita, visando reduzir o nível das populações remanescentes de pragas na área da cultura, através da eliminação de sítios de proteção da praga, alimentação e reprodução, é obrigatória. Essa medida ainda reduz as fontes de inócuo de geminivírus. A adoção de rotação de cultura reduz a disseminação da praga e do vírus. Pode-se ainda, usar coberturas repelentes à mosca-branca, como plástico preto ou prateado, palha de arroz, restos vegetais provenientes de capina, que provavelmente, repelem a praga pelo reflexo da luz ou por mudanças de temperatura (Haji

et al., 2000; Yuki, 2001; Freire & Morello, 2003; Gravena & Benvenga, 2003; Lacerda & Carvalho, 2008; Ramiro, 2011).

Outro ponto importante do controle cultural, objeto desse estudo, que deve ser observado, e que na maioria das vezes é negligenciado, refere-se à fertilização e nutrição das plantas. As aplicações de fertilizantes minerais altamente solúveis nos solos são cada vez mais pesadas e frequentes. Essas adubações podem provocar modificações fisiológicas drásticas na planta, a ponto de alterar o seu equilíbrio biológico, aumentando sua suscetibilidade a pragas e fitopatógenos. Infelizmente o manejo integrado da fertilidade do solo (MIFS) e da nutrição da planta ainda não é adotado nos cultivos do tomateiro, principalmente nos cultivos destinados ao processamento, onde as grandes empresas e multinacionais impõem seus pacotes tecnológicos a técnicos e produtores, que simplesmente os executam.

O controle biológico da mosca-branca é realizado por várias espécies de inimigos naturais, entre eles predadores, parasitóides e entomopatogênicos. Gerling et al. (2001) catalogaram os predadores e parasitóides do complexo *Bemisia* sp. que ocorrem naturalmente. Eles relacionaram 170 artrópodes no mundo como agentes de controle biológico. Destes, 114 espécies são predadores e pertencem a duas ordens de Arachnida (distribuídos em dez famílias, com total de 34 espécies) e a sete ordens de Insecta (distribuídos em 21 famílias, com total de 80 espécies); as outras 56 espécies são parasitóides e pertencem a quatro famílias da ordem Hymenoptera da classe Insecta. Após essa revisão, outros predadores e parasitóides de *B. tabaci* já foram identificados e estudados.

Faria & Wraight (2001) relataram a existência de cerca de 11 espécies de fungos entomopatogênicos de mosca-branca. O emprego desses microrganismos requer alta umidade (93%) para a germinação e crescimento do fungo. O uso dos fungos é promissor, embora apresente algumas limitações na sua aplicação prática (Villas Bôas et al., 1997).

No Brasil os principais predadores de mosca-branca, de ocorrência natural, pertencem aos gêneros *Orius*, *Crysopa*, *Scolothip*, *Amblyseius*, *Aleochar* e *Anthocoris*. Os parasitóides que se destacam pertencem aos gêneros *Encarsia* e *Eretmocerus*, comumente encontrados. Com relação à entomopatogênicos os que mais se destacam são os fungos *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aschersonia aleyrodis* e *Beauveria bassiana* (Villas Bôas et al., 1997; Salvador, 2004).

## 2.3 INTERAÇÕES INSETOS-PLANTAS

A maioria das interações entre plantas e insetos envolve direta ou indiretamente o fator alimento, o qual fornece energia para a sua reprodução e existência. Para minimizar o ataque desses fitófagos, as plantas desenvolveram estruturas físicas e/ou substâncias químicas que causam efeitos deletérios aos insetos não adaptados a se alimentar dessas. Muitos insetos, entretanto, desenvolveram mecanismos para manipular as defesas de suas plantas preferidas ou, mesmo, utilizá-las em benefício próprio (Pizzamiglio, 1991).

### 2.3.1 As defesas das plantas e os insetos

As plantas dispõem de mecanismos ou estratégias para evitar ou reduzir o ataque dos insetos como fuga no tempo, com um ciclo vegetal curto ou prolongado; a fuga individual, com a dispersão de progênies ou propágulos; a associação com outras espécies e; a tolerância ou a confrontação com o herbívoro. As plantas podem compensar a perda de biomassa causada pelo herbívoro com um crescimento rápido, com o aumento das taxas de reprodução, além de passarem por alterações bioquímicas como consequência da herbivoria (Harris, 1980; Giles et al., 2005; citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009).

As defesas das plantas contra o ataque por herbívoros ou fitopatógenos são geralmente classificadas em constitutivas e induzidas. As defesas constitutivas estão sempre presentes na planta, não dependem do ataque de herbívoros ou fitopatógenos e incluem inibidores de alimentação, toxinas e defesas mecânicas. As defesas induzidas são desencadeadas em resposta ao ataque pelos herbívoros ou fitopatógenos e incluem a modificação e o acúmulo dos metabólitos normais da planta (Levin, 1976).

As plantas produzem além de substâncias primárias (aminoácidos, nucleotídeos, açúcares e acil lipídeos) as substâncias secundárias (aleloquímicos) para a sua defesa, que podem atuar como atraentes e estimulantes de alimentação ou como deterrentes e repelentes. As principais substâncias secundárias são alcalóides, esteróides, ésteres fenólicos, glicosídeos cianogênicos, glicosinolatos, ligninas, inibidores de proteínas, quinonas, saponinas, flavonóides, piretrinas, fenilpropanos, isoprenóides, faseolunatima, taninos, terpenóides, lipídios, aminoácidos tóxicos ou não proteicos, hormônios e anti-hormônios. Estes compostos não apresentam valor nutritivo e estão concentrados principalmente nos órgãos de reprodução, que representam a base da existência da planta

(Kogan, 1977; Norris & Kogan, 1980; Berenbaum, 1985; Ishaaya, 1986, citados por Parra et al., 2009; Parra et al., 2009).

O termo aleloquímico pode ser definindo como uma substância não-nutritiva, produzida por indivíduos de uma espécie, que influencia a biologia, o comportamento, a sanidade e, conseqüentemente, o crescimento da população de outra espécie. Dois tipos de aleloquímicos são de maior interesse para as relações inseto-planta: os alomônios, que tendem a conferir vantagem adaptativa ao organismo emissor (no caso, a planta hospedeira) e os cairomônios que tendem a conferir vantagem adaptativa ao organismo receptor (no caso, o inseto fitófago) (Whittaker, 1970; Whittaker & Freeny, 1971; citados por Vendramim & Guzzo, 2009; Gallo et al., 2002).

Assim, certos aleloquímicos (alomônios) protegem as plantas de herbívoros ou fitopatógenos, evitando oviposição, diminuindo a alimentação, reduzindo os processos digestivos e modificando a assimilação de alimentos. Já os cairomônios favorecem os insetos, atraindo-os, estimulando-os a ovipositarem, a se alimentarem e a utilizarem tais compostos como precursores de hormônios, feromônios e alomônios. Um aleloquímico pode ser deterrente para uma espécie (por exemplo, um inseto generalista) e fagoestimulante para outra (por exemplo, um inseto especialista) (Parra et al., 2009).

Herbívoros induzem defesas diretas por parte da planta, as quais interferem na alimentação e desenvolvimento do inseto ou na emissão de substâncias voláteis que atraem seus inimigos naturais (defesas indiretas induzidas). Geralmente, as defesas induzidas têm sido associadas com as injúrias causadas durante a alimentação, entretanto, a oviposição pelos herbívoros pode ativar as defesas diretas e indiretas da planta (Walling, 2000; Hilker & Meiners, 2002).

A teoria da “defesa ótima” das plantas prevê que as defesas são produzidas e distribuídas nos tecidos de modo a obter os melhores custos e benefícios, ou seja, tecidos com menor probabilidade de ataque possuem níveis menores de defesas constitutivas e níveis elevados de defesas induzidas, tecidos vegetais com maior probabilidade de ataque contêm defesas constitutivas elevadas e menos defesas induzidas (Rhoades, 1979; Zangerl & Rutledge, 1996; citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009). As defesas induzidas são uma forma de plasticidade fenotípica adaptativa por meio da qual as plantas economizam custos metabólicos ao acionar as defesas diretas somente quando estas são necessárias e para incrementar a defesa indireta pelos inimigos naturais, mais, ao mesmo tempo, permitindo que as defesas constitutivas continuem em ação (Cipollini et al., 2003).

Fatores ambientais, como temperatura, radiação solar, fertilidade do solo, deficiência hídrica e agrotóxicos, podem favorecer a resistência ou suscetibilidade da planta ao inseto e afetar as interações entre esses dois organismos. A idade da planta, as folhas, os frutos e outros órgãos infestados por herbívoros também influenciam a capacidade de defesa da planta. Folhas velhas podem conter substâncias deletérias, como os taninos, ou serem mais duras (Coley, 1980; Kogan & Paxton, 1983; citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009).

As respostas de defesas das plantas podem variar conforme o ataque por um herbívoro especialista ou generalista. A maioria dos herbívoros é especializada nas suas plantas hospedeiras e um menor número de espécies de insetos são generalistas. Nos insetos especialistas adaptados a tolerar as defesas das plantas hospedeiras, a redução dos custos metabólicos podem se tornar uma vantagem para o inseto. Esses insetos possuem um sistema enzimático capaz de metabolizar substâncias tóxicas, ou promover um sequestro das toxinas, podendo utilizá-las para a sua própria defesa (contra predadores e parasitóides), como nutriente ou para a síntese de feromônios (Feeny, 1975; Price, 1984; Bernays & Chapman, 1994, citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009; Hartmann, 1999; Nishida, 2002; Pizzamiglio-Gutierrez, 2009).

A estratégia do generalista é mais adaptativa, proporcionando maiores alternativas quanto ao alimento e abrigo, mas estes têm que selecionar o alimento adequado entre plantas que podem variar em qualidade nutricional e também incluir defesas para as quais não estão adaptados. Dessa forma, a eficiência em reconhecer as toxinas, produzidas pelas plantas, para sua defesa, é extremamente importante para a sobrevivência do inseto (Price, 1982; Howard, 1987; citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009; Bento & Nardi, 2009).

### **2.3.2 Resistência de plantas a insetos**

Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, por causa de sua constituição genotípica, é menos danificada do que outra, em igualdade de condições, para o ataque de um inseto. Como a resistência é resultante da relação entre inseto e planta, a identificação de uma planta ou variedade resistente pode ser feita por meio de parâmetros que levam em consideração tanto o inseto (diferença na população, oviposição, consumo, duração do ciclo biológico, fecundidade, etc.) como a planta (diferença na sobrevivência,

destruição dos diferentes órgãos vegetais, produção, qualidade do produto, etc.) (Lara, 1991; Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

Observando os mecanismos por meio dos quais uma planta apresenta resistência a um inseto, verifica-se que, em muitos casos, esse fenômeno envolve a alteração do comportamento ou da biologia do inseto, enquanto em outros ocorre uma reação da própria planta que em nada afeta o inseto. Com base nessas variações, a resistência pode ser classificada em três tipos: não-preferência ou antixenose, antibiose e tolerância. Uma planta pode ter ao mesmo tempo os três tipos de resistência, já que os fatores genéticos que os condicionam podem ser independentes (Lara, 1991; Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

Uma variedade apresenta resistência por não-preferência ou antixenose quando ela é menos utilizada pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo, ou seja, quando não dispõe de características adequadas para servir de hospedeiro ao inseto, provocando neste uma reação negativa durante o seu processo de seleção hospedeira. Há uma cadeia de estímulos da planta que provoca uma cadeia de respostas do inseto, sendo que cada estímulo positivo corresponde a um negativo, o que leva o inseto a utilizar ou não a planta para alimentação, oviposição ou abrigo. Das três modalidades de não-preferência, as mais frequentemente observadas são as referentes à oviposição e à alimentação. A caracterização da não-preferência para oviposição pode ser feita com base no menor número de ovos, enquanto a não-preferência para alimentação fica caracterizada pelo menor consumo ou menor número de insetos procurando a variedade para se alimentar (Lara, 1991; Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

Em relação aos insetos sugadores, a maioria dos casos de resistência por não-preferência se deve à dificuldade do inseto em localizar a região onde normalmente se alimenta. Em plantas suscetíveis, os afídeos retiram a seiva dos vasos liberianos e, nas resistentes, retiram seiva da epiderme, subepiderme, mesofilo e outras células do floema, mas raramente dos vasos liberianos (Gallo et al., 2002).

A antibiose ocorre quando o inseto se alimenta normalmente da variedade, mas esta exerce efeito adverso sobre a sua biologia. Pode ser caracterizada por diversos parâmetros do inseto, como mortalidade dos estágios imaturos (frequentemente no primeiro ínstar), prolongamento do período de desenvolvimento, redução do tamanho e do peso das fases imatura e adulta, diminuição da longevidade dos adultos, alteração da razão sexual e ocorrência de pupas e de adultos defeituosos, redução da fecundidade, da

fertilidade e do período de oviposição, etc (Lara, 1991; Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

A antibiose pode ser causada por diversos fatores como: a) presença na planta de substâncias químicas que provocam intoxicação aguda ou crônica do inseto; antimetabólitos que tornam indisponíveis certos nutrientes essenciais ou atuam como inibidores enzimáticos; enzimas que inibem ou reduzem os processos normais de digestão do alimento; compostos que interferem na reprodução; b) impropriedade nutricional (deficiência qualitativa e quantitativa de nutrientes) da planta para o inseto etc. Nem sempre é fácil distinguir entre um elevado grau de antixenose para alimentação e antibiose, já que a redução da alimentação também pode provocar alterações significativas na biologia do inseto (Gallo et al., 2002).

Finalmente, a tolerância é caracterizada quando uma variedade é menos danificada do que as demais, sob um mesmo nível de infestação do inseto, sem que haja efeito no comportamento ou biologia do inseto. Entre as razões que tornam uma variedade tolerante, incluem-se maior capacidade e/ou rapidez para regenerar as áreas destruídas pelos insetos e maior vigor ou área foliar, que são características varietais intrínsecas (Lara, 1991; Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

As diferentes estratégias adotadas pelas plantas para lhes conferir resistência aos insetos são denominadas causas ou fatores da resistência, e são didaticamente divididas em fatores físicos, morfológicos e químicos. As causas físicas são representadas basicamente pela cor do substrato vegetal que, em alguns casos, afeta não apenas a seleção hospedeira para a alimentação e a oviposição, mas, também a biologia do inseto. No entanto, são raros os casos efetivos de resistência causada pela cor (Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

São considerados fatores morfológicos todas as características estruturais ou morfológicas da planta que afetam negativamente o inseto. Embora esses fatores morfológicos influenciem muito o comportamento do inseto, prejudicando sua locomoção, acasalamento e seleção hospedeira para alimentação e/ou oviposição, eles também podem ter grande influência na fisiologia do inseto, por causa de suas características químicas, afetando a ingestão e a digestão dos alimentos, ou tendo, por si só, baixa qualidade nutricional quando ingeridos (Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

Os fatores morfológicos podem ser agrupados basicamente em fatores estruturais e fatores da epiderme. Os fatores estruturais se referem basicamente ao tamanho

das estruturas vegetais e à forma como elas se encontram dispostas na planta e, embora contribuam significativamente para a resistência da planta às pragas, não tem grande importância do ponto de vista nutricional, uma vez que afetam basicamente o comportamento do inseto. Os fatores da epiderme, por sua vez, compreendem os apêndices ou formações nela encontrados, como, por exemplo, a pilosidade (incluindo os tricomas), bem como a forma, a textura, a espessura e consistência (dureza), que são determinadas pela deposição de ceras, sílica, lignina e outros. Tais fatores influenciam mais diretamente a nutrição do inseto, por fazer parte do tecido da planta, e por ser, também, ingerido por muitos insetos (Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

Epidermes mais espessas ou mais duras normalmente afetam os insetos, restringindo a alimentação (principalmente de insetos sugadores), a oviposição endofítica e a penetração (insetos minadores). A textura da epiderme, mais lisa ou rugosa, pode afetar principalmente a oviposição. Outro fator da epiderme que influencia o comportamento e a biologia dos insetos é a pilosidade, que pode atuar sobre o inseto diretamente, afetando a oviposição, alimentação, locomoção ou indiretamente, por meio dos exsudatos secretados por tricomas glandulares. Um dos efeitos mais marcantes dos tricomas é a redução da oviposição do inseto. Deve-se salientar, entretanto, que em alguns insetos, ocorre efeito contrário, com maior postura nas plantas mais pilosas (Gallo et al., 2002).

Os tricomas podem também dificultar a locomoção dos insetos, principalmente quando ocorrem em alta densidade. Essa dificuldade acentua-se nos casos em que os tricomas (em forma de gancho) capturam insetos pequenos. As exsudações produzidas por tricomas glandulares também são importantes fatores de resistência, já que podem dificultar a locomoção do inseto, provocar repelência, reduzir a oviposição e causar aderência do inseto à superfície vegetal, além de ocluir o aparelho bucal, levando o inseto à morte por inanição. Em tomateiros existem tricomas que apresentam altos níveis de açúcares na composição química da sua secreção glandular, demonstrando toxicidade a várias espécies de insetos, inclusive a *B. tabaci* biótipo B (Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

As causas químicas da resistência incluem as substâncias que atuam negativamente no comportamento ou metabolismo do inseto, bem como as impropriedades nutricionais da planta. A alteração do comportamento do inseto ocorre principalmente durante a seleção hospedeira para a alimentação e oviposição e, resulta na resistência por não-preferência ou antixenose. O efeito no metabolismo é decorrente principalmente da

ingestão de compostos (metabólitos tóxicos, inibidores enzimáticos, inibidores reprodutivos, etc.) pelo inseto ou da impropriedade nutricional da planta (deficiência qualitativa ou quantitativa de nutrientes), resultando na resistência por antibiose (Gallo et al., 2002; Vendramim & Guzzo, 2009).

### 2.3.3 Insetos herbívoros e seus hospedeiros

A distribuição dos insetos está na dependência do maior ou menor suprimento de alimentos. Com a implantação da agricultura, o homem tem proporcionado alimento abundante para os insetos e, com isto, tem permitido um aumento vultoso de suas populações (Gallo et al., 2002). O crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da quantidade e qualidade do alimento utilizado, portanto, entre insetos e plantas, as relações tróficas ou de alimentação são fundamentais (Pizzamiglio, 1991).

Além de alimento, as plantas representam um lugar para o inseto viver e se reproduzir e essas podem se beneficiar através da polinização. Insetos fitófagos dependem das plantas para sobreviver e estão sujeitos a todas as alterações que resultam das interações dessas e o meio ambiente. Entretanto, essa associação íntima não afeta somente a eles, pois uma infestação intensa de insetos não passa despercebida pela planta. Insetos e outros animais são agentes importantes na dispersão das plantas, transportando pólen, sementes e esporos e, acredita-se que as interações entre as plantas e os animais polinizadores, principalmente os insetos, constituem a força motriz na expansão das angiospermas no planeta (Pizzamiglio, 1991).

A habilidade de um inseto se alimentar adequadamente de uma planta envolve uma sequência de comportamentos, onde cada etapa facilita a etapa seguinte, e incluem cinco fases principais: a localização do *habitat* da planta hospedeira; o encontro da planta hospedeira; o reconhecimento do hospedeiro; a aceitação; e a adequação desse alimento (Salt, 1935; Matthews & Matthews, 1978; Kogan, 1976; citados por Pizzamiglio-Gutierrez, 2009).

A localização de um hospedeiro nutricionalmente adequado requer um sofisticado mecanismo de detecção dos sinais presentes no ambiente. Todos os órgãos sensores parecem estar envolvidos, pelo menos parcialmente, na percepção aos estímulos das plantas e estes incluem o estímulo visual (cor e forma), tátil (contatos), auditivo (sons)

e olfatório (odores), este último o mais importante e dominante nas interações inseto-planta (Silveira Neto et al., 1976; Visser, 1986; Chapman, 1998).

O reconhecimento e a aceitação de uma planta ou a sua rejeição são determinados por um processo metabólico e neural complexo, que inclui os órgãos sensores, o sistema nervoso central, estímulos positivos e/ou deterrentes, fatores afetando a pré-ingestão e a pós-ingestão do alimento, bem como a experiência (indução ou aversão) ao alimento (Dethier, 1982; Jermy et al., 1982; citados por Pizzamiglio, 1991). Nesse processo, alguns nutrientes atuam como estimulantes de alimentação (açúcares, aminoácidos, sais, esteróis, vitaminas, compostos orgânicos e ácidos orgânicos). O aperfeiçoamento das preferências alimentares em insetos fitófagos é bastante influenciado pelo desenvolvimento dos compostos aleloquímicos das plantas e, em alguns insetos, é intensamente regulada pela presença de substâncias específicas no alimento, as quais estimulam receptores especialmente sintonizados com tais substâncias. Os principais quimiorreceptores ou receptores gustatórios responsáveis por rejeição ou aceitação de alimentos estão localizados nos palpos maxilares e no labro superior (Smith, 2005; Parra et al., 2009).

Alguns insetos evitam os aleloquímicos com a produção de surfactantes, alcalinização do trato digestivo ou mesmo pela excreção rápida. Muitos sugadores de plantas injetam com a saliva fenolases que são desintoxicadoras, o que permite a alimentação do inseto sem maiores prejuízos. O aparelho bucal de hemípteros sugadores capacita esses insetos a inserirem seus estiletos entre cavidades ou ductos com toxinas produzidas pelas plantas (Slansky Junior & Panizzi, 1987; Parra et al., 2009).

Muitas vezes, os nutrientes essenciais não estão disponíveis e o inseto adapta-se para consegui-los, por meio de vários processos. O sincronismo do estágio do ciclo de vida com épocas nas quais os nutrientes estão mais disponíveis é um desses processos. Assim, os mastigadores alimentam-se de folhas novas as quais são ricas em nutrientes; os sugadores estão em sincronismo com a emissão de gemas das plantas ou frutificações; os parasitóides estão sincronizados com os hospedeiros; as atividades das abelhas estão em perfeita sintonia com a fenologia das flores e assim por diante. Outro processo de adaptação é a modificação na qualidade do alimento, que pode ser induzida por uma ação direta dos insetos sobre plantas ou outros organismos. Além disso, os insetos podem compensar a baixa qualidade nutricional, com o aumento do consumo de alimentos ou alterando a eficiência de sua utilização (Parra et al., 2009).

## 2.4 SISTEMA DIGESTIVO E NUTRIÇÃO DE INSETOS

Os insetos alimentam-se de uma grande variedade de produtos vegetais e animais, que podem estar vivos, mortos ou em decomposição; em alguns casos, sangue ou sucos de plantas podem constituir o seu suprimento alimentar total. A diversidade dos itens alimentares está correlacionada com a estrutura dos órgãos digestivos, especialmente com o aparelho bucal. O sistema digestivo varia consideravelmente com os diferentes tipos de alimentos consumidos. Os hábitos alimentares podem variar grandemente em uma dada ordem (Borror & DeLong, 1969, Camargo et al., 2011; Triplehorn & Jonnson, 2011).

Em holometábolos, as formas jovens (larvas), normalmente, estão adaptadas a nichos ecológicos distintos dos adultos e, geralmente tem hábitos alimentares inteiramente diferentes e tipos diferentes de sistemas digestivos, o que as impedem de competirem com os adultos. Alguns adultos sequer se alimentam (Borror & DeLong, 1969; Terra & Ferreira, 2009; Camargo et al., 2011; Triplehorn & Jonnson, 2011).

Uma larva (nos insetos holometabólicos) ou uma ninfa (nos insetos hemimetabólicos) tende a escolher um alimento apropriado para consumi-lo em proporções balanceadas de tal forma a utilizá-lo adequadamente para promover um ótimo crescimento e desenvolvimento, dando origem a um adulto que seja reprodutivamente competitivo. Essa escolha envolve adaptações e estratégias para cada espécie, o que inclui a capacidade compensatória em condições inadequadas, e existindo, sobretudo, grande influência das condições do ambiente (Parra et al., 2009).

As maiores especializações alimentares podem ser identificadas quanto à consistência sólida ou líquida ou quanto à origem vegetal ou animal. Nos insetos que ingerem alimentos sólidos na maioria das vezes têm um tubo digestivo curto, largo e reto, com uma musculatura desenvolvida e uma proteção contra ferimentos mecânicos. Por outro lado, insetos que se alimentam de sangue, seiva ou néctar apresentam, usualmente, um tubo digestivo longo, estreito e com dobras para permitir o máximo contato com o alimento líquido, sendo, nesse caso, desnecessária a proteção contra ferimentos mecânicos. A especialização mais óbvia do tubo digestivo pode ser encontrada nos hemípteros que se alimentam de seivas, eles possuem um mecanismo para retirar o excesso de água e concentrar as substâncias nutritivas antes da digestão (Gallo et al., 2002; Gullan & Cranston, 2007; Camargo et al., 2011).

O sistema digestivo (ou digestório) dos insetos é constituído basicamente de um longo tubo ou canal, geralmente um pouco enrolado, que se estende da boca até o ânus, disposto de forma longitudinal no corpo do inseto. O espaço entre o canal alimentar e a parede do corpo é chamado hemocele ou cavidade geral do corpo; que é grandemente preenchido pela hemolinfa (Lara, 1992; Gallo et al., 2002; Camargo et al., 2011; Triplehorn & Jonnson, 2011).

O sistema digestivo dos insetos é diferenciado em três regiões principais: intestino anterior ou estomodeu, o intestino médio ou mesêntero e o intestino posterior ou proctodeu. No estomodeu normalmente ocorre à ingestão, o armazenamento, a trituração e o transporte de alimento até a próxima região (intestino médio). No mesêntero existem as células epiteliais que produzem e secretam enzimas digestivas responsáveis pela degradação dos alimentos; após a atuação dessas enzimas ocorre a absorção dos produtos da digestão. O material remanescente no lúmen do trato digestivo, juntamente com o ácido úrico formado nos túbulos de Malpighi, chega à região do proctodeu, local em que ocorre a reabsorção de água, de sais e de outras moléculas importantes, antes da eliminação das fezes pelo ânus (Lara, 1992; Gallo et al., 2002; Gullan & Cranston, 2007; Camargo et al., 2011; Triplehorn & Jonnson, 2011).

Dessa forma, a digestão é o processo de alteração química e física do alimento até a obtenção de moléculas menores passíveis de serem absorvidas pelo tecido intestinal, com o objetivo de nutrir várias partes do organismo. Este processo pode começar antes mesmo de o alimento ser ingerido, mas geralmente ocorre quando ele passa pelo trato digestivo, local onde é processado (digestão, absorção, formação e eliminação das fezes) (Terra & Ferreira, 2009; Triplehorn & Jonnson, 2011).

#### **2.4.1 Exigências nutricionais dos insetos**

O alimento, como um componente do meio ambiente, é extremamente importante, pois influencia diretamente a distribuição e abundância dos insetos. Além disso, afeta seus processos biológicos como fecundidade, longevidade, velocidade de desenvolvimento bem como o seu comportamento, fisiologia e ecologia. Esses processos biológicos estão diretamente correlacionados com a quantidade, qualidade e a proporção de nutrientes presentes nos alimentos ingeridos. A presença de compostos secundários ou não-nutricionais (aleloquímicos) também podem causar impacto variável na biologia dos

insetos, determinando a sua capacidade de contribuição reprodutiva para a geração seguinte (Silveira Neto et al., 1976; Panizzi & Parra, 2009).

Em termos gerais, a nutrição estuda os requisitos alimentares dos organismos, podendo ser enfocada sob o aspecto qualitativo e quantitativo. A nutrição qualitativa envolve exigências nutricionais sob o ponto de vista químico. Os insetos têm como exigências nutricionais básicas ou específicas, necessárias para o desenvolvimento e a reprodução normal, os aminoácidos, vitaminas, sais minerais (nutrientes essenciais), carboidratos, lipídios, esteróis (nutrientes não essenciais), ácidos nucléicos e água. A nutrição quantitativa ou dietética considera que é importante não somente, para o inseto, as exigências nutricionais básicas, mas a quantidade (proporção) de alimento ingerido, digerido, assimilado e convertido em tecidos de crescimento. Esta quantidade varia conforme os nutrientes e os compostos não nutritivos (como os aleloquímicos) existentes no alimento (Parra, 1991; Panizzi & Parra, 2009; Parra et al., 2009).

Os nutrientes essenciais são compostos que devem ser obtidos pelos insetos, através de sua dieta, porque não podem ser sintetizados nem pelo sistema metabólico do inseto, nem pelos simbioses. Os nutrientes não-essenciais são elementos que devem ser consumidos para produzir energia, e serem convertidos de uma forma tal que os insetos possam utilizá-los através do processo metabólico (Parra, 1991, 2009). Assim, a ingestão de qualquer alimento depende dele ser encontrado, estar disponível, ser aceito, digerível, assimilável e apto a fornecer todos os nutrientes exigidos para produção de energia e aumento de biomassa (Singh, 1977, citado por Parra, 1991, 2009).

Isso pode ter ocorrido, porque, na planta, o potássio ativa certas enzimas responsáveis pela síntese de proteínas, ou seja, os aminoácidos produzidos na seiva das plantas são rapidamente ligados, pelas enzimas, a cadeias proteicas para formação dos diversos tipos de proteínas, requeridas para produção de compostos estruturais ou funcionais nas plantas. E como consequência desse processo, de síntese proteica, uma quantidade maior de proteínas e uma pequena quantidade de aminoácidos livres, ou não proteicos, circulam na seiva das plantas. E como se sabe, os aminoácidos são exigidos, pelos insetos, para a produção de proteínas estruturais e enzimas, sendo, dessa forma, essenciais às dietas de insetos em desenvolvimento, principalmente porque são exigidos em altas concentrações para um crescimento ótimo (Parra, 1991, 2009).

Nos insetos, os aminoácidos são exigidos para a produção de proteínas estruturais e enzimas. Eles estão, normalmente, presentes na dieta como proteínas, desde

que estas são formadas por ligações de aminoácidos. Dessa forma, o valor de qualquer proteína ingerida por um inseto depende do conteúdo de aminoácidos, e da habilidade do inseto em digerí-la. Como consequência, proteínas ou aminoácidos são essenciais às dietas de insetos em desenvolvimento e são exigidas em altas concentrações para um crescimento ótimo. Sabe-se que cerca de 20 aminoácidos estão presentes nas proteínas vegetais e animais (Parra, 1991, 2009).

Entretanto, de uma maneira geral, para o crescimento, desenvolvimento e produção de ovos, os insetos necessitam pelo menos de 10 aminoácidos essenciais (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina), sendo os outros sintetizados a partir destes. A transformação de um aminoácido em outro depende, de alguma forma, da similaridade de suas estruturas. Por exemplo, fenilalanina é essencial para insetos e, como regra geral, tirosina não o é. Entretanto, esta pode ser sintetizada a partir de fenilalanina, por terem estruturas próximas (Parra, 1991, 2009).

Os aminoácidos das plantas superiores podem ser divididos em dois grandes grupos: (a) aminoácidos proteicos, normalmente encontrados em proteínas, sendo em número de aproximadamente 20; (b) aminoácidos não proteicos, que normalmente não são encontrados fazendo parte da molécula de proteína. Os aminoácidos não proteicos podem existir livres, desempenhando funções específicas, sendo intermediários na síntese de outros constituintes celulares e sofrem intensa interconversão, o que contribui para a economia bioquímica da célula vegetal (Crocomo & Ruschel, 2004).

As moléculas de proteína são grandes e complexas, seu peso molecular é muito elevado quando se compara com alguns compostos simples; elas contêm várias centenas ou mais de monômeros de aminoácidos. Existem muitas classes de proteínas que diferem não só no peso molecular e outras propriedades físicas mais também em sua atividade enzimática, porém todas elas são construídas a base de unidades semelhantes, os aminoácidos. Todos os aminoácidos possuem a mesma estrutura básica, um grupo amino ( $-NH_2$ ), um grupo carboxila ( $-COOH$ ) e um átomo de hidrogênio, todos ligados a um átomo de carbono central. As diferenças surgem do fato de que cada aminoácido possui um grupo "R" (radical) – um átomo ou um grupo de átomos – ligado também ao átomo de carbono central. É o grupo R que determina a identidade de cada aminoácido (Bonner & Galston, 1959; Raven et al., 2001, 2007).

Os aminoácidos livres, ou não proteicos, constituem o maior ou o único nutriente de sugadores especializados em se alimentar de xilema ou de floema, como a *B. tabaci* biótipo B. Isso porque, em condições normais, a seiva contém pouca ou nenhuma proteína. Assim, os insetos que se alimentam de seiva não necessitam de proteases (Parra, 1991, 2009), o que reduz a sua capacidade digestiva, principalmente de moléculas complexas, obrigando-os a ingerirem somente moléculas mais simples (Souza & Resende, 2003). A digestão de proteínas é realizada por proteases, enzimas responsáveis pela hidrólise sequencial das proteínas em oligômeros, dímeros e monômeros, no interior do trato digestivo dos insetos, e pela clivagem das ligações peptídicas. As proteases podem ser divididas em três grandes grupos: as proteinases (endopeptidases); as peptidases (exopeptidases); e as dipeptidases (Terra, 1991; Terra & Ferreira, 2009).

As proteinases promovem a digestão inicial de proteínas através da clivagem das ligações peptídicas internas das proteínas. São necessárias diferentes proteinases para a digestão das proteínas, isso porque, os tipos de aminoácidos variam ao longo da cadeia polipeptídica. Essas enzimas digestivas podem diferir na especificidade em relação à proteína-alvo (substrato) e são agrupadas de acordo com o aminoácido catalítico principal nas subclasses: serina, cisteína e aspártico proteinase. Tripsina, quimotripsina e elastase são serina proteinases que tem ampla distribuição entre os insetos. Cisteína (catepsina L) e aspártico (catepsina D) proteinases são as únicas proteinases em hemípteros. No entanto, as aspártico proteinases são pouco ativas em Hemiptera (Terra, 1991; Terra & Ferreira, 2009).

As peptidases promovem a digestão intermediária das proteínas; elas atacam sequencialmente às ligações de oligopeptídeos (fragmentos de proteínas) a partir do resíduo N-terminal (aminopeptidases) ou C-terminal (carboxipeptidases). As aminopeptidases não possuem especificidade definida em relação ao aminoácido N-terminal e são usualmente associadas às membranas microvilares das células intestinais. Portanto, a ação da aminopeptidase é restrita à superfície das células intestinais. As carboxipeptidases são classificadas em A ou B, dependendo da sua atividade sobre aminoácidos C-terminais do tipo neutro/ácido ou básico, respectivamente. As dipeptidases são responsáveis pela hidrólise dos dipeptídeos, executando a digestão terminal de proteínas, com o auxílio de algumas aminopeptidases que também atuam em dipeptídeos (Terra, 1991; Terra & Ferreira, 2009).

As plantas podem produzir proteínas antidigestivas que atuam como inibidores de proteases nos insetos. Tais substâncias bloqueiam a ação de enzimas proteolíticas. O efeito dos inibidores sobre as proteases dos insetos ocorre quando, em contato com essas enzimas, esses inibidores se ligam ao seu sítio ativo de forma praticamente irreversível, formando um complexo com constante de dissociação muito baixa e bloqueando o sítio ativo. Dessa forma, o inibidor atua como pseudo-substrato para a enzima, imitando o substrato original, mas não permitindo a clivagem da ligação peptídica. Muitas vezes, a enzima consegue hidrolisar o inibidor, mas por causa da conformação do sítio de ligação, o inibidor na forma hidrolisada é capaz de se manter ligado à enzima, da mesma maneira que faria na sua forma não-hidrolisada. Os insetos que se alimentam de plantas, que contêm inibidores de proteases, podem apresentar deficiência de aminoácidos, tornando-os subnutridos, com taxas reduzidas de crescimento e desenvolvimento, podendo levá-los à morte (Lawrence & Koundal, 2002, citados por Vendramim & Guzzo, 2009; Taiz & Zeiger, 2004, 2009).

Os insetos em resposta à ingestão de inibidores de proteases podem aumentar os níveis de expressão das enzimas digestivas, seja aumentando a produção das enzimas proteolíticas, já existentes, seja produzindo enzimas insensíveis aos inibidores ou enzimas capazes de inativar ou degradar os inibidores. No entanto, quando o inseto secreta uma quantidade elevada desse aparato enzimático, ele corre o risco de perder vários aminoácidos importantes, como os sulfurados, o que gera outro problema nutricional para o inseto, principalmente quando este se utiliza exclusivamente de dieta pobre nesse tipo de aminoácido (Shukle & Murdock, 1983; Silva-Filho & Falco, 2000; Lajolo & Genovese, 2002; citados por Vendramim & Guzzo, 2009).

As vitaminas são substâncias orgânicas não necessariamente relacionadas entre si e exigidas em pequenas quantidades, desde que elas não podem ser sintetizadas pelos insetos. Elas atuam nos processos metabólicos, fornecendo componentes estruturais das enzimas. As vitaminas hidrossolúveis (vitaminas do complexo B) são essenciais para praticamente todos os insetos. Assim, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, piridoxina e ácido pantotênico são essenciais para a maioria dos insetos, enquanto biotina e ácido fólico são essenciais somente para alguns. Outras vitaminas são exigidas apenas por grupos restritos de insetos (Parra, 2009).

Os sais minerais são importantes para o balanceamento iônico e a permeabilidade da membrana dos insetos, muitas vezes, atuando como ativadores de

enzimas ou parte de pigmentos respiratórios não identificados. Para o crescimento e o desenvolvimento normal dos insetos são necessárias de quantidades consideráveis de potássio, fosfato e magnésio e pouco cálcio, sódio e cloro (Parra, 2009).

Dentre os nutrientes não essenciais utilizados pelos insetos para a sua nutrição os carboidratos e esteróis são os mais importantes. Os carboidratos são os principais fornecedores de energia aos insetos. Atuam como fagoestimulantes e em muitos casos são necessários para o crescimento e maior longevidade e fecundidade. Eles podem ser convertidos em gorduras para armazenamento e contribuir para a produção de aminoácidos. Assim, os carboidratos, as gorduras e as proteínas são envolvidas em ciclos de reações produtoras de energia. Dessa forma, os carboidratos podem ser substituídos por proteínas (aminoácidos) ou gorduras. Logicamente que esta substituição vai depender da habilidade do inseto em converter as proteínas e as gorduras em produtos que possam ser utilizados nos ciclos de transformação, bem como da velocidade que ocorrem as reações (Parra, 1991, 2009).

A maior parte dos insetos pode utilizar os açúcares comuns e a omissão de um açúcar ou polissacarídeo digerível tem efeito prejudicial no seu desenvolvimento. Assim, em geral, os insetos exigem grandes quantidades de carboidratos em suas dietas. A maioria das larvas de insetos fitófagos exige algum tipo de carboidrato. Insetos que se alimentam de sementes e cereais exigem carboidratos na base de 20% a 70 % dos nutrientes sólidos da dieta, enquanto afídeos exigem 80%. Existem insetos que não requerem açúcares na sua forma imatura, mas passam a exigí-los na sua fase adulta. Portanto, as exigências de carboidratos variam entre espécie e, muitas vezes, entre formas imaturas e adultas da mesma espécie (Parra, 1991, 2009).

A digestão inicial e intermediária de amido (ou glicogênio) é realizada pela  $\alpha$ -amilase. Essa enzima cliva ligações internas do polissacarídeo até que seja reduzido a pequenos oligossacarídeos ou dissacarídeos. A digestão final das cadeias de amido ocorre sob ação das  $\alpha$ -glicosidases, enzimas que removem sequencialmente moléculas de glicose das extremidades redutoras de oligomaltossacarídeos. Se o sacarídeo for um dissacarídeo, ele é chamado de maltose. Por isso,  $\alpha$ -glicosidase é também chamada de maltase. Quando a ação das  $\alpha$ -amilases é inibida, a nutrição do inseto é prejudicada, causando redução das reservas de energia (Terra & Ferreira, 2009). Essa inibição se dá, em função da produção, por parte da planta, dos chamados inibidores de  $\alpha$ -amilases, que possuem um mecanismo de ação semelhante ao dos inibidores de proteases.

Os esteróis são importantes porque exercem várias funções como: promover a ovogênese e o crescimento larval; ser responsável pela esclerotização da cutícula; desempenhar papel metabólico e anti-infeccioso e; ainda, ser precursor de hormônios esteróides. Os esteróis têm também importante função estrutural na membrana celular e no transporte de lipoproteínas. Muitos fitófagos ingerem fitoesteróis e apresentam a capacidade de transformá-los em colesterol (Parra, 2009).

Os insetos podem compensar a baixa qualidade nutricional, aumentando o consumo de alimento ou alterando a eficiência de utilização desse alimento. Outras vezes, por limitação de alimento, o inseto tem que aumentar a procura, a capacidade de dispersão e o espectro de alimentos utilizados. Em jejum, a ação enzimática é diminuída, devido à menor ação metabólica. Em jejum total, a postura pode cessar (Crocomo & Parra, 1985).

#### **2.4.2 Sistema digestivo dos hemípteros sugadores de seiva**

Os hemípteros das subordens Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha se alimentam quase que exclusivamente de seiva de plantas. Esses sugadores de seiva podem sugar floema ou xilema. Essas fontes nutricionais têm quantidades muito baixas de proteína (com exceção de poucas seivas de floema) e de polímeros de carboidratos, e são relativamente pobres em aminoácidos essenciais. Diferente das seivas de xilema, as de floema são muito ricas em sacarose. Assim, exceto pela hidrólise de sacarose, nenhuma digestão é de regra necessária. Isso se confirma pela falta de papo, cecos gástricos anteriores e membrana peritrófica, além, da ausência de enzimas envolvidas na digestão inicial e intermediária (Terra & Ferreira, 2009).

Nesses insetos sugadores, a faringe funciona como bomba sugadora que traz o líquido alimentício pelo rostro até o esôfago. A ação peristáltica movimenta o alimento pelo canal alimentar. Em geral, a saliva é acrescida ao alimento, que sifonam, quando ele entra no canal alimentar ou no momento que antecede a sua entrada (Triplehorn & Jonnson, 2011). Os hemípteros que sugam seiva apresentam dois tipos de saliva: um responsável pela formação de uma bainha em volta dos estiletos bucais e outro com enzimas que facilitam a penetração no tecido vegetal para alcançar os vasos condutores. As enzimas incluem pectinase e outras relacionadas à degradação do cimento intercelular (Walker, 2003, citado por Terra & Ferreira, 2009). Essas enzimas, no caso da mosca-

branca, estão relacionadas às injúrias diretas que o inseto provoca nas partes atacadas das plantas.

O maior problema enfrentado pelo inseto sugador de seiva é assegurar a absorção de nutrientes (principalmente em seivas diluídas), tais como aminoácidos essenciais, que ocorrem em baixa concentração em todos os tipos de seiva. Esses insetos acabam ingerindo líquidos em excesso para obter quantias mínimas desses nutrientes (Elzinga, 2000). A maneira mais simples de aumentar a absorção de nutrientes, nesse caso, é pela remoção da água da seiva. Essa remoção pode ser realizada pela chamada câmara de filtração (ou câmara-filtro) (Terra, 1991).

A câmara de filtração é uma modificação do canal alimentar, na qual duas partes do tubo digestivo normalmente distantes são mantidas juntas por tecido conjuntivo. O intestino médio (mesêntero) destes insetos é diferenciado em três regiões: o primeiro, o segundo e o terceiro ventrículos. O primeiro e o segundo ventrículos são estruturas saculares imediatamente posteriores ao esôfago e o terceiro ventrículo é um tubo delgado. Em geral o terceiro ventrículo gira para frente e fica próximo ao primeiro ventrículo, frequentemente se enrolando ao redor deste, sendo mantido no lugar por tecido conjuntivo. Atribui-se a esse mecanismo assim formado a faculdade de permitir que o excesso de água e os carboidratos solúveis da seiva sejam eliminados por difusão diretamente da parte anterior do intestino médio para parte anterior do intestino posterior, enquanto os nutrientes essenciais ou não essenciais são digeridos e absorvidos. A câmara de filtração de Cicadoidea e Cercopoidea concentra dez vezes a seiva do xilema. Nos afídeos, mais de 90% da seiva ingerida termina nas fezes (Maranhão, 1976; Lara, 1992, Elzinga, 2000; Gullan & Cranston, 2007; Camargo et al., 2011; Triplehorn & Jonnson, 2011).

As câmaras de filtração são adaptadas de acordo com a origem do líquido vegetal ingerido, sofrendo pequenas variações em sua forma conforme os diferentes membros da ordem Hemiptera. Insetos que se alimentam do fluído localizado no xilema, como cigarras, ingerem um líquido rico em íons, pobre em compostos orgânicos e com baixa pressão osmótica. Já os insetos, como cochonilhas e moscas-brancas, que se alimentam de líquido do floema (rico em nutrientes, em especial açúcares, e com alta pressão osmótica), apresentam uma câmara de filtração altamente especializada; que transporta açúcares (através do bombeamento ativo) e água (passivamente) da região anterior, do mesêntero para o íleo e, posteriormente, do cólon para o reto, cuja excreta é denominada *honeydew* (Gullan & Cranston, 2007; Camargo et al., 2011).

Qualquer que seja o mecanismo utilizado, os sugadores de xilema podem absorver até 99% dos aminoácidos e carboidratos da dieta (Andersen et al., 1989, citado por Terra & Ferreira, 2009). Os Sternorrhyncha, podem sugar, mais ou menos de forma contínua, seivas de floema com sacarose de até 1 M de concentração e osmolaridade até três vezes superior à da hemolinfa do inseto (Terra & Ferreira, 2009).

## 2.5 FERTILIZAÇÃO, NUTRIÇÃO E A RESISTÊNCIA DA PLANTA

Mais de uma centena de atributos de solo, de planta, de sistemas de manejo e de clima afetam, direta ou indiretamente, o crescimento dos vegetais. Muitos desses fatores podem ser controlados, outros não, como, por exemplo, os fatores climáticos. Assim, as culturas são dependentes de mais de uma centena de variáveis, para alcançarem uma produção e uma produtividade, que sejam satisfatórias (Meurer, 2007).

O solo, o meio principal para o crescimento das plantas, é uma camada de material biologicamente ativo, resultante de transformações complexas que envolvem o intemperismo de rochas e minerais; a ciclagem de nutrientes e; a produção e decomposição de biomassa. Uma boa condição de funcionamento do solo é fundamental para garantir a capacidade produtiva dos agroecossistemas. Uma boa qualidade do solo é importante também para a preservação de outras ações ambientais essenciais, incluindo o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (Lopes & Guilherme, 2007).

A presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que garantem a boa qualidade dos solos e o seu bom uso e manejo, principalmente no caso de agroecossistemas. Em ecossistemas nativos, a ciclagem natural de nutrientes é a grande responsável pela manutenção do bom funcionamento do solo e do ecossistema como um todo. Essa ciclagem é fundamental para manter o estoque de nutrientes nos ecossistemas naturais, evitando a perda da fertilidade natural do solo (Lopes & Guilherme, 2007).

A nutrição adequada das plantas, além de beneficiar a produção, melhora a qualidade dos produtos agrícolas, e pode aumentar a tolerância das plantas à incidência de fitopatógenos e pragas (Rozane et al., 2008). Plantas nutricionalmente equilibradas podem ser obtidas em praticamente qualquer tipo de solo, desde que se conheça bem a cultura e o solo a serem explorados (Bortolli & Maia, 1994).

A grande área de superfície das raízes e a sua capacidade em absorver da solução do solo íons inorgânicos em baixas concentrações fazem da absorção mineral pelas plantas um processo muito eficaz. Após terem sido absorvidos pelas raízes, tais elementos são translocados para diversas partes da planta, nas quais são utilizados em numerosas funções biológicas (Taiz & Zeiger, 2009).

De uma maneira bem simplificada, empírica mesmo, pode-se dizer que a adubação objetiva manter a fertilidade do solo e prover a planta dos elementos necessários ao seu desenvolvimento, tornando possível a obtenção de uma produtividade compatível com uma exploração economicamente viável e que forneça uma receita que justifique o investimento. Além disso, a adubação pode provocar modificações e/ou implicações fisiológicas na planta, a ponto de alterar sua capacidade de suportar o ataque de pragas, bem como infecções por agentes fitopatogênicos (Bortolli & Maia, 1994).

O simples desequilíbrio nutricional da planta pode afetar o desenvolvimento de uma praga, fazendo com que a planta manifeste uma condição de suscetibilidade pelo simples fato de os nutrientes estarem devidamente balanceados em função das necessidades específicas da praga (Lara, 1991). Basicamente, com relação à adubação de plantas, a grande maioria das citações referentes à sua interação com pragas e doenças, está relacionada com os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (Bortolli & Maia, 1994).

A ligação entre o estado nutricional e a resistência às pragas era um conceito muito conhecido antigamente. Com efeito, há mais de cinquenta anos, Demolon afirmou que: “Uma nutrição normal aumenta a resistência da planta” e Labrousse completou: “Todo adubo que coloque a planta em condições fisiológicas ótimas confere-lhe o máximo de resistência. Trata-se, pois, de fornecer à planta adubação equilibrada, contendo todos os elementos que ela exige, nas proporções relativas às suas necessidades efetivas. Tanto o excesso como a carência de um ou mais elementos rompe o equilíbrio fisiológico normal da planta, levando à diminuição da resistência natural” (Bonilla, 1992).

O solo somente produz quando todos os fatores estiverem equilibrados. A fertilidade é apenas um dos fatores de produção, embora não haja dúvidas de que os minerais sejam básicos à nutrição vegetal. Mas também não há dúvida de que a absorção e a metabolização são tão importantes como a sua presença e disponibilidade no solo. A simples presença do elemento no solo ainda não nutre a planta. O solo contém muitos elementos que a planta não utiliza ou utiliza somente em escala muito reduzida (Primavesi, 2002).

Os elementos minerais requeridos pelas plantas podem ser classificados como essenciais e benéficos. Para ser considerado essencial, o elemento mineral precisa atender a três critérios: primeiro, sua deficiência impede que a planta complete o seu ciclo vital; segundo, ele não pode ser substituído por outro com propriedades químicas similares; e terceiro, o elemento deve participar diretamente no metabolismo da planta. São tidos como nutrientes essenciais 17 elementos, pois conseguem atender a esses três critérios, e precisam ser fornecidos as plantas para que germinem, cresçam, floresçam e produzam sementes, normalmente. Outros elementos exigidos em quantidades mínimas poderão ser considerados essenciais ou benéficos às plantas, conforme o avanço das técnicas analíticas (Dechen & Nachtigall, 2006, 2007; Façanha et al., 2008).

Porém, sabe-se que o conceito da essencialidade é muito limitado, porque uma planta consegue amadurecer e frutificar “normalmente” mesmo na falta de um ou de outro elemento. No entanto, ela forma mais substâncias, especialmente proteínas, é mais saborosa, mais rica em carboidratos e ácidos graxos e é mais resistente às adversidades, quando ainda possui outros elementos, que não são considerados como “essenciais”. Por isso, distingue-se entre plantas biologicamente integrais e biologicamente pobres (Primavesi, 2002).

A princípio, existem somente dois nutrientes, formando as proteínas, o nitrogênio e o enxofre. Todos os outros são catalisadores, inclusive o magnésio e o ferro, que entram e atuam na clorofila, porém não fazem parte dela. É necessário uma quantidade elevada de potássio, porque para cada reação química, a planta tem necessidade de íons potássicos. Necessita-se de pouco cobre, já que um íon pode agir em até 10.000 reações químicas (Muller, 1972, citado por Primavesi, 2003). Mas um não é mais ou menos importante que o outro, usa-se pouco cobre porque ele é mais eficiente que o potássio, por exemplo. Os micronutrientes ou elementos traços não são menos importantes que os macronutrientes, mas somente muito mais eficientes (Tabela 2) (Primavesi, 2003).

**Tabela 2.** Proporções dos nutrientes encontrados nas plantas.

Entre macronutrientes	Entre micronutrientes	Entre macro e micronutrientes
N/K = 2	Fe/Mn = 1,5	N/Cu = 1250 a 1500
N/P = 13 a 15	Fe/Cu = 50	P/Zn = 35
P/S = 1 a 2	Fe/Co = 500	K/B = 35 a 100
Ca/K = 8 a 10	Cu/Co = 10	Ca/Mn = 500 a 700

Fonte: Primavesi (2003).

O excesso de um elemento induz a deficiência de algum outro. E, como todos os fitopatógenos e todas as pragas estão ligadas diretamente a uma deficiência na planta, o excesso de um elemento sempre provocará alguma doença ou atrairá uma praga vegetal. Isso acontece porque as transformações que ocorrem no interior das plantas, transcorrem por meio de muitas reações químicas que devem ser catalisadas ou aceleradas por enzimas. As enzimas somente conseguem agir quando são “ativadas”. Essa ativação ocorre sob a ação de minerais, especialmente potássio e micronutrientes. Se faltar um mineral ativador, o processo químico se realiza muito devagar, as substâncias ou moléculas simples, como os aminoácidos, se acumulam, circulando na seiva sem poder ser aproveitados pela planta. Quando atingir uma concentração de 80% na seiva, seu cheiro típico “chamará” a praga e, se existir ainda, o seu inimigo natural. Isso quer dizer que, nenhuma planta pode ser atacada se não tiver substâncias semiacabadas circulando na seiva (Lewis, 1998, citado por Primavesi, 2003).

As plantas que se desenvolvem em ambientes mais equilibrados, e que estão bem nutridas produzem os aminoácidos, mas rapidamente os ligam um ao outro, transformando-os em proteínas, que são substâncias mais complexas e, portanto, difíceis de serem metabolizadas pela maioria dos insetos. Essas plantas apresentam uma maior resistência ao ataque dessas pragas, que encontram nelas, alimentos de baixa digestibilidade (Burg & Mayer, 2001).

A construção do equilíbrio de solos cultivados, como forma de produzir plantas equilibradas nutricionalmente, é um tanto quanto complexa, porém, como sugestão, pode ser realizada pelo método Albrecht. Um solo para ser considerado equilibrado, segundo esse método, deve apresentar: teor de matéria orgânica próximo de  $50 \text{ g dm}^{-3}$ ; teor de fósforo mínimo de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$  (com  $30 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica) e ideal de  $50 \text{ mg dm}^{-3}$  solúvel; relação fósforo disponível/fixado de 1/2; teor de enxofre de  $25 \text{ mg dm}^{-3}$ . As proporções ou porcentagens dos nutrientes na CTC (capacidade de troca catiônica) devem ser: cálcio de 50% a 65%, magnésio de 10% a 15%, potássio de 3% a 5%, hidrogênio de 5% a 15%. Com as relações entre os nutrientes cálcio/magnésio de 5/1 a 7/1; magnésio/potássio de 2/1, com o potássio nos teores de 3,5% em solo leve, de 3% em solo médio e pesado e; enxofre/nitrogênio de 1/10. Com relação aos micronutrientes os teores devem ser: boro de  $1 \text{ mg dm}^{-3}$ ; cobre de  $2 \text{ mg dm}^{-3}$ ; ferro de  $20 \text{ mg dm}^{-3}$ ; manganês de  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  e; zinco de  $5 \text{ mg dm}^{-3}$  (Abreu Júnior, 2003).

O cálcio e o magnésio têm uma relação estreita com a absorção do potássio e, conseqüentemente, com o ataque de pragas e fitopatógenos. Da mesma forma, o enxofre com o nitrogênio, o boro com o cálcio e o potássio, o zinco com o fósforo, entre outras relações que, direta ou indiretamente, afetam a produção e a sanidade das culturas. Dessa forma, deve-se dar preferência aos nutrientes quelatizados, aqueles ligados às moléculas de matéria orgânica, pois possuem a qualidade de liberar, paulatinamente, as quantidades necessárias às plantas (Primavesi, 2002; Abreu Júnior, 2003).

### 2.5.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é responsável por 5% da matéria orgânica do solo. Cerca de 98% está em forma orgânica e somente 2% em forma mineral. Os compostos nitrogenados presentes no solo são mineralizados por microrganismos do solo. Entretanto, pela dificuldade oferecida pelas formas resistentes e que constituem a fração maior do reservatório, somente uma fração torna-se disponível para a planta num dado ano agrícola. Como regra admite-se que de um a quatro por cento do total de nitrogênio orgânico possa ser mineralizado e fornecido à cultura durante o seu ciclo anual. Num solo que tenha 0,1% de N total, um valor médio, e que mineralize 2% por ano tem-se 60 kg de N ha<sup>-1</sup> (Malavolta, 2006).

As plantas superiores são capazes de absorver o nitrogênio de diferentes formas: N<sub>2</sub> (caso de leguminosas e de outras espécies), aminoácidos, uréia [CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e, predominantemente nas condições naturais, como nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Malavolta, 1980). São capazes ainda de absorver N-NH<sub>3</sub> da atmosfera em pequenas quantidades (Mattson & Schjoerring, 1997). A uréia e os aminoácidos podem ser absorvidos tanto pelas raízes quanto pelas folhas (Malavolta, 2006).

As espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de nitrogênio, mas o absorvem principalmente nas formas inorgânicas, como nitrato ou amônio. A absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é passiva e acontece através de um transportador do tipo uniporte, enquanto a absorção do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> é feita por um processo ativo secundário, em simporte com 2 H<sup>+</sup> (Souza & Fernandes, 2006). Em condições onde a concentração do meio externo é baixa, o processo de absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> torna-se ativo.

As proteínas transportadoras de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup> podem ter maior ou menor afinidade pelo íon transportado; desse modo, eles formam nas plantas um sistema de

absorção bifásico. Quando os níveis dos íons no meio externo (solução nutritiva ou solução do solo) são baixos, opera um sistema de absorção de alta afinidade (HATS - *high affinity transport system*), mediado por uma proteína transportadora do tipo uniporte e que mostra cinética de saturação. Já em concentrações elevadas desses íons no meio externo, entra em funcionamento o sistema de baixa afinidade (LATS - *low affinity transport system*), sendo a concentração de  $1 \text{ mmol L}^{-1}$  de  $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{NO}_3^-$  o limite abaixo do qual opera o sistema de alta afinidade (HATS), e acima do qual opera o sistema de baixa afinidade (LATS) (Souza & Fernandes, 2006).

No entanto, Furlani (2004), afirma que a absorção de nitrato constitui-se uma exceção quanto à indução dos sistemas de alta afinidade localizados na membrana plasmática das células das raízes, pois essa indução se dá pela presença de  $\text{NO}_3^-$  no meio externo, enquanto, para outros nutrientes, ela ocorre pela sua deficiência ou ausência no meio externo. Assim, quanto maior a concentração de  $\text{NO}_3^-$  no meio externo, maior será a indução dos sistemas de absorção de alta afinidade. Souza & Fernandes (2006), então, acrescentam que no caso do  $\text{NO}_3^-$ , os transportadores do tipo LATS são constitutivos, enquanto o sistema de absorção de alta afinidade (HATS) tem um componente constitutivo (cHATS) e um outro passível de indução (iHATS), ou seja, os transportadores do tipo cHATS e iHATS podem ser expressos simultaneamente e responder ao aumento das concentrações externas de  $\text{NO}_3^-$  com aumento de atividade; o que justifica a afirmação anterior de Furlani (2004).

O  $\text{NO}_3^-$  absorvido pode ser reduzido a  $\text{NH}_4^+$ . A intensidade relativa com que a redução do nitrato ocorre nas raízes ou nas folhas depende de vários fatores, incluindo o nível de  $\text{NO}_3^-$  fornecido as raízes e às espécies de plantas. Em muitas plantas, quando as raízes recebem pequenas quantidades de  $\text{NO}_3^-$ , a redução se dá primariamente nas raízes, à medida que o suprimento de  $\text{NO}_3^-$  aumenta, uma proporção maior dele é translocada para a parte aérea, onde será assimilado (Marschner, 1995).

Na redução do  $\text{NO}_3^-$ , inicialmente ele é convertido em uma forma mais energética, o nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), por meio da ação da enzima nitrato redutase e, então, em uma forma ainda mais energética o  $\text{NH}_4^+$ , por meio da ação da enzima nitrito redutase, e imediatamente incorporado a esqueletos de carbono (formado a partir de precursores encontrados na glicólise, via das pentoses-fosfato e ciclo de Krebs), preferencialmente por meio de enzimas da via glutamina sintetase-glutamato sintase (GS-GOGAT), formando duas moléculas de glutamato a partir da glutamina. E estes, por sua vez, são incluídos em

mais de uma centena de diferentes aminoácidos, via reações de transaminação. As enzimas que catalisam essas reações são conhecidas como aminotransferases e são encontradas no citoplasma, cloroplastos, mitocôndria, glioxissomas e peroxissomas. Desses aminoácidos, cerca de 20 são usados na formação de proteínas, que podem participar como enzimas, nos processos metabólicos das plantas, apresentando-se de forma mais funcional do que estrutural (Raij, 1991; Epstein & Bloom, 2006; Souza & Fernandes, 2006; Sodek, 2004, 2008).

O  $\text{NO}_3^-$  pode ser acumulado no vacúolo da célula que o absorveu, atravessando o tonoplasto por um canal de  $\text{NO}_3^-$ , ou a partir daí, exportado para outras partes da planta, onde pode ser reduzido e assimilado, ou acumulado no vacúolo celular. O transporte para as folhas ocorre via xilema, embora a redistribuição a partir das folhas para outros órgãos ocorra predominantemente na forma de aminoácidos, via floema. Essa redistribuição é essencial para suprir os tecidos que não participam na assimilação de N (Souza & Fernandes, 2006).

Quando a planta absorve uma parte do nitrogênio na forma do cátion  $\text{NH}_4^+$ , ele é prontamente assimilado pela planta para a formação de aminoácidos, ocorrendo então uma economia de energia, pois o cátion não precisa ser reduzido para ser assimilado pela planta, como ocorre com o ânion  $\text{NO}_3^-$ , obtendo-se assim, rendimentos mais altos (Dechen & Nachtigall, 2007). Por outro lado, esse processo de absorção e assimilação do cátion  $\text{NH}_4^+$ , exige uma metabolização muito rápida por parte da planta, o que contribui para o aumento no gasto de energia, pois, altos níveis de  $\text{NH}_4^+$  são tóxicos para as plantas (Epstein & Bloom, 2006; Penteado, 2007).

As plantas tendem a prevenir altos acúmulos de  $\text{NH}_4^+$  em seus tecidos. E para isso, os tecidos possuem um eficiente sistema de assimilação que funciona em baixas concentrações de  $\text{NH}_4^+$ . A assimilação do  $\text{NH}_4^+$  ocorre principalmente na forma de aminoácidos, perto dos locais de absorção ou geração. Se houver um excesso de adubação e conseqüentemente absorção e assimilação pela planta do cátion  $\text{NH}_4^+$ , uma grande quantidade de aminoácidos será formada e, provavelmente a planta não terá condições de converter todos os aminoácidos em proteínas, favorecendo, dessa forma, seu acúmulo na seiva das plantas, com possível atração das pragas (Epstein & Bloom, 2006; Penteado, 2007).

A temperatura é um dos fatores mais importantes na absorção do nitrogênio, ao lado da água e de oxigênio. Quanto maior a temperatura, tanto mais rápida a sua absorção,

até que a água se torne o fator limitante. O solo deve ser protegido contra temperaturas muito elevadas e contra a perda excessiva de água nas épocas mais secas. A fixação biológica de nitrogênio atmosférico é muito alta em solos com matéria orgânica e o suficiente de cálcio e fósforo. Porém, a adubação nitrogenada impede a fixação de  $N_2$  atmosférico (Primavesi, 2002).

Aproximadamente cinquenta por cento do nitrogênio utilizado em adubações não é aproveitado, porque escapa para o ar ou é lixiviado; a raiz não o alcança devido a adensamentos e a elevada concentração de alumínio no subsolo que constitui uma barreira química ao crescimento radicular; a falta de água impede a absorção; a falta de fósforo e, em menor escala, outros nutrientes impedem a sua metabolização (Primavesi, 2002).

O nitrogênio é requerido em grandes quantidades pelas plantas, mas ao mesmo tempo, é o nutriente mais universalmente deficiente e limitante para o seu crescimento. Ele serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos (aparece em todos), proteínas (é o mais abundante), coenzimas, vitaminas, pigmentos, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, clorofilas, membranas, hormônios vegetais e produtos do metabolismo secundários das plantas (Malavolta, 2006; Souza & Fernandes, 2006; Raven et al., 2001, 2007; Sodek, 2004, 2008; Taiz & Zeiger, 2009).

A síntese de proteínas exige uma fonte de energia metabólica e a presença de aminoácidos, que são os precursores imediatos da cadeia proteica (Crocomo et al., 2004). As proteínas estão em estado de equilíbrio dinâmico sendo hidrolisadas e sintetizadas novamente. Quando há falta de condições para síntese de proteica ocorre um acúmulo de  $NO_3^-$  e de aminoácido livre. Como todas as proteínas vegetais possuem aminoácidos com enxofre, se houver deficiência deste, as proteínas formam-se em menor proporção e os demais aminoácidos se acumulam (Malavolta, 2006). Segundo Lara (1991), do total de nitrogênio encontrado nas folhas, 70% está presente nas proteínas.

O nitrogênio participa da composição da molécula da clorofila (Raij, 1991), sendo, dessa forma, exigido em sua síntese. Por ser requerido na síntese de enzimas, a sua deficiência afeta quase todas as reações enzimáticas. Fornecimentos adequados de nitrogênio são, também, necessários para a floração e frutificação normais de todas as espécies vegetais. Nas plantas, sua concentração é em média de 1,5% do total da matéria seca, no entanto, dependendo da espécie vegetal, esse valor pode variar de 0,5% a 6,0% do total do peso seco (Epstein, 1999; Gliessman, 2001; Epstein & Bloom, 2006).

A carência de nitrogênio faz com que as plantas fiquem com as folhas amareladas (clorose) e tenham o crescimento inibido ou cresçam com lentidão. A clorose se desenvolve primeiro nas folhas mais velhas, com as mais novas permanecendo verdes. Em casos de deficiências severas, as folhas tornam-se completamente amarelas, progredindo para uma coloração marrom e em seguida se desprendem das plantas (Raij, 1991; Bonilla, 1992; Gliessman, 2001; Carvalho et al., 2004; Taiz & Zeiger, 2009).

O fato das folhas mais jovens conservarem-se verdes-claras, em condições de deficiência de nitrogênio, pode ser um indicativo da mobilidade do nutriente a partir das folhas mais velhas (Raij, 1991). Assim como ocorre no processo de senescência das folhas, as proteínas cloroplasmáticas são hidrolisadas e os aminoácidos liberados podem ser exportados para outras regiões da planta, como folhas mais jovens e grãos em crescimento. Os caules tornam-se curtos e frágeis. Quando a carência é grande, as plantas apresentam um nanismo acentuado (Souza & Fernandes, 2006; Taiz & Zeiger, 2009).

Quando a deficiência de nitrogênio desenvolve-se lentamente, é possível que as plantas tenham caules pronunciadamente delgados e comumente lenhosos. Esse caráter lenhoso pode ser devido a um acúmulo de carboidratos em excesso, que não podem ser usados na síntese de aminoácidos ou de outros compostos nitrogenados. Os carboidratos não utilizados no metabolismo do nitrogênio podem também ser empregados na síntese de antocianinas, levando ao acúmulo desse pigmento. Essa condição revela-se pela coloração púrpura (arroxeadas) das folhas, pecíolos e caules de algumas plantas deficientes em nitrogênio como tomate (Taiz & Zeiger, 2009).

Quando absorvido em excesso, provoca crescimento exagerado da parte aérea em detrimento das raízes, tornando as plantas fracas, com tecidos mais moles e pouco resistentes às doenças e ao frio, pode ocasionar anomalias, como frutos ocos e com podridão apical, além do aumento da ocorrência de acamamento no caso das gramíneas (Bonilla, 1992; Furlani, 2004; Filgueira, 2007). O excesso de nitrogênio contribui ainda, com o aumento do teor de aminoácidos livres na planta, o que pode também ser causado pela deficiência de outros elementos como K, S, e Zn, que dificultam a síntese proteica. Insetos sugadores se beneficiam, pois, dessa condição. Fato semelhante ocorre quando a relação N/C da planta é muito larga. As células epidérmicas contêm nas suas paredes depósitos de sílica que funcionam como barreira mecânica para o estilete e mandíbulas de insetos sugadores e minadores, respectivamente. No arroz foi visto, por exemplo, que as mandíbulas das lagartas da broca do colmo são danificadas quando o teor de sílica da

planta é alto. O excesso de nitrogênio dilui o teor de silício na planta diminuindo a resistência ao inseto (Malavolta, 2006).

O uso dos adubos nitrogenados, de natureza química, provoca, em muitos casos, efeitos nefastos, tornando as plantas suscetíveis a pragas e fitopatógenos. Isto ocorre porque a acumulação de substâncias solúveis, sobretudo aminoácidos livres, ocorre em abundância, principalmente, nos vacúolos celulares. Como se sabe, estes produtos são muito solicitados pelos fitófagos succívoros em geral, favorecendo a sua fecundidade, a vitalidade e a velocidade de reprodução, o que significa, na prática, um ataque intenso dessas pragas. A reprodução de pulgões dos gêneros *Brevicarnis* e *Myzus* é fortemente elevada pelos adubos nitrogenados, devido ao aumento da taxa de nitrogênio solúvel no floema de várias espécies hortícolas (Bonilla, 1992).

Outro fator importante na repercussão sobre a resistência da planta reside na natureza do adubo nitrogenado. Segundo Chaboussou (1987), plantas cultivadas em solução com nitrogênio amoniacal apresentam em seus tecidos e exudatos, teores mais elevados em aminoácidos (três a quatro vezes mais) e em açúcares, comparando-se às plantas cultivadas em solução com nitrogênio nítrico. O nitrogênio na forma amoniacal acarreta um nível mais baixo de proteossíntese do que sob forma nítrica, pois na seiva deslocam os cátions K, Ca e Mg, reduzindo o processo metabólico da planta, com o abaixamento do teor de fenóis, em até 40%, compostos estes, que possuem características fungistáticas.

Dessa forma, o conteúdo de nitrogênio (proteína ou aminoácido) das plantas é de importância vital para insetos fitófagos succívoros, devido ao papel central que estas substâncias desempenham em seus processos metabólicos, estrutura da célula e código genético. Alterações nos níveis nutricionais e no desenvolvimento das plantas cultivadas através do uso de fertilizantes minerais podem influenciar os danos causados pelos insetos as culturas, e isto, pode ser confirmado por numerosas observações que correlacionam o desempenho de um inseto e os níveis dos vários nutrientes na planta (Pizzamiglio, 1991).

### 2.5.2 Potássio

O potássio ( $K^+$ ) é um íon monovalente de pequeno raio atômico, cuja absorção é altamente seletiva e acoplada aos processos metabólicos, apresentando elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre células

individuais, entre tecidos (transloca-se dos mais velhos para os mais novos) e no transporte de longa distância via xilema e floema. O potássio não é assimilado em compostos orgânicos, isto é, não é metabolizado. Forma ligações fracas, facilmente trocáveis. No citoplasma não compete pelos pontos de ligação que requerem cátions bivalentes (Furlani, 2004).

O potássio é um elemento necessário em grandes quantidades, já que deve estar presente nos locais onde as sínteses são mais ativas, especialmente nos tecidos meristemáticos, onde se opera a proteossíntese. Ele constitui um caso bastante particular, no sentido de que só existe sob forma de íons  $K^+$ , contrariamente ao N, P, Ca, Mg, que entram nas combinações orgânicas permanentes. Presente na seiva e no protoplasma, o potássio está estreitamente ligado à migração dos aminoácidos do local onde são formados para os locais onde são utilizados (Chaboussou, 1987).

O potássio é o cátion mais abundante no citoplasma (com concentrações superiores a  $100 \text{ mmol L}^{-1}$ ) e, com os ânions acompanhadores, apresenta importantes funções nas células e tecidos vegetais atuando: na manutenção do potencial osmótico; no balanço de cátions/ânions; na regulação da absorção de cálcio, nitrogênio e sódio; no transporte através das membranas; nas relações hídricas na planta; no movimento dos estômatos; no alongamento celular; na estabilização do pH do citoplasma, que é mantido entre sete e oito, considerado como ótimo para muitas reações enzimáticas (que ocorrem em função da neutralização de ânions solúveis de ácidos orgânicos e inorgânicos, e ânions insolúveis) e; nos movimentos seismonásticos das plantas (Furlani, 2004; Meurer, 2006). Nas plantas, a concentração adequada do potássio é de 1,0% do total da matéria seca, no entanto, dependendo da espécie vegetal, esse valor pode variar de 0,8% a 8,0% do total do peso seco (Epstein, 1999; Epstein & Bloom, 2006).

Além disso, ele intervém ativamente no processo de divisão celular; síntese de proteínas (RNA tradutor) e de carboidratos, regularizando as disponibilidades de açúcares, amidos, óleos e essências, já que ele atua no transporte desses produtos no floema da planta. Participa ativamente do processo fotossintético e do metabolismo dos hidratos de carbono. Ele estimula o crescimento vegetativo da planta e a melhor utilização da água (Malavolta et al., 1989; Bonilla, 1992; Marschner, 1995; Furlani, 2004).

O potássio está envolvido também nos mecanismos de defesa da planta. Quando bem nutridas em potássio elas apresentam redução na incidência, severidade e nas injúrias causadas por insetos e fungos. Isso porque, em altas concentrações de potássio nos

tecidos ocorre uma síntese e o acúmulo de compostos fenólicos nas plantas, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos (Perrenoud, 1990). Segundo Pretty (1982), plantas bem nutridas em potássio apresentam maior síntese de materiais para a formação da parede celular. Frequentemente, as paredes são mais espessas devido à maior deposição de celulose e compostos relativos, o que promove uma maior estabilidade e um aumento da resistência das plantas ao acamamento e ao ataque de pragas e fitopatógenos.

No metabolismo de proteínas, o potássio ativa certas enzimas responsáveis pela síntese de ligação de peptídeos incorporando aminoácidos à proteína. As plantas demonstram melhor resistência a fitopatógenos e a estresses ambientais quando há fornecimento adequado de potássio (Gliessman, 2001). Numerosas enzimas são ativadas de forma seletiva pelo potássio, que, por este motivo, tem participação em diversos processos biossintéticos, como a fosforilação e a síntese ATP (adenosina trifosfato). Mais de 60 enzimas requerem um cátion univalente para sua ativação e, para a grande maioria, o potássio é esse cátion. Por isso, o equilíbrio N/K é importante, já que o potássio influi na síntese de proteínas e, portanto, na resistência da planta a seus diversos agressores (Chaboussou, 1987; Epstein & Bloom, 2006).

Em situações de deficiência de potássio, ocorre redução da fotossíntese e aumento da respiração da planta, provocando uma redução do crescimento e da produção (Dechen & Nachtigall, 2007). Segundo Ellet (1973), plantas deficientes em potássio apresentam tecidos menos enrijecidos, como consequência da menor espessura da cutícula e da parede celular, menor formação de tecidos esclerenquimatosos, menor lignificação e suberização.

A deficiência de potássio não revela sintomas imediatos, caracterizando a situação de “fome oculta”. Inicialmente, só ocorre redução do crescimento e, apenas em fases mais avançadas da deficiência, ocorre clorose em manchas ou marginal, evoluindo para a necrose, com maior ocorrência nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras. Em muitas monocotiledôneas, essas lesões necróticas podem formar-se em primeiro lugar nos ápices foliares e margens e, então, estender-se em direção à base. Os sintomas começam, em geral, nas folhas mais velhas, já que estas suprem as mais novas (Raij, 1991; Meurer, 2006).

Nas plantas deficientes em potássio os caules e os ramos tornam-se delgados e fracos, com regiões internodais anormalmente curtas, sobretudo na parte inferior da planta, sendo comum o acamamento das plantas. As sementes e os frutos são pequenos e

desuniformes. Pode ocorrer ainda a murcha das folhas e inibição da formação e crescimento das gemas (Bonilla, 1992; Dechen & Nachtigall, 2007; Façanha et al., 2008; Taiz & Zeiger, 2009). A deficiência em potássio não permite que os estômatos se abram totalmente e que sejam rápidos ao fechar-se, causando limitado controle sobre a perda de água pelas plantas (Dechen & Nachtigall, 2007).

Quando a deficiência de potássio já está instalada na planta ocorre uma redução na atividade de muitas enzimas regulatórias, o que provoca um aumento das enzimas de decomposição; acúmulo de carboidratos solúveis; acúmulo de compostos nitrogenados solúveis; redução na atividade das ATPases ligadas a membrana plasmática, afetando o transporte iônico; redução na atividade e na síntese da redutase do nitrito (Furlani, 2004), diminuição na concentração de amido na atividade da quinase pirúvica e na síntese de proteínas (Carvalho et al., 2004). Como consequência dessa deficiência potássica, as plantas apresentam baixa resistência ao ataque e manutenção de pragas e fitopatógenos (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988).

Em muitos solos brasileiros, a adubação potássica não faz efeito e, frequentemente, baixa o rendimento. Este efeito negativo provavelmente se deve à absorção deficiente de cálcio e magnésio, em presença de nitrogênio amoniacal. Provoca-se um desequilíbrio entre ânions e cátions, prejudicando a nutrição vegetal. O mecanismo, provavelmente, é o seguinte: ocorre uma absorção excessiva de potássio em prejuízo à de cálcio, o que aumenta o efeito tóxico de manganês (Primavesi, 2002).

A absorção de potássio pela planta em solos secos é reduzida. Neste caso, é mais provável que sua adubação tenha reação positiva. A resposta à adubação potássica ocorre quando o nível do elemento no solo for menor que  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ , a quantidade de fósforo disponível for adequada e a proporção com o cálcio for menor que seis. Mas, depende, especialmente, da nitrificação do nitrogênio no solo, que facilita a absorção dos cátions, por pesar no balanço dos ânions. Por isso, em solos com boa ventilação e microvida ativa, o efeito do adubo potássico é melhor (Primavesi, 2002).

Os casos em que o excesso de potássio foi assinalado como nocivo são extremamente raros, apesar desse nutriente ser absorvido por muitas espécies em quantidades superiores às necessárias (“consumo de luxo”). No entanto, o excesso de potássio pode interferir, positiva ou negativamente, na absorção de outros cátions pelas plantas, considerando que a taxa de absorção de um íon pode ser afetada por outro, desde que estejam competindo diretamente pelo mesmo sítio do carregador (Meurer, 2006). Ao

contrário dos adubos nitrogenados, a maior parte dos autores concorda na hipótese de que os adubos potássicos conferem aos vegetais uma maior resistência às moléstias e pragas (Chaboussou, 1987).

Hoffmann & Samish (1969), citados por Chaboussou (1987), observaram que as necessidades da videira em potássio diminuem quando os níveis de cálcio no solo são baixos. Com isso, eles estimam que um alto nível de cálcio pode anular os efeitos desfavoráveis de um excesso de potássio. Observaram ainda que a concentração dos aminoácidos constitui o melhor critério para a determinação do estado nutricional do potássio na planta. Assim, na cepa semillon, 0,65% de potássio corresponde 50 ppm de aminoácidos, enquanto que a 0,28% de potássio a concentração de aminoácidos se eleva para 950 ppm, revelando com isso, uma deficiência no processo de proteossíntese. Portanto, uma correção adequada do metabolismo da planta, com fertilizações adequadas, podem promover redução das populações de pragas nos cultivos, apenas pela via nutricional.

### 2.5.3 Fósforo

O fósforo (P) encontra-se em compostos que estão distribuídos em muitas rochas, minerais, plantas e animais. No solo, o fósforo pode ser encontrado em formas orgânicas e inorgânicas. As plantas absorvem a maior parte do fósforo como o ânion monovalente - ortofosfato biácido -  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , e, em menor proporção como o ânion bivalente - ortofosfato monoácido -  $\text{HPO}_4^{2-}$ , este aparecendo na planta em formas inorgânicas e orgânicas. O pH do solo influi, em grande parte, na proporção em que essas duas formas de fósforo estão disponíveis para absorção pela planta (Dechen & Nachtigall, 2007). As taxas de absorção de fósforo são maiores em pH entre 4,5 e 6,0, na solução do solo, onde a forma  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  é predominante (Sentenac & Grignon, 1985; Vitti et al., 2004).

Segundo Bedin et al. (2003), as características de solubilidade das fontes de fósforo são de grande importância em relação à sua eficiência: os fosfatos de maior solubilidade, sendo mais prontamente disponíveis, favorecem a absorção e o aproveitamento do nutriente, principalmente pelas culturas de ciclo curto (rápido crescimento). No entanto, essa rápida liberação do fósforo pode também favorecer o processo de adsorção e precipitação das formas solúveis pelos componentes do solo, originando compostos fosfatados de baixa solubilidade e indisponibilizando o nutriente

para as plantas, sendo tal fenômeno tanto mais expressivo quanto mais argiloso for o solo. Dessa maneira, os fertilizantes de menor reatividade, ao disponibilizarem mais lentamente o fósforo, minimizariam os processos de fixação, favorecendo uma maior eficiência de utilização do nutriente pelas culturas.

A falta do ânion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  no meio externo induz o aumento da atividade do sistema de alta afinidade para o fósforo na membrana plasmática. Além disso, a velocidade de absorção aumenta de duas a quatro vezes, dependendo da espécie de planta (Furlani, 2004). Após a absorção, 80% a 90% do fosfato inorgânico (Pi) são rapidamente incorporados na formação de compostos orgânicos, principalmente na forma de hexose fosfato e uridina fosfato (Marschner, 1995).

Esses açúcares são transportados radialmente nas células da raiz e liberados no xilema na forma de Pi novamente. O Pi transita facilmente no xilema e no floema. A assimilação do Pi nos compostos orgânicos das raízes, ao contrário do nitrato e do sulfato, não passa pela redução do fosfato, que permanece na sua forma oxidada máxima (Furlani, 2004). Nas plantas a concentração adequada do fósforo é de 0,2% do total da matéria seca, no entanto, dependendo da espécie vegetal, esse valor pode variar de 0,15% a 0,5% do total do peso seco (Epstein, 1999; Epstein & Bloom, 2006).

O fósforo é um dos macronutrientes mais nobres do solo. Nas plantas, é parte integrante do metabolismo, entrando na composição de gorduras, albuminas, substratos metabólicos e em outros compostos orgânicos terciários e quaternários (Tibau, 1984). Exerce uma função fundamental na divisão e crescimento celular e na formação das membranas intercelulares, de proteínas nos órgãos. Além de modificar as proteínas irreversivelmente (Epstein & Bloom, 2006). Ele estimula a formação de vitaminas e participa da assimilação dos hidratos de carbono e lipídios por parte da planta (Bonilla, 1992).

Pode ainda, influir no desenvolvimento e ativação das raízes, o que se reflete diretamente na produtividade das culturas, sendo vital à formação da semente, bem como está envolvido na transferência de características hereditárias. Outro papel importante do fósforo é a capacidade de contrabalançar os maus efeitos do desequilíbrio provocado pelo excesso de nitrogênio absorvido pela planta, evitando-se, com isso, o acúmulo de compostos de baixo peso molecular, como açúcares redutores, aminoácidos e aminas (Tibau, 1984; Paschoal, 1988; Dechen & Nachtigall, 2007).

O fósforo é parte estrutural dos ácidos nucleicos (RNA e DNA), fosfolipídeos, coenzimas, ésteres de carboidratos, membranas celulares e outros compostos menos importantes para o desenvolvimento vegetativo (Malavolta et al., 1997; Instituto da Potassa e do Fosfato, 1998; Vitti et al., 2004; Dechen & Nachtigall, 2007). Uma das principais funções do fósforo na planta, como integrante da molécula do ATP, é atuar no armazenamento, na transferência e na transdução da energia química captada da luz solar na fotossíntese (Instituto da Potassa e do Fosfato, 1998).

Existem ainda outras moléculas de coenzimas que participam do armazenamento e transferência de energia, diferindo do ATP somente na base nitrogenada, como UTP (uridina trifosfato), CTP (cistidina trifosfato) e GTP (guanosina trifosfato), que são requeridas na síntese de sacarose, fosfolipídios e celulose, respectivamente. Essas coenzimas juntamente com a TTP (tiamina trifosfato) participam da síntese dos ácidos nucleicos (Mengel & Kirkby, 1978; Faquin, 1994).

Dessa forma, todos os processos metabólicos da planta que envolva gastos de energia, desde a absorção de nutrientes até a formação dos diferentes órgãos, têm a participação direta ou indireta do fósforo (Tsai & Rosseto, 1992; Instituto da Potassa e do Fosfato, 1998). Segundo Malavolta (1980) e Marschner (1995), a energia liberada pela hidrólise dos radicais fosfatos terminais AMP (ácido adenílico), ADP (adenosina difosfato) e ATP (adenosina trifosfato), é usada pela célula na fotossíntese; na biossíntese de amido e gorduras e; no processo ativo de absorção iônica.

Por ser um nutriente móvel na planta os sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas. À medida que as plantas se tornam mais velhas, a maior parte do fósforo move-se para as sementes ou para os frutos. O primeiro sinal de deficiência de fósforo manifesta-se na acentuada redução no crescimento da planta como um todo. As folhas se apresentam torcidas (Dechen & Nachtigall, 2007).

Os sintomas visuais de deficiência consistem ainda em: redução na expansão, na área e no número de folhas; aprecimento da coloração verde mais escura, (porque a expansão da folha fica mais retardada do que a formação da clorofila e do cloroplasto), roxa-esverdeada, azul-esverdeada, púrpura (arroxeadas) ou avermelhada (associada ao acúmulo de antocianinas); drástica redução na relação parte aérea/raízes; senescência precoce das folhas; retardamento na formação dos órgãos reprodutivos e no início da floração; diminuição no número de flores, frutos e de sementes; menor perfilhamento; gemas laterais dormentes; e pequena nodulação em leguminosas. Plantas deficientes em

fósforo podem apresentar caules delgados (mas não lenhosos) e morte das folhas mais velhas. Quando a deficiência é severa, ocorre o aparecimento de áreas mortas nas folhas, no fruto e no caule, além das plantas tornarem-se enfezadas (Malavolta et al., 1997; Furlani, 2004; Epstein & Bloom, 2006; Dechen & Nachtigall, 2007; Taiz & Zeiger, 2009).

Em condições de baixa temperatura e ar excessivamente seco ou úmido no período inicial de crescimento da planta, ou qualquer outra restrição física ao desenvolvimento das raízes, podem induzir aos sintomas de deficiência, ainda que haja adequado suprimento de fósforo no solo. Essa deficiência também resulta em maturidade atrasada de frutos (Bull, 1993). Sintomas de toxicidade de fósforo são raros, mas plantas sensíveis podem apresentá-los nas folhas com teores iguais ou superiores a  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ , tendo sido descritos, em sorgo e em outras plantas, como manchas ou pintas vermelho-escuras nas folhas mais velhas (Furlani, 2004). Em solos ricos em fósforo e deficientes em Zinco (Zn) pode ocorrer a absorção e acúmulo do fósforo nas plantas, promovendo o aparecimento de sintomas semelhantes aos da deficiência de Zn (Malavolta, 2004).

O fósforo tem uma relação direta com o nitrogênio, quando o suprimento de fósforo é limitado, pelo menos três efeitos gerais em relação à assimilação do nitrogênio podem ser identificados: diminuição na absorção de  $\text{NO}_3^-$ ; diminuição na translocação do  $\text{NO}_3^-$  absorvido para a parte aérea, indicada por acumulação de  $\text{NO}_3^-$  nas raízes (aparentemente devido à restrição do transporte do simplasma da raiz para o xilema) e; acumulação de aminoácidos tanto nas folhas (mais comum) quanto nas raízes, resultante ou de inibição da síntese ou da degradação de proteínas (Araújo & Machado, 2006). A limitação de fósforo, ao restringir o transporte de  $\text{NO}_3^-$  da raiz para a parte aérea, pode também induzir a limitação da síntese de proteínas na parte aérea, resultando em aumento da proporção de nitrogênio não assimilado na parte aérea, e, portanto, um aumento de compostos livres como os aminoácidos (Rufty Junior et al., 1990), favorecendo a alimentação dos insetos e ácaros (Chaboussou, 1987).

Alguns trabalhos fazem referência ao efeito do fósforo no desenvolvimento de algumas pragas tanto pelo excesso como pela carência. O pulgão *Acyrtosiphum pisum* apresentou redução significativa na capacidade reprodutiva quando criado em plantas com carência de fósforo. Em sorgo, a incidência de *Chilo zonellus* foi maior quando se utilizaram níveis mais elevados de fósforo. Já em outros trabalhos verifica-se que o aumento excessivo na dose de fósforo provoca a diminuição no número de determinadas pragas como *Epitrix hirtipennis* (Bortolli & Maia, 1994).

#### 2.5.4 Cálcio

O cálcio (Ca) é absorvido pelas plantas na forma de cátion bivalente ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Essa absorção ocorre passivamente através dos canais de íons localizados na membrana plasmática das raízes (Furlani, 2004). O cálcio absorvido é transportado no xilema e em parte no floema. Depois de transportado para as folhas, o cálcio torna-se imóvel e somente pode ser redistribuído em condições especiais, como: injeção de outros cátions na nervura, tratamento com ácido triiodo tetracético (EDTA – agente quelante), tratamento com ácido triiodo benzóico (regulador de crescimento), ácidos málico ou cítrico. O cálcio aplicado via foliar é transportado no floema preferencialmente para tecidos novos, estando o movimento atrelado à atividade metabólica (Vitti et al., 2006; Dechen & Nachtigall, 2007).

A maior parte do cálcio do tecido vegetal encontra-se sob formas não-solúveis em água, como o pectato de cálcio, o principal componente da lamela média (separa células recentemente divididas) e da parede celular (com ação cimentante, aumentando a rigidez da parede e dificultando o aumento do tamanho da célula) e; os sais de cálcio de baixa solubilidade, como carbonatos, sulfatos, fosfatos, silicato, citrato, tartarato, malato e oxalato (Vitti et al., 2006; Dechen & Nachtigall, 2007). Nas plantas a concentração adequada do cálcio é de 0,5% do total da matéria seca, no entanto, dependendo da espécie vegetal, esse valor pode variar de 0,1% a 6,0% do total do peso seco (Epstein, 1999; Epstein & Bloom, 2006).

O cálcio tem diversas funções na planta: (a) como elemento estrutural - o  $\text{Ca}^{2+}$  está presente em alta concentração na lamela média das paredes celulares (no apoplasto) e na parte externa da membrana plasmática, fortalecendo-as na forma de pectatos de cálcio, garantindo a estabilidade e integridade das paredes e das membranas; (b) como elemento regulatório - equilibra a relação cátions/ânions e atua na regulação osmótica; acumula-se no vacúolo e no retículo endoplasmático acompanhado de ânions orgânicos e inorgânicos, com função regulatória; acumula-se também nos cloroplastos, em que está ligado às membranas do tilacóide; (c) com função de divisão e extensão celular e nos processos secretórios - o cálcio, além de ter função na divisão celular, é necessário também para a expansão celular, processo importante para o crescimento da raiz e dos tubos polínicos; (d) como segundo mensageiro no citoplasma - quando sinais externos acontecem, como estresse ambiental, infecção por patógeno ou injúria mecânica, os canais iônicos de  $\text{Ca}^{2+}$  são ativados, aumentando a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no citoplasma. O  $\text{Ca}^{2+}$  estimula diversas

enzimas e proteínas, entre elas às calmodulinas (moduladoras de  $\text{Ca}^{2+}$ ) e as hinases dependentes de  $\text{Ca}^{2+}$ , acionando os processos de defesa da planta (Furlani, 2004).

Segundo Dechen & Nachtigall (2007), o cálcio parece, atuar como modulador da ação dos hormônios vegetais, regulando a germinação, o crescimento e senescência. O cálcio atua retardando a senescência e abscisão de folhas e frutos. O cálcio pode ainda, exercer, provavelmente, uma função antitóxica, quando na forma de oxalato de cálcio, depositado no vacúolo das células. Nas raízes esse efeito antitóxico, pode ser evidenciado quando o elemento anula parte da toxidez provocada pela amônia quando absorvida em excesso (Vitti et al., 2006).

As plantas calcífugas parecem acumular mais cálcio que as calcícolas. Isto significa uma diferença fundamental no metabolismo do cálcio nestas duas categorias de plantas. Podem ser diferenças na fixação do cálcio sobre os locais de troca iônica ou nas modalidades de uso deste elemento. Esses fenômenos ocorrem na parte aérea das plantas, pois nas raízes o aumento do teor de cálcio é praticamente idêntico nos dois tipos de plantas (Chaboussou, 1987). As monocotiledôneas necessitam, em geral, de menores quantidades de cálcio em comparação com as dicotiledôneas, devido ao menor número de pontos de ligação na parede celular, ou melhor, à menor capacidade de troca de cátions das raízes. A prova disso é que plantas de tomate necessitam de uma concentração externa de  $\text{Ca}^{2+}$  cerca de 40 vezes maior do que as de centeio (Furlani, 2004).

As relações, N/Ca, P/Ca, Ca/Mg e Ca/total de sais solúveis, devem ser todas bem equilibradas, para que as plantas possam ter um bom desenvolvimento e uma boa produtividade. Essas relações estão ligadas ao processo de proteossíntese e salienta-se, mais uma vez, que o mais importante na nutrição vegetal não é a maximização dos nutrientes absorvidos, e sim o equilíbrio entre eles. Este equilíbrio, do qual o cálcio é elemento fundamental, só pode ser atingido se entre a planta e os nutrientes existir uma fase intermediária: a matéria orgânica do solo (MOS). Ela atua como um tampão, graduando a entrada de nutrientes de acordo com as necessidades das plantas. Deste modo, uma situação equilibrada é instalada (Chaboussou, 1987).

Albrecht (1941), citado por Chaboussou (1987), estima que a fertilidade de um solo esteja relacionada com o teor de cálcio trocável. E que, este cálcio trocável se encontra, relacionado com o teor de matéria orgânica presente no solo. Ele observa também que a matéria orgânica do solo modifica a mobilidade do nitrogênio e do hidrogênio. Esse autor estima que Ca e H devem ser colocados à parte entre os cátions,

devido às suas propriedades particulares. “O cálcio é um agente para encorajar a completa combustão da matéria orgânica,” aumentando a sua estabilidade biológica.

O cálcio estimula a proteossíntese, portanto, sua carência faz elevar drasticamente o teor de nitrogênio não proteico, tal como aminoácidos livres e, especialmente, a prolina. Outro importante efeito do cálcio é manter o pH dentro de intervalo favorável à atividade biológica e à assimilação equilibrada dos nutrientes. Segundo certas pesquisas, isso traz como consequência a acumulação do nitrogênio no solo na forma de nitrato e não de amônia (a amônia é mais proteolítica do que o nitrato) (Chaboussou, 1987).

Os sintomas de deficiência de cálcio aparecem mais cedo e mais severamente nas regiões meristemáticas jovens, como os ápices de raízes ou de folhas jovens, nas quais a divisão celular e a formação de paredes são mais rápidas. As demandas de cálcio parecem ser altas nesses tecidos e o cálcio contido em tecidos mais velhos, maduros, tende a se tornar imobilizado ali, não sendo relocado em quantidade, significativa, novamente para regiões mais jovens, que crescem ativamente (Epstein & Bloom, 2006; Taiz & Zeiger, 2009).

Nas plantas deficientes em cálcio, as folhas jovens apresentam clorose, que em geral, caminha das margens para o centro da folha. O crescimento das raízes é severamente afetado, tornando-se pouco desenvolvidas; curtas e bem ramificadas e; com núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos constritos e divisões amitóticas. As nervuras das folhas e os pontos de crescimento apresentam-se de forma gelatinosa, pois, os tecidos novos precisam de cálcio para formação de suas paredes celulares. Em casos severos, as regiões meristemáticas necrosam e morrem prematuramente, ocorrendo a paralização severa do crescimento da planta (Carvalho et al., 2004; Vitti et al., 2006; Dechen & Nachtigall, 2007; Taiz & Zeiger, 2009).

No caso do tomateiro, quando o sintoma de deficiência é agudo, pode ocorrer necrose das pontas e margens dos folíolos; as faces inferiores das folhas tornam-se arroxeadas e os folíolos permanecem pequenos e deformados. Essas folhas eventualmente morrem. Nos frutos, quando o crescimento é acelerado, ocorre uma diluição do cálcio proporcionando concentrações do elemento abaixo do nível crítico necessário, fazendo com que ocorram sintomas de deficiência desse nutriente nos frutos, normalmente denominados de fundo-preto (*bitter pit*), podridão-apical ou estilar. Os frutos apresentam

uma mancha circular preta, deprimida, coriácea, seca e firme em seu ápice (Carvalho et al., 2004; Dechen & Nachtigall, 2007).

Os sintomas de deficiência de cálcio não significam, necessariamente, que o solo esteja com deficiência nesse nutriente. O excesso de sais solúveis na solução do solo, o uso de cultivares e principalmente a falta de água no solo contribuem para evidenciar o sintoma de podridão-apical. Sabe-se que o excesso de sais, tais como, K, N, Mg, S, Cl, e Na, além da utilização de altas doses de adubos potássicos e nitrogenados, principalmente fórmulas amoniacais, dificultam a absorção de cálcio em plantas de tomate (Carvalho et al., 2004). Quando em excesso, o cálcio é estocado no vacúolo das células e, pela sua baixa mobilidade, não há descrição de sintomas de toxidez pelo seu excesso nas plantas (Furlani, 2004).

### **2.5.5 Matéria orgânica do solo**

#### **2.5.5.1 Aspectos gerais**

O solo é um componente terrestre que apresenta grande dinamismo em seus constituintes e está intimamente ligado às características e aos processos que ocorrem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. A fase sólida é representada pela fração mineral e orgânica. A fração orgânica corresponde a matéria orgânica do solo (MOS), constituída basicamente por C, H, O, N, S e P. O carbono representa, em média, 58% da MOS, H 6%, O 33%, enquanto N, S e P contribuem com cerca de 3%, individualmente (Primavesi, 2002; Aita & Giacomini, 2007; Silva & Mendonça, 2007).

Apesar de sua pequena proporção em relação à massa total de solos minerais tropicais, a MOS desempenha grande influência sobre várias propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e exerce várias funções nos ecossistemas terrestres. No entanto, é bastante difícil separar qual característica do solo é mais influenciada pela MOS, visto que há grande interação entre elas. Dessa forma, muitas das variações observadas nas propriedades de determinado solo são mais influenciadas, não somente pelo efeito direto da quantidade e qualidade da MOS, mas também pelo produto das interações entre os diversos componentes do sistema. Os efeitos benéficos da MOS sobre as propriedades do solo, contribui substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Kiehl, 1985; Silva & Mendonça, 2007).

Nas propriedades físicas do solo a MOS: reduz a densidade aparente; melhora a estruturação, a aeração e a drenagem interna; aumenta direta e indiretamente a capacidade do solo de armazenar água; altera a consistência do solo, reduzindo a tenacidade (resistência à ruptura), a plasticidade (possibilidade de moldagem), a viscosidade (capacidade de aderência) e melhora a friabilidade (facilidade de esboroamento) (Kiehl, 1985; Moreira & Siqueira, 2006). Nas propriedades químicas do solo a MOS exerce três funções distintas: fornecedor de nutrientes, corretivo da toxidez, e melhorador ou condicionador do solo. Dessa forma, ela atua como importante reservatório de macro e micronutrientes para as plantas, microflora e fauna terrestre; pode elevar o pH do solo; desempenha importante função como agente tamponante, resistindo a mudanças bruscas no pH, o que confere maior estabilidade ao solo; pode ainda atuar como agente de complexação, quelação e retenção de nutrientes e xenobióticos, proporcionando a redução da toxicidade de metais e poluentes (Kiehl, 1985; Moreira & Siqueira, 2006).

As reações de complexação e quelação de metais pela MOS têm papel importante em vários processos no solo, a saber: no intemperismo; na disponibilidade de nutrientes (especialmente micronutrientes catiônicos) e de outros metais e; nos aspectos ambientais do solo. Quando a relação substâncias húmicas/metálico é alta, o complexo é solúvel em água. Dessa forma, por meio da dissolução da fração mineral, há liberação de mais íons metálicos. Outra consequência pode ser o aumento da disponibilidade de determinado metal. Contudo, quando a relação substâncias húmicas/metálico é baixa, o complexo não fica solúvel em água, o que diminui sua disponibilidade para as plantas (Silva & Mendonça, 2007).

Além de influenciar essas duas propriedades, a matéria orgânica pode influenciar as propriedades físico-químicas do solo, determinando: o poder de adsorção de nutrientes, a CTC e a superfície específica do solo (Kiehl, 1985; Moreira & Siqueira, 2006). A MOS contribui com 20% a 90% da CTC das camadas superficiais de solos minerais e, praticamente, toda a CTC de solos orgânicos. Em solos tropicais, com cargas predominantemente variáveis, dependendo de pH, em estágio avançado de intemperismo, com a fração argila dominada por caulinita e oxihidróxidos de Fe e Al, a contribuição da MOS é maior, principalmente quando em baixos teores de argila (Mendonça & Rowell, 1996, citados por Silva & Mendonça, 2007). Com o aumento da CTC do solo a planta tem uma garantia de ser melhor nutrida, isso porque, o solo consegue manter mais nutrientes em formas trocáveis e disponíveis para as plantas (Primavesi, 2002).

As propriedades biológicas do solo, também podem ser influenciadas pela MOS. Embora recalcitrantes, as substâncias húmicas da MOS servem de fonte de energia e nutrientes para microrganismos especializados do solo. Elas modificam as membranas citoplasmáticas retardando a plasmólise de células microbianas. Indiretamente melhoram o ambiente físico-químico do *habitat*, favorecendo a sobrevivência e a atividade microbiana (Kiehl, 1985; Moreira & Siqueira, 2006).

As substâncias húmicas e outros componentes da MOS podem exercer efeitos fisiológicos diretos sobre o metabolismo das plantas como: a permeabilidade de membranas; a influência positiva no transporte de íons, facilitando o processo de absorção de nutrientes; a atuação como substâncias reguladoras do crescimento vegetal, aceptores de elétrons e fonte de vitaminas e; a sua ação como agentes antimicrobianos. No crescimento das plantas, por atuarem como aceptores de  $H^+$ , as substâncias húmicas aumentam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando em maior produção de energia metabólica sob a forma de ATP; aumentam o teor de clorofila e a fotossíntese, além da síntese de ácidos nucleicos; exercem efeito seletivo sobre a síntese proteica e; aumentam ou inibem a atividade de diversas enzimas. Essas substâncias são, portanto, importantes reguladores funcionais dos processos químicos e biológicos do solo e das plantas, representando, por isso, um dos pilares da sustentabilidade dos ecossistemas terrestres (Nannipieri et al., 1993; Moreira & Siqueira, 2006).

A alteração da rocha pelos diversos processos de intemperismo acarreta liberação de nutrientes da litosfera para a pedosfera. São esses nutrientes que serão absorvidos pelas plantas e incorporados aos compostos orgânicos que, mais tarde, poderão retornar ao solo e serem incorporados aos diferentes compartimentos da MOS (Silva & Mendonça, 2007). Os materiais orgânicos que entram no solo, advindos do ambiente, das rotas de decomposição/mineralização e humificação, bem como interações dos compostos orgânicos com a fração mineral, resultam na formação de uma MOS heterogênea; que pode ser dividida em diferentes compartimentos, que se distinguem entre si quanto à função, natureza, reatividade, distribuição espacial, biodisponibilidade, dentre outros (Stevenson, 1994, citado por Silva & Mendonça, 2007). Uma divisão mais geral pode ser feita separando-a em dois componentes: matéria orgânica viva e não-vivente.

A matéria orgânica viva corresponde ao material orgânico associado às células de organismos vivos que se encontra temporariamente imobilizado (dreno), mas que apresenta potencial de mineralização (fonte). A matéria orgânica viva raramente ultrapassa

4% do carbono orgânico total (COT) do solo e pode ser subdividida em três compartimentos: raízes (5% a 10%), macrorganismos ou fauna do solo (15% a 30%) e microrganismos (60% a 80%). Apesar de representar baixo percentual da MOS, essa fração é muito importante no processo de transformação dos compostos orgânicos do solo, regulando a troca de nutrientes entre a atmosfera e o ecossistema solo-planta-organismos (Moreira & Siqueira, 2006; Silva & Mendonça, 2007).

As raízes atuam diretamente como fonte de C orgânico, uma vez que diferentes espécies vegetais imobilizam temporariamente C em sua biomassa radicular, retornando-o ao solo por ocasião da senescência. Indiretamente, as raízes contribuem com a exsudação de uma série de compostos orgânicos, os quais imediatamente vão constituir, em parte, o compartimento da MOS morta (substâncias não-húmicas). Em torno de 30%-60% do C fixado fotossinteticamente por plantas é, anualmente, translocado para as raízes, dos quais cerca de 70% podem ser liberados na rizosfera (Neumann & Romheld, 2001; citado por Silva & Mendonça, 2007).

No solo, os organismos podem ser classificados quanto à sua funcionalidade, utilizando critérios de taxonomia, tamanho, tempo de residência no solo, *habitat*, forma de locomoção e nutrição. Quando se utiliza o critério de tamanho dos seus componentes, podem ser separados em microrganismos, microfauna (< 0,2 mm), mesofauna (0,2 mm a 10 mm) e macrofauna (> 10 mm). Em geral, os organismos de menor tamanho encontram-se em maior quantidade no solo, e apresentam a maior biomassa. Os microrganismos são representados, principalmente, pelas bactérias, fungos, actinomicetos e algas, sendo os vírus componentes submicroscópicos; os protozoários, rotíferos e nematóides são os componentes da microfauna do solo. A mesofauna pode ser representada pelos ácaros, colêmbolas e enquitríqueos; a macrofauna é composta pelos anelídeos, isópteros, himenópteros, coleópteros, aracnídeos, miriápodes, entre outros (Moreira & Siqueira, 2006; Silva & Mendonça, 2007).

As funções de destaque da fauna do solo na transformação dos compostos orgânicos são: redução do tamanho do material orgânico (resíduo); separação dos componentes do material orgânico; mistura dos componentes orgânicos e inorgânicos; alteração das propriedades físicas do solo pela construção de galerias, ninhos e câmaras; regulação e dispersão dos microrganismos no solo. A redução do tamanho do material orgânico leva ao aumento da superfície de contato, favorecendo a ação dos microrganismos no processo de decomposição/mineralização do material aportado ao solo e

na transformação da MOS e, conseqüentemente, na formação de substâncias húmicas. A fauna do solo é grandemente influenciada por fatores, como clima, disponibilidade de nutrientes, pH, cobertura do solo, sistema de manejo, os quais terão grande impacto sobre a taxa de mineralização de C orgânico e nutrientes, alterando os teores da MOS (Moreira & Siqueira, 2006; Silva & Mendonça, 2007).

A biomassa microbiana (BM) é o principal constituinte da MOS viva. Cerca de 1% a 3% do COT em solos tropicais está associado a BM. Ela atua como agente decompositor; como reserva lábil de C e nutrientes e; no fluxo de energia no solo. Os microrganismos, para a obtenção de nutrientes e energia, têm ação predominante nos processos de oxidação, redução e complexação de compostos orgânicos e minerais do solo. Esses processos, por sua vez, influenciam o ciclo dos nutrientes, principalmente N, P e S, e a forma e concentração destes nos diferentes compartimentos do solo, alterando sua disponibilidade para as plantas e a mobilidade no solo (Silva & Mendonça, 2007).

A matéria orgânica não-vivente contribui, em média, com 98% do COT do solo; é originada pela decomposição biológica e química de resíduos orgânicos, podendo ser dividida em matéria macrororgânica (3% a 20%) e húmus. Aproximadamente 90% da estrutura da matéria orgânica morta do solo é composta de C (52% a 58%) e O (34% a 35%), seguido de 3,3% a 7% de N e H; o S e o P ocorrem geralmente em proporções inferiores a 2%. A matéria macrororgânica, ou matéria orgânica leve (MOL) ou particulada é composta principalmente por restos vegetais em vários estádios de alteração. A MOL pode ser dividida em matéria orgânica leve livre (interagregados) e matéria orgânica leve oclusa (intra-agregados). A MOS leve livre é quimicamente parecida com os restos vegetais (como serrapilheira) e tem, em geral, uma taxa de decomposição muito alta, enquanto a MOS leve oclusa apresenta grau mais avançado de transformação e ciclagem mais lenta, podendo conter, ainda, resíduos do metabolismo microbiano (Silva & Mendonça, 2007; Dick, et al., 2009).

O húmus é um compartimento que consiste de substâncias húmicas (70%) e não-húmicas (30%). Outro compartimento de origem não-biológica frequentemente observada em solos e que tem recebido atenção mais recentemente é aquele composto por carvão, também chamado de C pirogênico. O carvão representa o material orgânico carbonizado formado a partir da queima (natural ou antrópica) da vegetação ou de resíduos vegetais e revela estrutura molecular predominantemente aromática. Por ter elevado tempo de residência no solo, o carvão é também referido como matéria orgânica inerte. Esse

compartimento pode assumir maior importância em ecossistemas como os Cerrados, em que o fogo é um componente presente há milhões de anos (Silva & Mendonça, 2007; Baldock & Nelson, 2000, citados por Dick et al., 2009).

As substâncias não-húmicas podem contribuir com 10% a 15% do COT dos solos minerais. São grupos de compostos orgânicos bem definidos (restos vegetais mortos, ainda não decompostos ou semidecompostos): carboidratos lignina, lipídios, ácidos orgânicos, polifenóis, ácidos nucleicos, pigmentos e proteínas. Esses compostos são provenientes da ação e transformação da matéria orgânica viva sobre o material orgânico que é aportado ao solo, ou, ainda, adicionados via exsudação das raízes (Pinheiro & Barreto, 2000; Silva & Mendonça, 2007).

#### 2.5.5.2 Decomposição, mineralização e imobilização de resíduos no solo

A decomposição é um processo biocatalítico complexo que envolve a ação de enzimas específicas que produzem monômeros específicos em função do substrato atacado. Essas enzimas têm origem nos microrganismos. Dependendo de sua composição, determinado resíduo pode precisar da atividade simultânea de várias enzimas que atacam substâncias específicas que constituem os substratos. A atividade enzimática do solo resulta principalmente da ação de enzimas extracelulares que podem estar livres na solução do solo, adsorvidas nos colóides ou imobilizadas em complexos húmicos (Moreira & Siqueira, 2006).

O processo de decomposição é fundamental na liberação dos nutrientes constituintes das estruturas dos compostos orgânicos. Os nutrientes liberados nesses processos poderão ser imobilizados pelos microrganismos e utilizados na síntese de novos compostos orgânicos, ou mineralizados e liberados para a solução do solo. Apesar de tais vias serem críticas para a ciclagem dos macronutrientes, elas também têm papel importante na ciclagem de alguns micronutrientes (Silva & Mendonça, 2007).

Os resíduos vegetais e animais não são igualmente atacados nem se decompõem inteiramente de uma só vez; seus vários constituintes são decompostos em diferentes estádios, com diferentes intensidades e por diferentes populações de microrganismos; assim, os açúcares, os amidos e as proteínas solúveis, de mais fácil decomposição, são os compostos atacados em primeiro lugar, seguindo-se de certas hemiceluloses e demais proteínas; a população microbiana que realiza tais decomposições

é variada e vai se alternando e predominando no meio de acordo com a quantidade e o tipo de material existente a ser digerido. A celulose, certas hemiceluloses, os óleos, as gorduras, as resinas e outros constituintes das plantas são decompostos mais demoradamente e por organismos específicos; a lignina, certas graxas e taninos são materiais considerados como os mais resistentes à decomposição (Kiehl, 1985).

Na decomposição de um resíduo orgânico de constituição complexa, podem-se distinguir estádios com características diferentes e bem distintas quanto à dinâmica de degradação. A velocidade de decomposição pode assumir três categorias distintas: frações que se decompõem rapidamente ( $< 1$  ano); frações com taxa de decomposição intermediária ( $< 10$  anos) e; aquelas recalcitrantes que praticamente não se decompõem na escala de tempo da vida humana, exigindo mais de cem anos para se decompor (Moreira & Siqueira, 2006).

As substâncias orgânicas decomponíveis são convertidas a formas inorgânicas como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , as quais são absorvidas pelas plantas e pela microbiota do solo. O aumento ou a diminuição da disponibilidade dessas formas inorgânicas ocorre em função da qualidade do resíduo aportado ao solo, e está diretamente relacionada com a proporcionalidade da quantidade de C-oxidável e demais nutrientes como N, P e S. Nesse aspecto, os materiais em mineralização podem ser classificados em ricos, pobres e intermediários, e isso determinará o sentido do processo, se libera (mineraliza) ou imobiliza nutrientes do solo. Quando as relações C/N, C/P e C/S estiverem nas faixas de 20-30, 200-300 e 200-400 respectivamente, a imobilização e a mineralização operam com a mesma intensidade, havendo equilíbrio entre esses processos e sem alteração imediata da disponibilidade dos nutrientes (Stevenson, 1986; Malavolta, 2006; Moreira & Siqueira, 2006).

O aumento da disponibilidade (mineralização) dos nutrientes ocorre quando material aportado no solo é rico, ou seja, o substrato apresenta, em média, relações C/N  $< 20$ , C/P  $< 200$  e C/S  $< 200$ , além dos teores de N  $> 1,8\%$  e P  $> 0,3\%$ . O inverso, diminuição da disponibilidade (imobilização), ocorre quando o material aportado no solo é pobre, ou seja, o substrato apresenta, em média, relações C/N  $> 30$ , C/P  $> 300$  e C/S  $> 400$ , e teores de N  $< 1,2\%$  e P  $< 0,2\%$ . A imobilização ocorre porque a quantidade de nutrientes dos materiais depositados no solo, não é suficiente para atender a demanda da comunidade mineralizadora, para síntese de suas células, ocorrendo, dessa forma, a imobilização de nutrientes do solo. Em um solo com suprimento adequado de material orgânico e de boa

qualidade associado a condições ambientais que favoreçam a mineralização, pode ocorrer a liberação de grande quantidade de nutrientes (Stevenson, 1986; Moreira & Siqueira, 2006; Dick, et al., 2009).

Resíduos de leguminosas tendem a apresentar relação C/N em torno de 20, enquanto em resíduos de gramíneas os valores podem variar de 40 a 80. Como a absorção de N pelas plantas é estimada de 0,5 a 3 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, verifica-se que a reserva de N e seu fluxo na biomassa podem atender a demanda da planta, se resíduos de boa qualidade forem fornecidos e a mineralização do N ocorrer plenamente (Moreira & Siqueira, 2006; Dick, et al., 2009).

Quando os processos de mineralização predominam em relação aos de imobilização, a matéria orgânica funcionará como fonte de nutriente e, conseqüentemente, aumentará a disponibilidade deste para as plantas. Do contrário, quando a imobilização prevalece sobre a mineralização, a matéria orgânica passa a reter o nutriente, diminuindo sua disponibilidade para as plantas (Silva & Mendonça, 2007).

Além dos processos biológicos (mineralização e imobilização) a disponibilidade de N no solo pode ser influenciada pela desnitrificação, e por processos físico-químicos, como a volatilização da amônia e a lixiviação de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, os quais também desempenham papel importante no ciclo do N e podem variar em função do manejo do solo. A desnitrificação é um processo de redução biológica do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou do nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) até a forma gasosa de N<sub>2</sub>, passando por outras formas gasosas intermediárias de N, com destaque para o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), cuja emissão para a atmosfera provoca um efeito estufa cerca de 300 vezes maior do que o do CO<sub>2</sub>, além de afetar a camada de ozônio. Portanto, o processo de desnitrificação é prejudicial tanto do ponto de vista agrícola, pela diminuição da disponibilidade de N mineral às culturas, como também do ponto de vista de poluição ambiental (Aita & Giacomini, 2007).

#### 2.5.5.3 As substâncias húmicas

O teor do COT depende, essencialmente, do aporte e do processo de decomposição/mineralização da MOS. Em contraste ao processo de degradação, ocorre, concomitantemente, o processo de preservação, com alterações dos resíduos orgânicos, originando compostos coloidais relativamente estáveis, com alto tempo de residência médio – as substâncias húmicas. Esse processo é chamado de humificação, e é

influenciado por todos os compartimentos terrestres, podendo ocorrer no solo sob diversas rotas ao mesmo tempo. A predominância de uma rota sobre outra é decorrente da combinação dos fatores ambientais, que podem ser influenciados pela ação antrópica (Malavolta, 2006; Silva & Mendonça, 2007).

O húmus, genericamente, ou substâncias húmicas, é constituído por uma série de polieletrólitos ácidos, de cor amarela à negra, de peso molecular moderadamente alto (20.000 - 100.000 Da). A partir dos produtos de sua hidrólise são definidos como polímeros de compostos iso e heterocíclicos de cinco e seis átomos de carbono, com cadeias laterais carboxílicas e fenólicas, estas responsáveis pelo caráter ácido (Malavolta, 2006).

As substâncias húmicas são quimicamente muito parecidas, mas as frações podem ser diferenciadas uma das outras pela cor, massa molecular, presença de grupos funcionais, grau de polimerização e composição elementar (teores de C, O, H, N, e S) (Stevenson, 1994, citado por Silva & Mendonça, 2007). O fracionamento das substâncias húmicas é puramente operacional (em razão de sua grande complexidade e gama de estruturas) e baseia-se na sua solubilidade em diferentes soluções. Assim, as substâncias húmicas podem ser operacionalmente subdivididas em: ácidos húmicos, solúvel em álcali e insolúvel em ácido; ácidos fúlvicos, solúvel em álcali e em ácido e; húminas, insolúvel em álcali e em ácido. Os ácidos húmicos podem ainda ser fracionados em himatomelânicos, marrom ou cinza (Malavolta, 2006; Tan, 2003, citado por Dick et al., 2009).

Os elementos que compõe os ácidos húmicos em diferentes solos são os seguintes: carbono 52% a 62%, oxigênio 31% a 39%, hidrogênio de 2,8% a 6,6% e nitrogênio de 3,3% a 5,1%. Nos ácidos fúlvicos são os seguintes: carbono 45% a 48%, oxigênio 43% a 48,5%, hidrogênio de 5% a 6% e nitrogênio de 1,5% a 3,0%. As huminas são formadas por esses mesmos elementos, com os teores muito próximos aos dos ácidos húmicos, diferindo destes por estar adsorvida à parte mineral da fase lábil. Em diferentes solos, o nitrogênio proveniente dos ácidos húmicos corresponde de 15% a 35% do nitrogênio total do solo, os ácidos fúlvicos constitui de 20% a 40% e das huminas de 20% a 30% desse total (Pinheiro & Barreto, 2000).

Os principais grupamentos funcionais das substâncias húmicas são: carboxílicos (-COOH), alcoólico (-OH), fenólico (-OH), carbonil (C=O), quinona (anel C=O), metoxil (OCH<sub>3</sub>) e amínico (-NH<sub>2</sub>). Os grupamentos são determinados, tomando-se como base as propriedades acídicas das substâncias húmicas. Com a elevação do pH ocorre incremento

significativo das cargas superficiais das substâncias húmicas. Os ácidos fúlvicos apresentam maior número de prótons dissociáveis por unidade de massa do que os ácidos húmicos, graças à maior quantidade de grupamentos R-COOH e maior acidez (carga) total. Em média, os grupamentos carboxílicos correspondem a 73% da acidez (carga) total nos ácidos fúlvico, enquanto nos ácidos húmicos, correspondem a 54%. Esses compostos revelam caráter anfótero desenvolvendo, além das cargas negativas, cargas positivas, dependendo do pH do solo e do ponto de carga zero (PCZ) dos compostos orgânicos (Silva & Mendonça, 2007; Dick et al., 2009).

As huminas apresentam baixa acidez em comparação aos ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, o que, ao lado da forte associação com a fração mineral do solo, acarreta uma alta insolubilidade em meio aquoso alcalino. A humina é a fração mais recalcitrante da MOS (Dick et al., 2009). Além dos grupamentos funcionais, a maior contribuição das substâncias húmicas na geração de cargas passíveis de reação de troca é aumentada em razão da alta superfície específica das substâncias húmicas (que pode chegar a  $900 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ). (Silva & Mendonça, 2007).

#### 2.5.5.4 Fertilização mineral *versus* fertilização orgânica

Demolon (1946), citado por Chaboussou (1987), já dizia “é possível que o emprego de adubos sintéticos e a diminuição dos aportes de adubo orgânico um dia venham a tornar mais frequentes, as manifestações patológicas”. O uso de adubos (fertilizantes) minerais sintéticos promove uma maior ativação dos microrganismos do solo, uma vez que fornece substâncias essenciais à sua vida, que podem ser mais facilmente absorvidas e assimiladas. No entanto, em solos que durante muito tempo são utilizados esses fertilizantes, normalmente há uma quantidade menor de substâncias húmicas e outros componentes da MOS, quando comparados a solos sem esse tipo de fertilização (Primavesi, 2002).

O uso de adubos orgânicos, no entanto, ajuda a preservar as substâncias húmicas e outros componentes da MOS, além de promover o seu incremento no solo. Se o papel da MOS fosse unicamente adicionar nutrientes ao solo especialmente nitrogênio, teria pouca importância, uma vez que a fertilização mineral age com muito maior precisão e eficiência. Porém, a fertilização mineral, por mais completa que seja, nunca consegue manter a produtividade do solo. Esses solos, mais cedo ou mais tarde, tornam-se

decadentes, e dificilmente as plantas que aí se desenvolvem apresentam uma boa sanidade (Bonilla, 1992; Primavesi, 2002). O uso de sulfato de amônio -  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ , por exemplo, na adubação das plantas, promove a acidificação do solo, pois cada molécula de  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  pode dar origem a quatro íons hidrogênio  $\text{H}^+$  (Pérez, 2010).

O índice de acidez do sulfato de amônio é um dos mais altos cerca de 110, ou seja, para cada 100 kg aplicados ao solo, é necessário aplicar 110 kg de carbonato de cálcio, para neutralizar a acidez originada da reação desse fertilizante. A uréia apresenta um índice de acidez de 71. Já com o nitrato de cálcio ocorre o contrário, ele apresenta um índice de basicidade de 20, ou seja, cada 100 kg do fertilizante aplicado ao solo equivale à aplicação 20 kg de carbonato de cálcio ao solo (Sousa & Lobato, 2004).

Nesse contexto, outra corrente vem ganhando notoriedade, a da agricultura ecológica, que propõe um enfoque diferente, no qual a teoria da trofobiose de Chaboussou ocupa um lugar de destaque. A idéia central é dar à planta condições para se defender por si mesma, e o mecanismo básico denomina-se proteossíntese. Tudo o que estimule a proteossíntese fortalecerá a planta e tudo que reprima esse processo e favoreça o contrário, a proteólise, a enfraquecerá (Bonilla, 1992).

A MOS, ao fornecer às plantas substâncias de crescimento, promove um aumento na taxa de respiração e fotossíntese. Ela é parte fundamental do metabolismo efetuado pelas reações de fosforilação nas mitocôndrias. Esses processos acabam produzindo as substâncias necessárias à síntese da matéria vegetal, como os açúcares e os derivados glucídios, que participam da elaboração dos compostos aromáticos, formando, sobretudo, as ligninas, assim como compostos orgânicos, precursores dos aminoácidos e das proteínas (Bonilla, 1992).

Ao contrário dos fertilizantes minerais solúveis, os adubos orgânicos, depois de decompostos/mineralizados pelos microrganismos do solo, fornecem todos os macro e micronutrientes que as plantas precisam e, o que é mais importante, em doses proporcionais sem excessos nem carências, por isso, culturas adubadas organicamente acham-se perfeitamente equilibradas em seu metabolismo, não ocorrendo acúmulos de substâncias solúveis, o que as tornam mais resistentes (Paschoal, 1988).

Os solos frequentemente adubados com materiais orgânicos, como restos vegetais e esterco de animais, também apresentam-se mais equilibrados, isso porque, o acúmulo de matéria orgânica, é maior, quando comparado a solos que recebem fertilizante mineral. Essa MOS acumulada aumenta o poder tampão do solo, evitando os

perigosíssimos desequilíbrios minerais provocados pelo uso intenso de fertilizantes. Solos com elevado teor de matéria orgânica, por exemplo, suportam adubações minerais muito mais pesadas, pois tem a capacidade de eliminar o efeito tóxico de algum mineral em excesso (Bonilla, 1992; Primavesi, 2002).

Segundo Paschoal (1988), estimulando a proteossíntese, o húmus protege as plantas de pragas e fitopatógenos. Estimuladas pelas substâncias húmicas, a raiz aumenta a sua capacidade absorptiva de nutrientes, hormônios de crescimento, antibióticos, vitaminas, aminoácidos e outros compostos minerais e orgânicos liberados no solo pela maior atividade microbiana.

Os adubos orgânicos desempenham muito mais as funções de condicionadores ou melhoradores do solo, pois, sua ação é muito mais eficaz na melhoria das propriedades físicas do solo (aumento da porosidade, aeração, retenção de água), atividade microbiana e capacidade de retenção de cátions, do que como fornecedor de nutrientes. Isso porque, os materiais orgânicos contêm nutrientes vegetais em baixíssimas concentrações, necessitando-se de grandes quantidades desses produtos para funcionarem como fertilizantes. Portanto, os produtos de origem mineral desempenham efetivamente as funções de fertilizante, e podem ter sua eficiência aumentada quando a quantidade de material orgânico adicionada ao solo for elevada (Alcarde et al., 1998).

Quando da utilização de adubos orgânicos, deve-se dar atenção especial à relação C/N que determinará o momento em que o material deverá ser adicionado ao solo. Em média, a incorporação no solo deve ser realizada no mínimo 60 dias antes do plantio, para que quando a cultura necessitar de grandes quantidades de N, por exemplo, a fase de imobilização mais intensa já tenha ocorrido, ou seja, é preciso que haja uma sincronização da mineralização do material adicionado ao solo, com a absorção pela cultura. Evitando com isso perdas ou excessos de nutrientes no solo, maximizando o uso dos nutrientes pelas plantas (Moreira & Siqueira, 2006).

## 2.6 TEORIA DA TROFOBIOSE

A teoria da trofobiose foi concebida na década de 60, pelo pesquisador Francis Chaboussou, do INRA (*Institut National de Recherche Agronomique*, França), com base em experiências próprias e nos trabalhos de vários autores. Segundo essa teoria, “todo ser vivo só sobrevive se houver alimento adequado e disponível para ele”. A planta, ou parte

dela, só será atacada por insetos, ácaros, nematóides, microrganismos ou vírus, quando tiver, na seiva ou em seus tecidos, o alimento que corresponda às exigências tróficas desses organismos heterotróficos (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988; Abreu Júnior, 2003; Souza & Resende, 2003). Segundo Chaboussou (1987), dois processos antagônicos, que ocorrem durante o metabolismo da planta, podem governar a sua resistência ou suscetibilidade a pragas e a fitopatógenos: a proteossíntese (processo de síntese de proteínas) e a proteólise (decomposição de proteínas em suas unidades mais elementares).

Francis Chaboussou expressa que alterações termodinâmicas em nível nutricional propiciam o ataque de pragas e fitopatógenos. Os organismos proteossintetizadores uma vez desequilibrados em seu metabolismo, permitem aos organismos proteolíticos o seu desenvolvimento (Pinheiro & Barreto, 2000). Plantas desequilibradas biologicamente, normalmente, acumulam substâncias solúveis em seus tecidos ou seiva, em decorrência de perturbações no processo de síntese de proteínas e no metabolismo dos hidratos de carbono (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988; Abreu Júnior, 2003).

Essas alterações e desequilíbrios nas plantas podem ter origem nas variações meteorológico-climáticas (seca, ventos, chuvas em excesso, calor, frio), como também devido a danos físicos, químicos e biológicos, além dos agrotóxicos, fertilizantes e similares, ou as fases fenológicas (floração, brotação etc.) de intensa autoproteólise nos indivíduos autotróficos. Dessa forma, uma planta saudável, equilibrada (com uma quantidade baixa de substâncias solúveis), dificilmente será atacada por pragas e fitopatógenos (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988; Pinheiro & Barreto, 2000; Abreu Júnior, 2003; Souza & Resende, 2003).

O alimento requerido por pragas e fitopatógenos é constituído, principalmente, por aminoácidos, açúcares redutores, esteróis, vitaminas e outras substâncias simples solúveis. Estas substâncias são aproveitadas do ambiente, isso porque, esses organismos proteolíticos (heterotróficos) não têm capacidade enzimática ou energia de ativação suficiente para a síntese dos aminoácidos, açúcares e lipídios, que precisam para seu próprio metabolismo (Pinheiro & Barreto, 2000).

Muitos insetos, por exemplo, possuem uma pequena variedade de enzimas digestivas e com capacidade digestiva limitada, digerindo apenas substâncias simples presentes, por exemplo, na seiva da planta. Os teores e, principalmente, a proporção dessas substâncias simples relacionadas com os teores de nutrientes minerais na seiva ou tecidos,

são determinantes na maior ou menor suscetibilidade das plantas, não só as pragas, mais também aos fitopatógenos (Abreu Júnior, 2003).

### 2.6.1 Fertilização mineral e a resistência da planta

Para que o solo produza colheitas ótimas, sem danos econômicos, e plantas livres de pragas e fitopatógenos, há a necessidade não só de que se tenha todos os macro e micronutrientes essenciais e em quantidades suficientes, como também, que os elementos nutritivos estejam em proporções satisfatórias e de forma equilibrada. Assim como os elementos que estão em mínimas quantidades são limitantes para as culturas, os que estão em excesso também o são. A idéia básica da relação entre o estado nutricional da planta e sua resistência a pragas e fitopatógenos foi dada pelo fitopatologista francês Dufrenoy, em 1936 (Paschoal, 1988).

As plantas, ao sofrerem desequilíbrios nutricionais (em decorrência de excesso ou carência no solo de macro e micronutrientes), têm seu metabolismo alterado e ficam submetidas às condições desfavoráveis de desenvolvimento. Dessa forma, as plantas acabam tendo uma proteossíntese “deficiente”, isto é, nem todos os carboidratos resultantes da fotossíntese e os aminoácidos serão devidamente convertidos em proteínas. Com isso, compostos químicos solúveis, como açúcares e aminoácidos, passam a circular livremente na planta ou são acumulados, a tal ponto que o excesso desses materiais, favoreça a alimentação, por exemplo, de insetos e ácaros, portanto, a planta ficará suscetível ao seu ataque (Chaboussou, 1987; Amparo, 2003).

Segundo Chaboussou (1987), qualquer adubação que deixe a planta em sua condição fisiológica ótima, confere-lhe o máximo de resistência. Conseqüentemente trata-se de fornecer à planta a adubação adequada, que lhe traga os elementos que ela exige, nas proporções relativas e suas necessidades efetivas. Portanto, tanto o excesso como a carência de um ou diversos elementos, podem romper o equilíbrio fisiológico normal da planta, provocando a diminuição de sua resistência natural. A planta, ao passar por um período de deficiência nutricional, por menor que seja, irá acumular substâncias apetitosas para as pragas e fitopatógenos. Plantas saudáveis e bem nutridas são mais resistentes e não oferecem alimento para pragas e fitopatógenos que, assim, “morrem de fome” (Amparo, 2003).

Na síntese de proteínas, na planta, ocorre a ligação de vários monômeros de aminoácidos, catalisados por enzimas. As enzimas são proteínas globulares grandes e complexas que agem como catalisadores. Por definição, catalisadores são substâncias que aceleram a velocidade de uma reação química por reduzir a energia de ativação, porém permanece inalterada no processo. Por permanecerem inalterados, os catalisadores podem ser utilizados várias vezes, sendo, portanto, tipicamente eficientes em concentrações muito baixas (Abreu Júnior, 2003; Raven et al., 2001, 2007).

As enzimas são ativadas e possuem maior velocidade de reação quando ligadas a metais como B, Cu, Zn, Mn, chamados cofatores (Primavesi, 2002; Abreu Júnior, 2003). Sem esses cofatores, as enzimas de produção de proteínas ficam mais lentas na ligação de aminoácidos, logo, há menor quantidade de proteínas formada e um acúmulo de aminoácidos livres na seiva da planta, ou seja, ocorre uma falta de sincronização e sintonização no processo de integração e regulação metabólica (Pinheiro & Barreto, 2000; Primavesi, 2002; Abreu Júnior, 2003). Dessa forma, para que as enzimas atuem corretamente, a planta precisa estar bem nutrida, com todos os elementos, que ela necessita, presentes e de forma balanceada.

O excesso de nitrogênio amoniacal, nítrico, amídico e sódio provocam deficiências de Mo, Cu, K e Ca. Excesso de fósforo causa deficiências de Mg, Ca e Na, e excesso de cálcio pode provocar carências de K, Mg, Fe, Cu, Zn, Bo e Mn. Os principais agentes desses desequilíbrios nos solos são os fertilizantes minerais solúveis e as calagens excessivas. Excesso de nitrogênio, carências de fósforo, de potássio, de cálcio e de certos micronutrientes, e a proporção K/Ca são alguns fatores que afetam a proteossíntese e, conseqüentemente, são fatores de surgimento, na seiva e no suco celular, de aminoácidos livres, como também de açúcares redutores (Paschoal, 1988).

### **2.6.2 Os agrotóxicos e a resistência da planta**

Da mesma forma que os fertilizantes minerais solúveis, os agrotóxicos orgânicos sintéticos também são absorvidos pelas plantas e translocados em seu interior, sendo capazes de interferir na sua fisiologia, reduzindo a proteossíntese, acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores, prontamente utilizados pelas pragas e agentes patogênicos. O mecanismo é o mesmo envolvendo desequilíbrio de nutrientes, por excesso ou carência de macro e microelementos, ou por desproporções entre eles (Paschoal, 1988).

O fato é que os agrotóxicos atuam sobre os principais processos fisiológicos, tais como respiração, transpiração e fotossíntese. Por sua ação sobre os processos antagonísticos de proteossíntese e proteólise, os agrotóxicos têm a capacidade de modificar, de forma importante e durante um tempo prolongado, a relação entre as substâncias nitrogenadas e os glucídios, assim como as relações entre as diferentes formas dos compostos nitrogenados. Nesse sentido, os agrotóxicos agem sobre as plantas criando um estado de proteólise dominante, favorecendo, assim, a formação de aminoácidos livres fundamentais para a nutrição das pragas (Bonilla, 1992).

A influência dos agrotóxicos sobre o metabolismo das plantas não depende apenas da sua natureza química e sua dose, mas também do estado nutricional da planta e da época de seu ciclo fisiológico anual, na qual são feitas as aplicações. Uma análise em conjunto das pesquisas efetuadas indica que os agrotóxicos aplicados afetam a fisiologia das plantas pela sua nutrição. Neste sentido, os herbicidas parecem ser os mais perigosos, porque têm uma ação dupla: por um lado, afetam diretamente, ainda que em forma subletal, a planta tratada e, por outro, exercem uma ação indireta por inibição da nitrificação ou da amonificação, assim como pela destruição dos organismos do solo (Bonilla, 1992).

Certos agrotóxicos exacerbam o desenvolvimento tanto das doenças criptogâmicas, como dos insetos e ácaros. Esses ataques não são devido ao desaparecimento de eventuais fatores antagonísticos, e sim originados do aumento do potencial biótico dos organismos causadores de doenças e dos fitófagos (sobretudo em relação à sua vitalidade, longevidade e velocidade de reprodução, no caso dos insetos) (Bonilla, 1992).

Segundo o SINDAG (2009), o grande número de pragas e fitopatógenos que afetam o tomateiro, contribuem para que essa cultura ocupe o segundo lugar em consumo de agrotóxicos entre as hortaliças. Como todos os agrotóxicos são baseados em algum mineral, quando usados frequentemente ou diariamente, eles acabam induzindo a deficiência de algum mineral (Tabela 3) (Primavesi, 2003), o que inevitavelmente provoca um desequilíbrio fisiológico na planta, aumentando a sua suscetibilidade a pragas e a fitopatógenos.

**Tabela 3.** Deficiência mineral induzida pelo uso frequente de agrotóxicos.

<b>Produto</b>	<b>Metal básico</b>	<b>Deficiência induzida</b>
Calda bordalesa, Nortox, Cupravit	Cu	Fe, Mn, Mo, Zn
Fermate, Ferban	Fe	Mg, Mn, Mo, Zn
Maneb, Manzate, Trimangol	Mn	Ca, Fe, Mg, Zn
Captane, Glyodin, Brasicol	NH <sub>4</sub>	B, Ca, Cu, K, Mg, P
Malathion, Parathion, Supracid	P	B, Fe, Mn, S, Zn
Caldo sulfocálcico, Thiovit, Arasan, Cosan	S	P, Ca, Cu, Zn
Naban	Na	NH <sub>4</sub> , K, Mo

Fonte: Primavesi (2003).

Chaboussou levanta a hipótese de que a problemática dos vírus, hoje violentamente exacerbados em muitas culturas, está também relacionada com o uso de agrotóxicos. A lógica desta idéia é evidente: os vírus necessitam, para o seu desenvolvimento, de formas nitrogenadas simples, aminoácidos livres, e muitos agrotóxicos têm a propriedade de produzi-los graças à sua capacidade proteolítica. Naturalmente, esta ação nefasta pode ser ainda ampliada pelo efeito de fertilização desequilibrada, como é o caso de excessos de N e/ou carência de outros nutrientes (Bonilla, 1992). Em resumo, os inseticidas, fungicidas, acaricidas e herbicidas, agem produzindo importantes modificações na fisiologia da planta até o ponto de fazê-la sensível a uma série de pragas e fitopatógenos que antes não a afligiam em grau intenso.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Manejo Integrado de Pragas da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da Universidade Federal de Goiás (UFG) (latitude 16°35'12" S, longitude 49°21'14" W Gr, a 730 m de altitude), Goiânia, Goiás. O clima do local segundo o Sistema Internacional de Köppen é classificado como Tropical Chuvoso ( $A_w$ ).

Foram realizados dez experimentos em casa de vegetação em condições de fotoperíodo natural. Esses dez experimentos foram agrupados em três linhas principais de estudo: na primeira linha foram testados diferentes teores de esterco de minhoca na nutrição do tomateiro, num total de dois experimentos, em temperatura média de  $27^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e UR de  $56\% \pm 22\%$ , no período de abril a junho de 2010; na segunda linha foram testadas diferentes fontes de nitrogênio na nutrição do tomateiro, num total de quatro experimentos, em temperatura média de  $29^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e UR de  $45\% \pm 20\%$ , no período de julho a setembro de 2010; na terceira linha foram testadas diferentes relações nitrogênio (N)/potássio (K) na nutrição do tomateiro, num total de quatro experimentos, em temperatura média de  $30^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e UR de  $50\% \pm 24\%$ , no período de setembro a novembro de 2010. Em todos os experimentos foram avaliados a influência da nutrição do tomateiro no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

#### 3.2 ESTRUTURA UTILIZADA NA CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A casa de vegetação utilizada para condução dos experimentos foi do tipo arco e apresentava as seguintes dimensões 6,0 m de largura por 15,0 m de comprimento, revestida nas laterais com tela antiafídeo, teto com filme plástico de 150 micras, piso cimentado e pintado de verde. Na casa de vegetação foram instaladas 13 lâmpadas incandescentes de 200 watts para iluminação noturna, para serem utilizadas durante a

manipulação dos experimentos, como, por exemplo, adubações, tutoramento, desbrota das plantas e aleatorização de vasos.

A casa de vegetação foi lavada (teto, laterais e piso) a cada 30 dias (para a retirada de poeira, fuligem e/ou outras sujeiras), com uma solução de água, ácido clorídrico (33%) e sabão em pó. Para a limpeza foram utilizadas uma hidro lavadora de 1400 libras de pressão e uma vassoura de cerdas macias presa a uma vara de bambu.

Foram utilizadas bancadas para suporte dos vasos dos experimentos, construídas em metalon (15 mm por 15 mm em chapa 18), nas dimensões de 1,06 m de largura por 2,16 m de comprimento por 0,915 m de altura. Na parte superior da bancada foi colocado um compensado resinado fenolado de 220 mm de comprimento por 110 mm de largura e 6 mm de espessura, preso a superfície metálica com arames galvanizados número 18 (1,24 mm de espessura). A face superior do compensado, preso à bancada, foi pintada de branco.

### 3.3 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE *B. tabaci* BIÓTIPO B

A população inicial de *B. tabaci* biótipo B foi obtida de uma criação da Embrapa Arroz e Feijão. A criação foi mantida em plantas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) da cultivar manteiga da Geórgia, em casa de vegetação do Setor de Manejo Integrado de Pragas da EA/UFG, nas dimensões 4 m por 6 m. A semeadura da couve foi realizada em bandejas de polipropileno de 450 células (0,33 m por 0,66 m), preenchidas com substrato comercial Germinar<sup>®</sup>

As mudas foram transplantadas para vasos de polipropileno, com capacidade para 17 L, quando apresentavam duas ou três folhas (28 dias após a semeadura). O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) (Embrapa, 2006), coletado no horizonte B latossólico, de textura argila arenosa (50% de areia, 40% de argila e 10% de silte) (Ribeiro et al., 1999), com teor de matéria orgânica de 15,0 g dm<sup>-3</sup>, teor de potássio de 41 mg dm<sup>-3</sup>, teor de fósforo (Mehlich) de 50 mg dm<sup>-3</sup>, saturação por bases de 61,54% e pH (em CaCl<sub>2</sub>) de 6,0.

Durante o transplante foi adicionado ao solo 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As adubações de cobertura foram realizadas aos 15 dias, 30 dias e 45 dias após o transplante, adicionando-se ao solo 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em cada cobertura. A quantidade total de nutrientes utilizados nas adubações seguiu

recomendações de Filgueira (2007). Os tratos culturais (irrigação, retirada de folhas mais velhas e doentes, além da retirada de inimigos naturais como larvas de sirfídeos) foram realizados quando se fizeram necessários. A cada 30 dias novas plantas de couve foram introduzidas na criação de manutenção, retirando-se aquelas com maior debilidade.

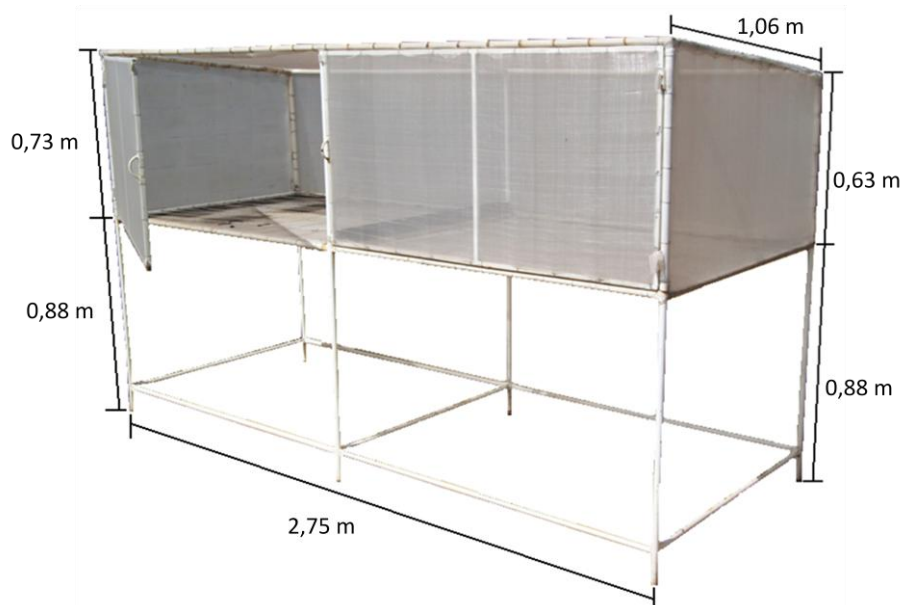
### 3.4 PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO

Sementes do híbrido Heinz-9553 foram utilizadas para a produção das mudas de tomateiro dos experimentos. Esse híbrido foi desenvolvido para a indústria de processamento pela empresa H. J. Heinz Company. Ele apresenta uma excelente capacidade de produção de frutos em temperaturas altas e bom desempenho em condições de estresse hídrico. O fruto possui um tamanho médio. A maturação dos frutos tem início dos 110 aos 120 dias após a semeadura, apresentando o índice de concentração de maturação de frutos (ICM) dois (1 = alta concentração; 4 = baixa concentração). Apresenta resistência a *Verticillium* raça 1 (Ve-1); a *Fusarium* raça 1 (Fol-1) e raça 2 (Fol-2); a nematóides (N) e a *Stemphyllium* spp. (St); Seu grau Brix varia de 4,9 a 5,1. No Brasil, o híbrido teve sua inscrição no Ministério da Agricultura em 1999.

As mudas foram provenientes de semeadura em bandejas de polipropileno de 450 células (0,33 m por 0,66 m), preenchidas com substrato comercial Germinar<sup>®</sup>. Antes da semeadura nas bandejas, as sementes passaram por um processo de pré-germinação. Nesse processo, as sementes foram envolvidas em papel de filtro, previamente embebido em água, que posteriormente foi colocado em recipiente plástico, sem tampa, e mantido em ambiente escuro por um período de 72 horas (tomando-se o cuidado em manter a umidade do papel de filtro). Após esse período, foi realizada a seleção daquelas sementes que começaram emitir a radícula para posteriormente serem semeadas nas bandejas. Esse procedimento possibilitou uma maior homogeneidade das mudas.

Para o abrigo das bandejas de mudas foi construída uma estrutura metálica (com capacidade para 12 bandejas de 450 células) com as seguintes dimensões: parte frontal de 0,73 m de altura por 2,75 m de largura (composta por duas portas); parte detrás com 0,63 de altura por 2,75 m de largura; laterais de 0,73 m de altura na frente e 0,63 m de altura no fundo, por 1,06 m de largura; teto com 1,06 m de largura por 2,75 m de comprimento; parte de baixo com 1,06 m de largura por 2,75 m de comprimento e; pés com a altura de 0,88 m. Na parte de baixo foram esticados arames galvanizados número 14

(2,11 mm de espessura), para evitar o contato direto das bandejas com a tela antiafídeo (colocada na parte de baixo da estrutura). Toda a estrutura metálica foi recoberta com tela antiafídeo, para evitar a presença de insetos ou outros animais (Figura 1).



**Figura 1.** Estrutura metálica para produção de mudas de tomateiro. Goiânia, GO. 2010.

As irrigações das mudas de tomateiro foram realizadas por um sistema de nebulizadores (NA-1 Agrojet<sup>®</sup>). Os nebulizadores foram fixados em três mangueiras de polietileno (1/2x2 mm) de 2,60 m de comprimento, dispostas na parte superior da estrutura metálica. Cada mangueira continha nove nebulizadores, totalizando 27 nebulizadores na estrutura de produção de mudas.

No início do desenvolvimento das mudas as irrigações foram mais frequentes e em menor intensidade; com o avanço no desenvolvimento, as irrigações foram progressivamente reduzidas para que as mudas sofressem o chamado “endurecimento”. No ambiente de produção de mudas, existiam bandejas com diferentes idades de mudas, por isso, no momento de irrigar foi preciso retirar algumas bandejas conforme a idade das mudas e a necessidade de água para cada fase.

Nos experimentos foram utilizadas mudas de 24 dias, 28 dias, 34 dias e 48 dias após a semeadura, o que exigiu adubações diferenciadas durante o período de formação das mudas. Aos sete dias após a emergência das mudas foi adicionado à superfície das bandejas (colo das mudas) uma fina camada de 0,05 kg de esterco de minhoca (com 2,1% de N, 3,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,0% de K<sub>2</sub>O) por bandeja. Aos 14 dias após a emergência das

mudas (para as mudas transplantadas com 34 dias e 48 dias) foi realizada uma adubação foliar (0,1 kg 100 L<sup>-1</sup> de uréia, 0,05 kg 100 L<sup>-1</sup> de monoamônio fosfato e 0,05 kg 100 L<sup>-1</sup> de sulfato de potássio). Para as mudas transplantadas com 48 dias foi realizada mais uma adubação foliar (0,1 kg 100 L<sup>-1</sup> de uréia, 0,05 kg 100 L<sup>-1</sup> de monoamônio fosfato e 0,05 kg 100 L<sup>-1</sup> de sulfato de potássio) aos 28 dias após a emergência das mudas.

No momento do transplante as mudas de 24 dias e 28 dias apresentavam de três a quatro folhas, já as mudas de 34 dias e 48 dias apresentavam de cinco a seis folhas. No momento do transplante, todas as mudas foram padronizadas conforme o tamanho e a quantidade de folhas.

A produção de mudas foi realizada de forma periódica, com a semeadura de uma bandeja a cada 20 dias, fazendo-se um rodízio com 12 bandejas (capacidade total do ambiente de produção de mudas). As mudas mais velhas, não utilizadas nos experimentos, eram descartadas para uma nova semeadura. Após o descarte das mudas a bandeja era sanitizada. Inicialmente a bandeja era imersa em solução de água e ácido clorídrico (33%) por duas horas, sendo em seguida, imersa em água limpa por uma hora e, posteriormente enxágue em água limpa e colocada para secar ao sol.

### 3.5 TRANSPLANTE DAS MUDAS DE TOMATEIRO E TRATOS CULTURAIS

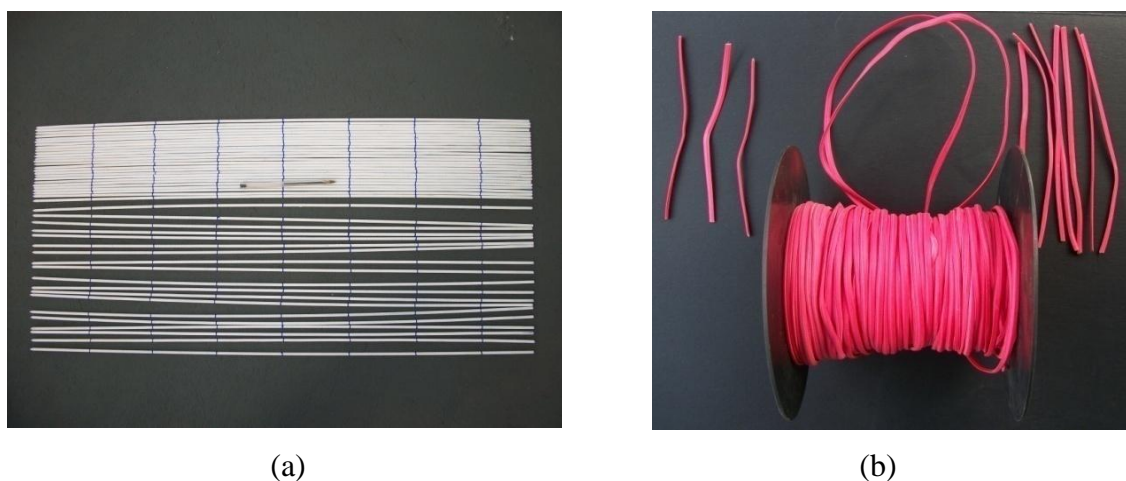
As mudas foram transplantadas aos 24 dias e 34 dias após a semeadura nos experimentos realizados para testar diferentes fontes de nitrogênio e diferentes relações N/K. Mudas de 28 dias e 48 dias após a semeadura foram transplantadas para testar diferentes teores de esterco de minhoca. As mudas foram transplantadas em vasos de polipropileno redondos (de cor marmorizada), contendo 5,0 L dos materiais preparados para testar diferentes teores de esterco de minhoca, na nutrição do tomateiro e; vasos de polipropileno quadrados (de cor verde ou marrom), contendo 9 kg de solo preparado segundo cada tratamento utilizado para testar diferentes fontes de nitrogênio e diferentes relações N/K, na nutrição do tomateiro. O transplante das mudas ocorreu no período noturno, após as 19:00 horas.

Nos experimentos, após o transplante das mudas, os vasos foram distribuídos de forma aleatória, sobre bancadas mantidas em casa de vegetação. No início foram colocados 32 vasos por bancada (Figura 2-a); conforme crescimento e desenvolvimento das plantas, essa quantidade foi reduzida até ficarem oito vasos por bancada (Figura 2-b).



**Figura 2.** Aspectos da distribuição dos vasos nas bancadas: (a) distribuição dos vasos após o transplante das mudas; (b) distribuição dos vasos após avanço no crescimento e desenvolvimento das plantas. Goiânia, GO. 2010.

Após o transplante, os tratos culturais como: irrigação, desbrota (cada planta foi conduzida com apenas uma haste), retirada de inflorescências e tutoramento das plantas foram realizados quando se fizeram necessários, sendo uniformes em todas as parcelas (vasos) dos experimentos. Para o tutoramento foram utilizadas varetas de ferro (pintadas de branco) com diâmetro de 4,2 mm e comprimento de 0,78 m (Figura 3-a), além de fios metálicos (macios e emborrachados) para o amarrar das plantas (Figura 3-b).



**Figura 3.** Materiais utilizados no tutoramento das plantas de tomate: (a) varetas metálicas; (b) arames emborrachados. Goiânia, GO. 2010.

### 3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Todos os experimentos apresentaram oito repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por uma planta por vaso de polipropileno. A cada três dias os vasos dos tratamentos eram colocados em posições diferentes nas bancadas.

### 3.7 COMPOSIÇÃO DOS TRATAMENTOS E A SUA APLICAÇÃO

#### 3.7.1 Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B

Para testar os diferentes teores de esterco de minhoca utilizados na nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B foram montados dois<sup>4</sup> experimentos simultaneamente: o primeiro foi para testar diferentes teores de esterco de minhoca, na nutrição do tomateiro, utilizando-se mudas de 28 dias (experimento 1); o segundo foi para testar diferentes teores de esterco de minhoca, na nutrição do tomateiro, utilizando-se mudas de 48 dias (experimento 2).

O solo utilizado na composição dos tratamentos apresentava um teor de matéria orgânica de 9,0 g dm<sup>-3</sup>, saturação por bases de 68,75% e pH de 5,8 (em CaCl<sub>2</sub>). O esterco de minhoca utilizado na composição dos tratamentos apresentava 19,6 g dm<sup>-3</sup> de N, 20,0 g dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2,0 g dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O.

Nos experimentos, os tratamentos utilizados foram: solo 100% (sem adição de esterco de minhoca); mistura com 20% de esterco de minhoca, ou seja, para cada 100 L de mistura foram adicionados 80 L de solo e 20 L de esterco de minhoca; mistura com 40 % de esterco de minhoca, ou seja, para cada 100 L de mistura foram adicionados 60 L de solo e 40 L de esterco de minhoca; mistura com 60% de esterco de minhoca, ou seja, para cada 100 L de mistura foram adicionados 40 L de solo e 60 L de esterco de minhoca; mistura com 80% de esterco de minhoca, ou seja, para cada 100 L de mistura foram adicionados 20 L de solo e 80 L de esterco de minhoca e; esterco de minhoca 100%. A homogeneização

---

<sup>4</sup> A diferença na idade das plantas não teve caráter fatorial, ou seja, os dois experimentos foram instalados e conduzidos de forma independente, porém, apresentaram os mesmos tratamentos e foram analisados separadamente.

do solo com o esterco de minhoca foi realizada em betoneira (com capacidade para misturar 400 L de materiais) (Figura 4).



**Figura 4.** Homogeneização dos materiais, solo e esterco de minhoca, para composição dos tratamentos. Goiânia, GO. 2010.

Após o preparo dos tratamentos, adotou-se um período de incubação de 180 dias, para então ocorrer o transplântio das mudas de tomateiro. Durante esse período o teor de água, de todos os tratamentos, foi mantido próximo à capacidade de campo, recebendo irrigações quando necessárias. Após o período de incubação foi realizada a análise de fertilidade de cada tratamento (Tabela 4).

**Tabela 4.** Características dos tratamentos, com diferentes teores de esterco de minhoca, 180 dias após seu preparo. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	M. O. <sup>1</sup> (g dm <sup>-3</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Solo 100%	9,0	-	4,3	19,0
Solo com 20% de esterco de minhoca	90	2400	1600	1800
Solo com 40% de esterco de minhoca	100	3000	2500	1600
Solo com 60% de esterco de minhoca	130	4000	5200	3100
Solo com 80% de esterco de minhoca	170	7500	6600	4000
Esterco de minhoca 100%	220	12000	14000	9600

<sup>1</sup> M. O. – matéria orgânica.

Somente o tratamento solo 100% recebeu adubação química convencional, segundo análise do solo utilizado no tratamento. Para definição das quantidades de nitrogênio, potássio e fósforo utilizadas na adubação das plantas desse tratamento foram usadas como referência recomendações da CFSG (1988) e Filgueira et al. (1999), para plantio de tomateiro tutorado (Tabela 7).

As adubações, com nitrogênio e potássio, foram parceladas em oito vezes. A primeira adubação nitrogenada foi realizada no plantio adicionando-se ao solo  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. As outras adubações foram realizadas em cobertura, adicionando-se ao solo  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aos 14 dias, 28 dias, 35 dias, 42 dias, 49 dias, 56 dias e 63 dias após o transplante. Ao todo foram adicionados ao tratamento solo 100%  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. A uréia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ], com teor de 45,7% de N, foi o fertilizante utilizado para fornecer o nitrogênio.

A primeira adubação com potássio foi realizada durante o plantio, adicionando-se ao solo  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . As outras adubações foram realizadas em cobertura, adicionando-se ao solo  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  aos 14 dias, 28 dias, 35 dias, 42 dias e 49 dias, após o transplante e;  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  aos 56 dias e 63 dias após o transplante, ao todo foram adicionados ao tratamento solo 100%  $270 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Para o fornecimento de potássio foi utilizado o cloreto de potássio (KCl), com teor de 60,4% de  $\text{K}_2\text{O}$ .

A adubação do tratamento solo 100% com  $\text{P}_2\text{O}_5$  foi realizada apenas no plantio das mudas, adicionando-se  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . A fonte de fósforo utilizada na adubação foi o termofosfato magnésiano [ $3\text{MgO CaO P}_2\text{O}_5 3(\text{CaO SiO}_2)$ ] com 18,2% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 18,5% de cálcio e 6,8% de magnésio.

### **3.7.2 Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B**

Para testar as diferentes relações N/K utilizadas na nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B foram montados quatro<sup>5</sup> experimentos simultaneamente: o primeiro foi para testar diferentes relações N/K, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com  $8,0 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica (experimento 1); o segundo foi para testar diferentes relações N/K, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com  $8,0 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica (experimento 2); o terceiro foi para testar diferentes

---

<sup>5</sup> A diferença na idade das plantas e no teor de matéria orgânica do solo não tiveram caráter fatorial, ou seja, os quatro experimentos foram instalados e conduzidos de forma independente, porém, apresentaram os mesmos tratamentos e foram analisados separadamente.

relações N/K, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com  $15 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica (experimento 3); o quarto foi para testar diferentes relações N/K, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com  $15 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica (experimento 4).

Nos quatro experimentos os tratamentos utilizados foram às relações N/K: 1/1; 2/1; 4/1; 8/1; 1/2; 1/4; 1/8. As adubações, com nitrogênio e potássio, segundo a relação de cada tratamento, foram parceladas em sete vezes: a primeira no plantio e as outras em cobertura aos 14 dias, 28 dias, 35 dias, 42 dias, 49 dias e 56 dias após o transplante.

A uréia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ], com teor de 45,7% de N, foi o fertilizante utilizado para fornecer o nitrogênio. Para o fornecimento de potássio foi utilizado o cloreto de potássio (KCl), com teor de 60,4% de  $\text{K}_2\text{O}$ . A adubação com  $\text{P}_2\text{O}_5$  foi realizada apenas no plantio adicionando-se  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em cada tratamento. A fonte de fósforo utilizada foi o termofosfato magnésiano [ $3\text{MgO CaO P}_2\text{O}_5 3(\text{CaO SiO}_2)$ ], com 18,2% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 18,5% de cálcio e 6,8% de magnésio. Na Tabela 5 são apresentados os tratamentos com as quantidades totais dos nutrientes adicionados em cada relação nitrogênio/potássio.

**Tabela 5.** Quantidade de nutrientes adicionados aos tratamentos, segundo cada relação nitrogênio/potássio utilizada na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	$\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	$\text{K}_2\text{O}$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Relação N/K - 1/1	70	300	70
Relação N/K - 2/1	140	300	70
Relação N/K - 4/1	280	300	70
Relação N/K - 8/1	560	300	70
Relação N/K - 1/2	70	300	140
Relação N/K - 1/4	70	300	280
Relação N/K - 1/8	70	300	560

### 3.7.3 Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B

Para testar as diferentes fontes de nitrogênio utilizadas na nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B foram montados quatro<sup>6</sup> experimentos simultaneamente: o primeiro foi para testar diferentes fontes de

<sup>6</sup> A diferença na idade das plantas não teve caráter fatorial, ou seja, os experimentos foram instalados e conduzidos de forma independente, porém, os experimentos 1 e 2 apresentaram os mesmos tratamentos (diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica) e foram analisados separadamente, assim como os experimentos 3 e 4 que também apresentaram os mesmos tratamentos (diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral) e foram analisados separadamente.

nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 24 dias após a semeadura (experimento 1); o segundo foi para testar diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 34 dias após a semeadura (experimento 2); o terceiro foi para testar diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 24 dias após a semeadura (experimento 3); o quarto foi para testar diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 34 dias após a semeadura (experimento 4).

### 3.7.3.1 Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica (experimentos 1 e 2) e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B

O solo utilizado nos experimentos 1 e 2 foi um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) (Embrapa, 2006), coletado no horizonte B latossólico, com textura argila arenosa (50% de areia, 40% de argila e 10% de silte) (Ribeiro et al., 1999), teor de matéria orgânica de  $3,0 \text{ g dm}^{-3}$ , saturação por bases de 44,95% e pH 5,8 (em  $\text{CaCl}_2$ ). O solo foi seco e peneirado, para homogeneização de suas partículas. Para elevação do teor de matéria orgânica do solo foram adicionados 6,42 kg de esterco de minhoca (com de  $250 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica) para cada 100 kg de solo peneirado. Para elevação do pH e da saturação por bases foi adicionado ao solo 0,09 kg de calcário dolomítico (com 29% de CaO e 19,2% de MgO; PN – 100%; PRNT – 100%) para cada 100 kg de solo. A quantidade de calcário foi calculada pelo método de saturação por bases, para elevação a 80%, seguindo recomendações de Carvalho et al. (2004) para a cultura do tomateiro.

Foi adicionado ainda ao solo 0,92 kg de serrapilheira (coletada em mata virgem) para cada 100 kg de solo. Em análise realizada na serrapilheira foi detectado:  $89 \text{ g dm}^{-3}$  de matéria orgânica;  $83 \text{ mg dm}^{-3}$  de potássio;  $4,0 \text{ mg dm}^{-3}$  fósforo (Mehlich); saturação por bases de 16,72%; pH de 3,6 e; CTC de 15,01. Os materiais adicionados ao solo foram misturados com o auxílio de uma enxada, em superfície plana.

Após a mistura dos materiais, o solo permaneceu incubado por 50 dias, para reação dos materiais, interação e multiplicação dos microrganismos da serrapilheira. Durante esse período o teor de água no solo foi mantido próximo à capacidade de campo, recebendo irrigações quando necessárias. O solo foi revolvido periodicamente para facilitar a reação dos materiais e homogeneização. Carvalho et al. (2004) recomenda que a calagem

seja feita com antecedência mínima de 60 dias do plantio, por isso, adotou-se o período de incubação de 50 dias, por considerar tempo suficiente para reação dos materiais, já que o solo foi mantido úmido e frequentemente revolvido. O solo após a correção passou a apresentar um teor de matéria orgânica de  $22 \text{ g dm}^{-3}$ , saturação por bases de 80,09% e pH de 6,4 (em  $\text{CaCl}_2$ ); valores semelhantes a esses são recomendados por Filgueira et al. (1999) e Carvalho et al. (2004), para cultivo do tomateiro.

Os materiais orgânicos (esterco de galinha, esterco de minhoca, torta de algodão e torta de mamona) utilizados para compor os tratamentos, dos experimentos 1 e 2, foram triturados e peneirados (em peneira n° 50 de malha 0,355 mm) antes de serem adicionados e misturados ao solo corrigido. Como os teores de nutrientes, presentes nesses materiais orgânicos, não são iguais, foi necessária à utilização de outros materiais, também orgânicos, na tentativa de padronização da quantidade de nutrientes adicionados em cada tratamento, principalmente de nitrogênio (Tabela 6). Para o ajuste da quantidade de fósforo e potássio foi adicionado ao solo corrigido farinha de osso e cinzas, respectivamente. Esses materiais foram peneirados (em peneira n° 50 de malha 0,355 mm) antes de sua utilização.

**Tabela 6.** Teor de nitrogênio, fósforo e potássio presentes nos materiais orgânicos utilizados para compor os tratamentos utilizados na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010.

Materiais orgânicos	Teor de nutrientes		
	N ( $\text{g dm}^{-3}$ )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( $\text{g dm}^{-3}$ )	K <sub>2</sub> O ( $\text{g dm}^{-3}$ )
Esterco de galinha	26,4	62,0	37,0
Esterco de minhoca	16,0	18,0	8,8
Torta de algodão	85,0	24,0	18,0
Torta de mamona	28,2	9,3	8,6
Farinha de osso	8,0	88,0	1,5
Cinzas	4,0	15,0	68,0

Mesmo com a adição desses materiais complementares, foi praticamente impossível obter tratamentos, exatamente com a mesma quantidade de nutrientes (N, P e K), porém, a quantidade de nutrientes adicionados aos tratamentos, ficou o mais próximo possível (principalmente entre os tratamentos esterco de minhoca, torta de algodão e torta de mamona). Os cálculos de adubação foram feitos conforme análise de fertilidade do solo corrigido. Os valores de referência dos nutrientes (N, P e K) para os cálculos foram à adição de  $450 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e  $270 \text{ kg ha}^{-1}$  de K<sub>2</sub>O. Esses valores de

referência foram adaptados de Filgueira et al. (1999), para plantio de tomateiro tutorado (Tabela 7).

**Tabela 7.** Quantidade de nutrientes adicionados ao solo corrigido, para composição de cada tratamento utilizado na nutrição do tomateiro. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Quantidade de nutrientes adicionados		
	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )
Esterco de galinha	492,00	1986,0	573,00
Esterco de minhoca	458,80	598,30	269,18
Torta de algodão	458,40	594,20	270,70
Torta de mamona	458,12	588,18	268,76
Mistura dos adubos <sup>1</sup>	466,83	941,67	345,40

<sup>1</sup> Mistura dos adubos– tratamento formado pela mistura de 25% de material preparado para o tratamento esterco de galinha + 25 % de material preparado para o tratamento esterco de minhoca + 25% de material preparado para o tratamento torta de algodão + 25 % de material preparado para o tratamento torta de mamona.

Assim, para o preparo de cada tratamento foram utilizados: no tratamento esterco de galinha – para cada 100 kg de solo corrigido foram adicionados 0,75 kg de esterco de galinha e 0,6 kg de farinha de osso; no tratamento esterco de minhoca – para cada 100 kg de solo corrigido foram adicionados 1,405 kg de esterco de minhoca, 0,05 kg de farinha de osso e 0,015 kg de cinzas; no tratamento torta de algodão – para cada 100 kg de solo corrigido foram adicionados 0,24 kg de torta de algodão, 0,25 kg de farinha de osso e 0,13 kg de cinzas; no tratamento torta de mamona – para cada 100 kg de solo corrigido foram adicionados 0,73 kg de torta de mamona, 0,24 kg de farinha de osso e 0,1 kg de cinzas e; no tratamento mistura dos adubos – para compor este tratamento foram misturados 25 kg do material preparado para o tratamento esterco de galinha + 25 kg do material preparado para o tratamento esterco de minhoca + 25 kg do material preparado para o tratamento torta de algodão + 25 kg do material preparado para o tratamento torta de mamona, totalizando 100 kg de mistura.

Após a adição e mistura dos materiais orgânicos ao solo corrigido, para compor os tratamentos, adotou-se um período de incubação de 81 dias, para então ocorrer o transplantio das mudas de tomateiro. Após esse período foi realizada uma análise de solo para cada tratamento (Tabela 8).

**Tabela 8.** Características dos tratamentos de origem orgânica utilizados na nutrição do tomateiro após 81 dias de incubação. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	M. O. <sup>1</sup> (g dm <sup>-3</sup> )	K <sub>2</sub> O (mg dm <sup>-3</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	S. B. <sup>2</sup> (%)	pH
Esterco de galinha	7,0	540,0	194,0	90,74	7,1
Esterco de minhoca	8,0	194,0	36,4	83,33	6,6
Torta de algodão	10,0	206,0	56,0	81,51	6,6
Torta de mamona	8,0	208,0	56,0	86,10	6,8
Mistura dos adubos <sup>3</sup>	9,0	470,0	92,0	88,99	6,9

<sup>1</sup> M. O – matéria orgânica; <sup>2</sup> S. B. – saturação por bases; <sup>3</sup> Mistura dos adubos– tratamento formado pela mistura de 25% de material preparado para o tratamento esterco de galinha + 25 % de material preparado para o tratamento esterco de minhoca + 25% de material preparado para o tratamento torta de algodão + 25 % de material preparado para o tratamento torta de mamona.

### 3.7.3.2 Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral (experimentos 3 e 4) e sua influência no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B

O solo utilizado para o transplante das mudas dos tratamentos dos experimentos 3 e 4 foi o mesmo solo utilizado nos experimentos 1 e 2, com a adição da mesma quantidade de esterco de minhoca e calcário, porém, sem adição de serrapilheira, além disso, o solo permaneceu incubado durante 131 dias. Esse período foi adotado para que os quatro experimentos utilizados para testar as diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica e mineral fossem instalados e conduzidos no mesmo período. O solo após a incubação apresentou um teor de matéria orgânica de 8 g dm<sup>-3</sup>, saturação por bases de 80,99% e pH de 6,5 (em CaCl<sub>2</sub>).

As adubações com potássio e com nitrogênio foram parceladas em sete vezes. A adubação nitrogenada foi realizada adicionando-se ao solo 210 kg ha<sup>-1</sup> de N, independente da fonte nitrogenada utilizada na adubação das plantas, de cada tratamento, dos experimentos 3 e 4. A adubação com K<sub>2</sub>O foi realizada adicionando-se 240 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O ao solo de cada tratamento. A quantidade de N e K<sub>2</sub>O utilizada nos experimentos foi adaptada a partir de recomendações da CFSG (1988), para plantio de tomateiro tutorado.

A primeira adubação nitrogenada foi realizada durante o plantio, adicionando-se ao solo 30 kg ha<sup>-1</sup> de N. As outras adubações foram realizadas em cobertura, adicionando-se ao solo 30 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 14 dias, 28 dias, 35 dias, 42 dias, 49 dias e 56 dias após o transplante. As fontes de nitrogênio utilizadas e que representaram os tratamentos foram: uréia [CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] com teor de 45,7% de N; sulfato de amônio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

SO<sub>4</sub>] com teor de 21% de N; Nitro LL<sup>®</sup> [uréia + amônia anidra + água - CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O] com teor de 33,5% de N; nitrato de cálcio - Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - com teor de 17,0% de N) e; mistura dos adubos – 25% do nitrogênio proveniente da uréia + 25% do nitrogênio proveniente do sulfato de amônio + 25% do nitrogênio proveniente do Nitro LL<sup>®</sup> + 25% do nitrogênio proveniente do nitrato de cálcio.

A primeira adubação com K<sub>2</sub>O foi realizada durante o plantio, adicionando-se ao solo 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As outras adubações foram realizadas em cobertura, adicionando-se ao solo 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aos 14 dias, 28 dias, 35 dias e 42 dias após o transplante e; 45 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aos 49 dias e 56 dias após o transplante. A fonte de potássio utilizada foi o cloreto de potássio (KCl) com teor de 60,4% de K<sub>2</sub>O.

A adubação com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi realizada apenas no plantio das mudas, adicionando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em cada tratamento dos experimentos 3 e 4, seguindo recomendação da CFSG (1988). A fonte de fósforo utilizada foi o termofosfato magnésiano [3MgO CaO P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3(CaO SiO<sub>2</sub>)] com 18,2% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18,5% de cálcio e 6,8% de magnésio.

### 3.8 INFESTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS COM *B. tabaci* BIÓTIPO B

As infestações foram realizadas 40 dias após o transplante das mudas, em todos os dez experimentos. As plantas foram submetidas à infestação artificial com adultos de *B. tabaci* biótipo B provenientes da criação de manutenção. Foram coletados para cada planta testada 50 casais de *B. tabaci* biótipo B. A coleta foi realizada com o auxílio de um aspirador entomológico, a partir das 05:00 horas. Os adultos coletados permaneceram em frascos de acrílico de 0,03 m de diâmetro por 0,07 m de altura, sendo fechados com um pedaço de tecido *voil* preso por elástico nº 8, até o momento da infestação (Figura 5-a).

No momento da infestação, os insetos foram liberados no interior de sacos (0,3 m de largura por 0,38 m de comprimento) colocados na terceira ou quarta folha (com cerca de sete folíolos maiores) de cada planta (contando-se a partir do seu ápice). Esses sacos foram confeccionados em tela antiáfideo, com uma abertura contendo velcro. Antes da infestação, os sacos foram presos às plantas pela base do pecíolo de cada folha, utilizando-se para isso a extremidade com velcro; a outra extremidade do saco foi amparada por uma vareta de ferro (diâmetro de 4,2 mm e comprimento de 0,78 m) com arame galvanizado número 18 (1,24 mm de espessura) preso a sua extremidade (impedindo qualquer

movimentação acidental na folha após a colocação do saco); a vareta foi fixada ao solo ou material de cada vaso (Figura 5-b).



(a)

(b)

**Figura 5.** Materiais utilizados para infestação dos tratamentos com adultos de *B. tabaci* biótipo B: (a) frascos utilizados para o armazenamento dos insetos antes da infestação; (b) sacos confeccionados em tela antiafídeo. Goiânia, GO. 2010.

As infestações dos experimentos foram realizadas a partir das 10:00 horas. A retirada dos insetos foi realizada a partir das 22:00 horas. Para a retirada dos insetos, as plantas foram levadas, momentos antes, para um local distante da casa de vegetação em cerca de 20 m, retornando-as em seguida para a casa de vegetação.

### 3.9 MARCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS OVOS DE *B. tabaci* BIÓTIPO B DOS EXPERIMENTOS

No dia seguinte a infestação dos experimentos foi realizada a contagem e marcação de 300 ovos de *B. tabaci* biótipo B, em cada folha composta infestada, para observação do seu desenvolvimento. A marcação dos ovos foi realizada envolvendo-se na base de cada folíolo observado, um arame emborrachado de cerca de 0,005 m de comprimento. A quantidade de folíolos marcados foi variável, em cada planta, ou seja, a soma de 300 ovos de *B. tabaci* biótipo B foi obtida pela marcação de alguns folíolos da folha composta infestada. Nem sempre se conseguia marcar os 300 ovos, numa quantidade exata de folíolos, por exemplo, cinco folíolos com 310 ovos, nesse caso, os 10 ovos a mais foram retirados ou inutilizados.

A avaliação dos ovos inviáveis foi realizada dez dias após a sua contagem e marcação. Foram considerados inviáveis aqueles ovos onde à emergência de ninfas não ocorreu. Após a avaliação desses ovos e verificação da quantidade de ninfas de primeiro ínstar resultantes dos ovos viáveis, manteve-se os folíolos marcados para observação do desenvolvimento dessas ninfas.

A contagem dos ovos e das ninfas de primeiro ínstar foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 16x). Por se tratar de experimentos focados na alimentação de insetos sugadores de seiva das plantas, as folhas não puderam ser retiradas para a contagem dos ovos e das ninfas de primeiro ínstar. Nesse caso, foi preciso adaptar a posição das plantas, para facilitar essa contagem; para isso, os vasos com as plantas foram colocados de forma invertida em um suporte, ou seja, as plantas ficaram com seu ápice voltado para baixo (Figura 6-a, 6-b, 6-c).



**Figura 6.** Contagem e marcação dos ovos e/ou ninfas de *B. tabaci* biótipo B: (a) preparo do vaso para ser colocado com a planta de ápice voltado para baixo; (b) posicionamento das plantas para contagem de ovos e/ou ninfas de primeiro ínstar; (c) contagem de ovos e/ou ninfas de primeiro ínstar, com auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 16x). Goiânia, GO. 2010.

### 3.10 AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS NINFAS DOS EXPERIMENTOS

As avaliações para observação do desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B foram realizadas nas folhas coletadas 21 dias após a infestação das plantas, no caso dos experimentos realizados para testar as diferentes fontes de nitrogênio e as diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizadas na nutrição do tomateiro. Para observação do desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B nos experimentos realizados para testar os diferentes teores de esterco de minhoca, utilizados na nutrição do tomateiro, foram coletadas folhas 30 dias após a infestação das plantas. Para evitar a sobreposição de gerações nos folíolos avaliados, foi verificada periodicamente a presença ou não de adultos e ovos de *B. tabaci* biótipo B.

As folhas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos transparentes, permanecendo de forma estendida e sob refrigeração por no máximo três dias até o momento da contagem das ninfas e exúvias do último ínstar. Essas contagens foram realizadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 16x). Foram avaliados a quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar, de quarto ínstar, e total de ninfas vivas, além da quantidade de ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar, de terceiro ínstar, de quarto ínstar e total de ninfas mortas. A contagem dos pupários vazios (exúvia do quarto ínstar) também foi realizada.

A viabilidade ovo-adulto foi calculada pela fórmula  $V = (PV * 100)/300$ , sendo: V – viabilidade e PV – pupários vazios do tratamento objeto do cálculo. A redução populacional foi calculada pela fórmula  $RP = (PV_m - PV_t)/PV_m * 100$ , onde: RP – redução populacional,  $PV_m$  – tratamento com a maior quantidade de pupários vazios e  $PV_t$  – pupários vazios do tratamento objeto do cálculo.

### 3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, realizada no programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000), sendo a comparação entre médias feita pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Foi aplicado o teste de Hartley ou teste da razão máxima para verificação da homocedasticidade de variâncias dos tratamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES TEORES DE ESTERCO DE MINHOCA E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE *B. tabaci* (GENN.) BIÓTIPO B

#### 4.1.1 Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de 28 dias

Conforme análise de variância dos dados, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade total de ninfas mortas e ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, houve diferença entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas vivas e os pupários vazios (Tabela 9).

Considerando o total de ninfas vivas a maior quantidade foi encontrada no tratamento esterco de minhoca 100% com 162 ninfas vivas (56,2% das ninfas), sendo diferente do tratamento solo 100% com 97 ninfas vivas (33,7% das ninfas). A quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta foi maior no tratamento solo 100% com 160 pupários vazios (55,7% das ninfas), o que, o diferenciou do tratamento esterco de minhoca 100% com 90 pupários vazios (31,2% das ninfas) (Tabela 9).

O tratamento solo 100% apresentou a maior viabilidade ovo-adulto, cerca de 53%. O tratamento esterco de minhoca 100% apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 30%. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 95%, em todos os tratamentos. No tratamento esterco de minhoca 100% ocorreu a maior redução populacional, em torno de 44%. No tratamento solo 100% essa redução populacional não ocorreu (Tabela 9).

**Tabela 9.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Solo 100%	97 $\pm$ 10,51 a <sup>4</sup>	30 $\pm$ 2,96 a	160 $\pm$ 11,53 b	13 $\pm$ 1,40 a	53	0
Solo com 20% de esterco de minhoca	110 $\pm$ 10,61 ab	34 $\pm$ 3,12 a	144 $\pm$ 11,21 ab	12 $\pm$ 0,57 a	48	10
Solo com 40% de esterco de minhoca	117 $\pm$ 11,45 ab	35 $\pm$ 3,35 a	137 $\pm$ 13,95 ab	11 $\pm$ 0,57 a	46	14
Solo com 60% de esterco de minhoca	126 $\pm$ 10,39 ab	32 $\pm$ 2,58 a	129 $\pm$ 12,26 ab	13 $\pm$ 0,73 a	43	19
Solo com 80% de esterco de minhoca	141 $\pm$ 12,75 ab	34 $\pm$ 3,39 a	114 $\pm$ 15,00 ab	11 $\pm$ 0,33 a	38	29
Esterco de minhoca 100%	162 $\pm$ 15,26 b	36 $\pm$ 3,89 a	90 $\pm$ 11,59 a	12 $\pm$ 0,53 a	30	44
<b>C. V. (%)</b>	<b>28,24</b>	<b>28,23</b>	<b>29,36</b>	<b>18,54</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação às ninfas vivas de segundo ínstar e de terceiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. Para as ninfas vivas de quarto ínstar não foi detectada diferença entre os tratamentos. O tratamento esterco de minhoca 100% com 62 ninfas vivas (21,5% das ninfas) foi o que apresentou à maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguido pelos tratamentos solo com 80% de esterco de minhoca (50 ninfas vivas ou 17,3% das ninfas) e solo com 60% de esterco de minhoca (39 ninfas vivas ou 13,5% das ninfas); todos esses tratamentos foram diferentes do tratamento solo 100% com 19 ninfas vivas (6,6% das ninfas) (Tabela 10).

**Tabela 10.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Solo 100%	19 $\pm$ 1,51 a <sup>1</sup>	33 $\pm$ 6,02 a	45 $\pm$ 5,29 a
Solo com 20% de esterco de minhoca	26 $\pm$ 2,5 ab	40 $\pm$ 6,16 ab	44 $\pm$ 4,29 a
Solo com 40% de esterco de minhoca	30 $\pm$ 2,82 ab	42 $\pm$ 3,48 ab	45 $\pm$ 5,79 a
Solo com 60% de esterco de minhoca	39 $\pm$ 4,58 bc	46 $\pm$ 4,23 ab	41 $\pm$ 4,11 a
Solo com 80% de esterco de minhoca	50 $\pm$ 3,25 cd	52 $\pm$ 7,06 ab	39 $\pm$ 4,96 a
Esterco de minhoca 100%	62 $\pm$ 7,01 d	62 $\pm$ 6,02 b	38 $\pm$ 4,81 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>30,68</b>	<b>35,46</b>	<b>33,58</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No caso das ninfas vivas de terceiro ínstar a maior quantidade foi observada no tratamento esterco de minhoca 100% com 62 ninfas vivas (21,5% das ninfas). A menor quantidade foi observada no tratamento solo 100% com 33 ninfas vivas (11,4% das ninfas), sendo diferente do tratamento esterco de minhoca 100% (Tabela 10).

Considerando as ninfas mortas de primeiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas mortas de segundo ínstar e de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. O tratamento esterco de minhoca 100% com 13 ninfas mortas (4,5% das ninfas) foi o que promoveu a maior mortalidade de ninfas de primeiro ínstar, além de ser diferente do tratamento solo 100% com 4 ninfas mortas (1,3% das ninfas) (Tabela 11).

Para as ninfas de quarto ínstar a maior mortalidade foi observada nos tratamentos solo 100% com 10 ninfas mortas (3,4% das ninfas) e no tratamento solo com 20% de esterco de minhoca (10 ninfas mortas ou 3,4% das ninfas). Esses tratamentos foram diferentes dos tratamentos solo com 80% de esterco de minhoca (6 ninfas mortas ou 2,0% das ninfas) e com esterco de minhoca 100% com 5 ninfas mortas (1,7% das ninfas), que apresentaram as menores mortalidades de ninfas de quarto ínstar (Tabela 11).

**Tabela 11.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 28 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Solo 100%	4 $\pm$ 0,5 a <sup>1</sup>	7 $\pm$ 0,76 a	9 $\pm$ 0,93 a	10 $\pm$ 1,41 c
Solo com 20% de esterco de minhoca	6 $\pm$ 0,38 ab	9 $\pm$ 0,94 a	9 $\pm$ 1,07 a	10 $\pm$ 1,00 c
Solo com 40% de esterco de minhoca	8 $\pm$ 0,91 ab	8 $\pm$ 0,89 a	10 $\pm$ 1,04 a	9 $\pm$ 0,85 bc
Solo com 60% de esterco de minhoca	9 $\pm$ 1,00 bc	8 $\pm$ 0,76 a	7 $\pm$ 0,71 a	8 $\pm$ 0,65 abc
Solo com 80% de esterco de minhoca	10 $\pm$ 1,3 bc	10 $\pm$ 1,25 a	8 $\pm$ 0,71 a	6 $\pm$ 0,46 ab
Esterco de minhoca 100%	13 $\pm$ 1,63 c	10 $\pm$ 1,12 a	8 $\pm$ 1,16 a	5 $\pm$ 0,33 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>35,98</b>	<b>33,65</b>	<b>32,96</b>	<b>31,58</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.2 Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de 48 dias

Após a análise de variância dos dados, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade total de ninfas mortas e ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas vivas e os pupários vazios (Tabela 12).

Comparando-se o total de ninfas vivas, observa-se novamente que a maior quantidade foi observada no tratamento esterco de minhoca 100% com 154 ninfas vivas (53,2% das ninfas), sendo diferente do tratamento solo 100% com 87 ninfas vivas (30,4% das ninfas). A quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta foi maior no tratamento solo 100% com 171 pupários vazios (59,7% das ninfas), diferenciando-o, do tratamento esterco de minhoca 100% com 101 pupários vazios (34,9% das ninfas) (Tabela 12).

A viabilidade ovo-adulto foi de 57% no tratamento solo 100%, representando a maior viabilidade. O tratamento esterco de minhoca 100% apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 34%. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 95%, em todos os tratamentos. No tratamento esterco de minhoca 100% ocorreu a maior redução populacional, em torno de 41%. No tratamento solo 100% essa redução populacional não ocorreu (Tabela 12).

**Tabela 12.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Solo 100%	87 $\pm$ 10,34 a <sup>4</sup>	28 $\pm$ 4,92 a	171 $\pm$ 14,51 b	14 $\pm$ 0,93 a	57	0
Solo com 20% de esterco de minhoca	102 $\pm$ 9,57 ab	32 $\pm$ 3,24 a	153 $\pm$ 12,65 ab	13 $\pm$ 1,35 a	51	11
Solo com 40% de esterco de minhoca	110 $\pm$ 9,98 ab	33 $\pm$ 3,06 a	145 $\pm$ 13,59 ab	12 $\pm$ 1,2 a	48	15
Solo com 60% de esterco de minhoca	123 $\pm$ 13,78 ab	29 $\pm$ 3,39 a	137 $\pm$ 15,97 ab	11 $\pm$ 0,73 a	46	20
Solo com 80% de esterco de minhoca	132 $\pm$ 14,89 ab	31 $\pm$ 2,29 a	124 $\pm$ 14,99 ab	13 $\pm$ 0,33 a	41	27
Esterco de minhoca 100%	154 $\pm$ 16,91 b	34 $\pm$ 2,27 a	101 $\pm$ 15,94 a	11 $\pm$ 1,07 a	34	41
<b>C. V. (%)</b>	<b>32,88</b>	<b>29,91</b>	<b>31,54</b>	<b>22,38</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação às ninfas vivas de segundo ínstar e de terceiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. No caso das ninfas vivas de quarto ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. O tratamento esterco de minhoca 100% com 59 ninfas vivas (20,4% das ninfas) foi o que apresentou a maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguido pelos tratamentos solo com 80% de esterco de minhoca (45 ninfas vivas ou 15,6% das ninfas) e solo com 60% de esterco de minhoca (41 ninfas vivas ou 14,1% das ninfas). Todos esses tratamentos foram diferentes do tratamento solo 100% com 18 ninfas vivas (6,2% das ninfas) (Tabela 13).

As menores quantidades de ninfas vivas de terceiro ínstar foram observadas nos tratamentos solo 100% com 30 ninfas vivas (10,4% das ninfas) e solo com 20% de esterco de minhoca (32 ninfas vivas ou 11,2% das ninfas). Ambos, diferentes do tratamento esterco de minhoca 100% com 58 ninfas vivas (20,0% das ninfas) (Tabela 13).

**Tabela 13.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Solo 100%	18 $\pm$ 0,68 a <sup>1</sup>	30 $\pm$ 5,01 a	39 $\pm$ 5,18 a
Solo com 20% de esterco de minhoca	32 $\pm$ 3,5 ab	32 $\pm$ 3,04 a	38 $\pm$ 4,51 a
Solo com 40% de esterco de minhoca	36 $\pm$ 2,67 ab	37 $\pm$ 3,33 ab	37 $\pm$ 5,16 a
Solo com 60% de esterco de minhoca	41 $\pm$ 4,55 bc	42 $\pm$ 4,03 ab	40 $\pm$ 5,48 a
Solo com 80% de esterco de minhoca	45 $\pm$ 4,92 bc	48 $\pm$ 6,22 ab	39 $\pm$ 4,6 a
Esterco de minhoca 100%	59 $\pm$ 7,19 c	58 $\pm$ 7,28 b	37 $\pm$ 3,64 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>34,61</b>	<b>36,51</b>	<b>36,45</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando a mortalidade de ninfas foi possível detectar diferenças entre os tratamentos ao se comparar as ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B. Em relação às ninfas mortas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar não houve diferença entre os tratamentos. O tratamento esterco de minhoca 100% com 12 ninfas mortas (4,1% das ninfas) foi o que promoveu a maior mortalidade de ninfas de primeiro ínstar, além de ser diferente do tratamento solo 100% com 5 ninfas mortas ( 1,7% das ninfas) (Tabela 14).

**Tabela 14.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes teores de esterco de minhoca, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 48 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Solo 100%	5 $\pm$ 1,05 a <sup>1</sup>	6 $\pm$ 1,20 a	8 $\pm$ 1,43 a	9 $\pm$ 1,38 a
Solo com 20% de esterco de minhoca	7 $\pm$ 0,8 ab	8 $\pm$ 0,91 a	8 $\pm$ 0,8 a	9 $\pm$ 1,05 a
Solo com 40% de esterco de minhoca	7 $\pm$ 0,82 ab	8 $\pm$ 0,87 a	9 $\pm$ 1,04 a	9 $\pm$ 1,15 a
Solo com 60% de esterco de minhoca	8 $\pm$ 1,51 abc	7 $\pm$ 0,96 a	8 $\pm$ 0,91 a	6 $\pm$ 0,65 a
Solo com 80% de esterco de minhoca	10 $\pm$ 0,38 bc	8 $\pm$ 0,94 a	7 $\pm$ 0,65 a	6 $\pm$ 0,73 a
Esterco de minhoca 100%	12 $\pm$ 1,10 c	9 $\pm$ 0,63 a	7 $\pm$ 0,71 a	6 $\pm$ 0,65 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>36,52</b>	<b>34,23</b>	<b>34,88</b>	<b>36,25</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados observados no experimento 1 (Tabelas 9, 10 e 11) foram compatíveis com aqueles do experimento 2 (Tabelas 12, 13 e 14), demonstrando coerência entre os resultados obtidos em cada experimento, em relação ao desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B. A diferença de 20 dias na idade das mudas de tomateiro, utilizadas na ocasião do transplante, provavelmente não exerceu influência negativa no desenvolvimento das ninfas, visto que, a diferença entre os resultados dos experimentos, segundo cada tratamento, foi muito pequena.

Mesmo assim, ao observar nos dois experimentos, as quantidades de ninfas vivas, de ninfas mortas e pupários vazios, foi possível perceber que no experimento 1, utilizando mudas mais novas (transplantadas com 28 dias), o desenvolvimento das ninfas pode ter sido prejudicado. No experimento 2, utilizando mudas mais velhas (transplantadas com 48 dias), as ninfas dos tratamentos podem ter sido favorecidas no seu desenvolvimento.

Como já comentado nos materiais e métodos, a diferença na idade das mudas de tomateiro utilizadas durante o transplante não teve caráter fatorial, pois, os dois experimentos apresentaram os mesmos tratamentos e foram instalados e conduzidos de forma independente no mesmo período. Esse procedimento foi adotado para confirmação dos resultados, ou seja, ao invés de montar dois experimentos em períodos diferentes, optou-se por conduzi-los ao mesmo tempo, porém, com mudas de idades diferentes. Por isso, o efeito da idade das mudas, durante a análise dos dados, não foi levado em conta.

Quando as mudas de tomateiro são formadas em bandejas, vários problemas podem ocorrer se não forem conduzidas corretamente e dentro de um período ideal de formação. Quando esse período ultrapassa o ideal e as mudas ficam mais velhas, normalmente elas se tornam estioladas e mais frágeis, perdendo, por exemplo, seu vigor, tornando-se mais estressadas. Mudas com esse padrão, normalmente são menos resistentes a estresse ambiental, a pragas e a doenças, o que certamente, irá refletir no desenvolvimento da cultura (Nascimento et al., 2003). Dessa forma, a utilização de mudas mais velhas (48 dias), no experimento 2, serviu para demonstrar uma provável capacidade de recuperação, dessa condição de estresse.

Como os resultados obtidos no experimento com plantas mais velhas (mudas transplantadas com 48 dias) ficaram muito próximos dos resultados do experimento com plantas mais novas (mudas transplantadas com 28 dias), fica evidenciado que mudas de tomateiro, transplantadas aos 48 dias após a semeadura, tem uma boa capacidade de recuperação e são capazes de demonstrar algum tipo resistência ao desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, pelos resultados observados nos experimentos, mudas transplantadas mais novas, provavelmente tem uma pequena vantagem sobre mudas transplantadas mais velhas, em relação à resistência ao desenvolvimento dessas ninfas.

O tratamento que promoveu o pior desempenho das ninfas, nos dois experimentos, após 30 dias da infestação, foi aquele com 100% de esterco de minhoca. Esse tratamento foi o mais prejudicial ao desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, pois, na ocasião apenas 31,2% das ninfas do tratamento conseguiu chegar à fase adulta, no experimento 1 e 34,9% das ninfas, no experimento 2, ou seja, as plantas cultivadas somente em esterco de minhoca apresentaram, provavelmente, algum efeito deletério no desenvolvimento das ninfas, desse tratamento.

Em temperaturas entre 25°C e 27°C, o ciclo de vida de *B. tabaci* biótipo B dura de 16 a 25 dias (Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996; Yee & Toscano, 1996). Nas condições do Submédio do Vale do São Francisco, sob temperatura de 24,7°C e umidade relativa de 75,9%, o ciclo de vida de *B. tabaci* biótipo B, em tomateiro, dura em torno de 20,4 dias (Moreira et al., 1999). Com base nas afirmações desses autores, as ninfas do tratamento esterco de minhoca 100%, nos dois experimentos, em temperatura de 27°C e umidade relativa de 56%, deveriam ter chegado à fase adulta, no período analisado.

No entanto, essas ninfas não conseguiram mudar de fase, ou seja, cerca de 56,2% das ninfas no experimento 1 e 53,2% das ninfas no experimento 2, continuavam

vivas após os 30 dias da postura dos ovos, sendo que, do total de ninfas vivas, cerca de 38,2% das ninfas no experimento 1 e 38,3% das ninfas no experimento 2, ainda estavam no segundo ínstar, e apenas 23,4% das ninfas no experimento 1 e 24,0% das ninfas no experimento 2, chegaram ao quarto ínstar, demonstrando que realmente as ninfas desse tratamento foram prejudicadas no seu desenvolvimento.

É interessante notar ainda que, nesse tratamento, apenas 12,5% das ninfas, no experimento 1 e 11,7 das ninfas no experimento 2, morreram nesse período. Talvez, fosse o caso, de ter realizado outras avaliações para verificar se a quantidade de ninfas mortas e de adultos aumentaria ou não. Porém, se em 30 dias, no máximo 96% dos ovos deram origem a ninfas e desse total no máximo 35% chegaram à fase adulta do inseto, considera-se, presumivelmente, que dificilmente as ninfas, ainda vivas, chegariam à fase adulta do inseto.

O tratamento que promoveu o melhor desempenho das ninfas, nos dois experimentos, foi aquele sem adição de esterco de minhoca, utilizando-se apenas a adubação química convencional, segundo análise do solo utilizado. Esse tratamento foi o que mais contribuiu para o desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, pois, na ocasião, cerca de 55,7% das ninfas do tratamento conseguiram chegar à fase adulta no experimento 1 e 59,7% das ninfas no experimento 2, ou seja, as plantas adubadas com 210 kg ha<sup>-1</sup> de N, 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 240 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, provavelmente, produziram compostos nutricionalmente favoráveis ao desenvolvimento das ninfas de mosca-branca. Esses compostos, segundo Chaboussou (1987), podem ser os aminoácidos e os açúcares redutores, já que, plantas adubadas com fertilizantes minerais sintéticos tornam-se fisiologicamente desequilibradas, apresentando em sua seiva altos teores desses compostos, os quais são altamente requeridos por ninfas de *B. tabaci* biótipo B, para um desenvolvimento normal.

Ao considerar a viabilidade ovo-adulto de *B. tabaci* biótipo B, após 30 dias da infestação, a menor viabilidade foi observada no tratamento com o maior teor de esterco de minhoca, sendo de 30% no experimento 1 e de 34% no experimento 2, não correspondendo, portanto, a viabilidade de 60,2%, encontrada por Tsai & Wang (1996), em folhas de tomateiro e em temperatura de 25°C. Além dessa reduzida viabilidade ovo-adulto, nesse tratamento, foram observadas as maiores reduções populacionais, sendo de 44% no experimento 1 e 41% no experimento 2. Dessa forma, plantas cultivadas em esterco de minhoca 100%, com 220 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica, 12000 mg dm<sup>-3</sup> de N,

14000 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 9600 mg dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O, apresentaram, provavelmente, alguma impropriedade nutricional, tornando-se inapropriadas para o desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, indicando que, nessas plantas, pode ter ocorrido uma indução de resistência por antibiose.

Analisando-se o teor de matéria orgânica presente em cada tratamento, esperava-se que todos os tratamentos com algum teor de esterco de minhoca fossem capazes de interferir negativamente no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, já que, ao contrário dos fertilizantes minerais solúveis, os adubos orgânicos, depois de decompostos/mineralizados pelos microrganismos do solo, passam a fazer parte da matéria orgânica do solo, fornecendo todos os macro e micronutrientes que as plantas precisam em proporções adequadas. Com isso, estimula-se a proteossíntese, tornando as plantas fisiologicamente equilibradas, não ocorrendo, portanto, acúmulos de substâncias solúveis, o que as tornam mais resistentes às pragas (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988; Pinheiro & Barreto, 2000; Abreu Júnior, 2003; Souza & Resende, 2003).

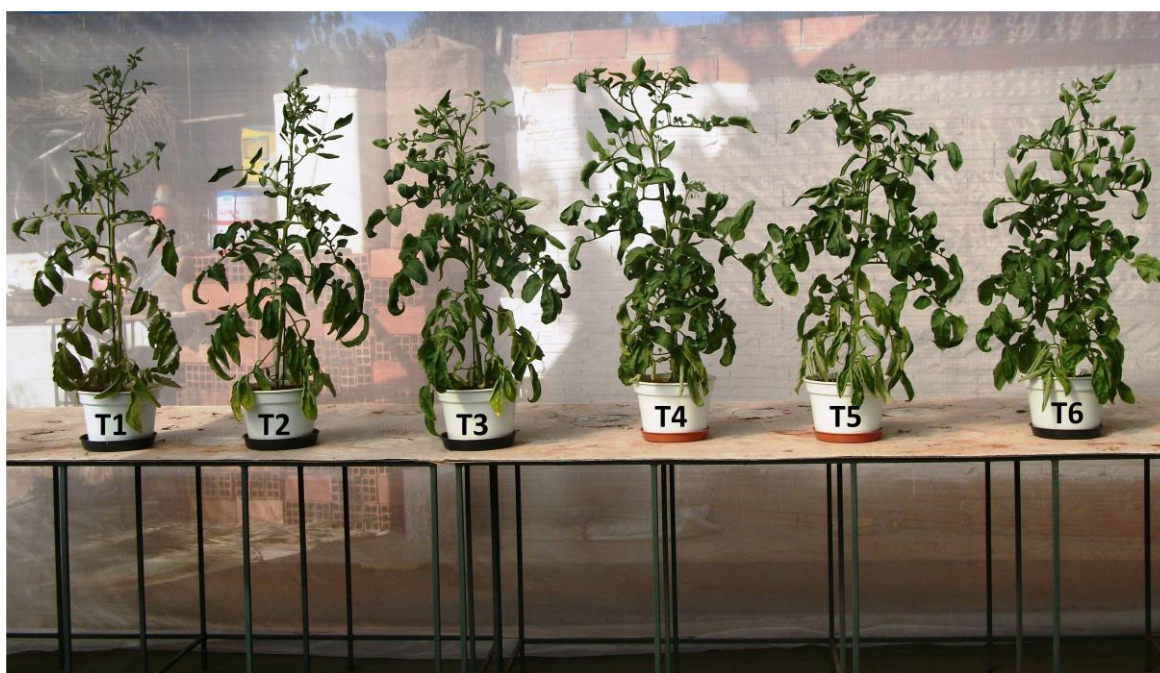
Porém, não foi o que se observou nos tratamentos com 20%, 40%, 60% e 80% de esterco de minhoca, quando comparados ao tratamento com adubação química convencional, pois, estatisticamente eles foram iguais, em relação à quantidade de ninfas vivas, ninfas mortas e ninfas que chegaram à fase adulta. Uma hipótese que poderia ser levantada é a dos nutrientes estarem em sua maioria imobilizados e, portanto, indisponíveis as plantas. No entanto, após o preparo de cada tratamento, adotou-se um período de incubação de 180 dias, justamente para garantir a disponibilidade dos nutrientes às plantas, principalmente, porque, a relação C/N do esterco de minhoca era abaixo de 20, ou seja, em 60 dias, grande parte dos nutrientes já deveria estar mineralizada.

Considerando a hipótese dos nutrientes estarem mineralizados, poderia então ter ocorrido à lixiviação desses nutrientes, afinal, os materiais dos tratamentos permaneceram incubados por 180 dias. Contudo, durante esse período a umidade desses materiais foi mantida próxima à capacidade de campo e como não se cultivou nenhuma planta nesses materiais durante esse período, não haveria razão para lixiviação de nutrientes, uma vez que pouca água foi adicionada a esses materiais.

Além do mais, foi realizada uma análise de fertilidade (Tabela 4) em cada tratamento, três dias antes do transplante das mudas. E o que se observou, na verdade, foi uma quantidade muito elevada de matéria orgânica e nutrientes, principalmente no tratamento com 100% de esterco de minhoca. O tratamento com 20%, de esterco de

minhoca, por exemplo, apresentou um teor de matéria orgânica de  $90 \text{ g dm}^{-3}$ , ou seja, dez vezes maior do que o observado no tratamento com adubação química convencional ( $9,0 \text{ g dm}^{-3}$ ), e nem por isso, eles foram diferentes, quando o teor recomendado por Fontes (2000), para o cultivo de tomateiro é de  $30 \text{ g dm}^{-3}$ . Essa alta quantidade de nutrientes ficou bem evidenciada ao considerar o aspecto visual das plantas, pois, nos tratamentos com algum teor de esterco de minhoca, foram observadas plantas vigorosas, bem desenvolvidas e com um volume maior de raízes, comprovando que realmente os nutrientes estavam disponíveis as plantas (Figuras 7 e 8).

Caberia então, uma investigação mais aprofundada para determinar os reais efeitos de uma adubação do tomateiro com esterco de minhoca, principalmente, porque, pelo que se observou nos resultados dos experimentos, essa adubação interfere de forma negativa no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B. É preciso saber, por exemplo, a composição da seiva das plantas no momento em que as ninfas de alimentaram. São direcionamentos importantes, que devem ser tomados, na busca de métodos de controle mais eficientes e duradouros desse inseto.



**Figura 7.** Aspecto visual da parte aérea das plantas de cada tratamento do experimento 2, após 30 dias da infestação: T1 – solo 100%; T2 – solo com 20% de esterco de minhoca; T3 – solo com 40% de esterco de minhoca; T4 – solo com 60% de esterco de minhoca; T5 – solo com 20% de esterco de minhoca e; T6 – esterco de minhoca 100%. Goiânia, GO. 2010.



**Figura 8.** Aspecto visual das raízes das plantas de cada tratamento do experimento 2, após 30 dias da infestação: T1 – solo 100%; T2 – solo com 20% de esterco de minhoca; T3 – solo com 40% de esterco de minhoca; T4 – solo com 60% de esterco de minhoca; T5 – solo com 20% de esterco de minhoca e; T6 – esterco de minhoca 100%. Goiânia, GO. 2010.

#### 4.2 NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES RELAÇÕES NITROGÊNIO/POTÁSSIO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE *B. tabaci* (GENN.) BIÓTIPO B

##### 4.2.1 Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica

Conforme a análise de variância dos dados, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas vivas, o total de ninfas mortas e os pupários vazios (Tabela 15).

Considerando o total de ninfas vivas, as maiores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/8 com 109 ninfas vivas (40,6% das ninfas) e N/K - 1/4 com 101 ninfas vivas (37,1% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença quando comparadas às relações N/K - 4/1 com 65 ninfas vivas (24% das ninfas) e N/K - 8/1 com 59 ninfas vivas (21,9% das ninfas) (Tabela 15).

Para o total de ninfas mortas a maior quantidade foi observada na relação N/K - 1/8 com 106 ninfas mortas (39,5% das ninfas), sendo seguida pela relação N/K - 1/4 com 96 ninfas mortas (35,2% das ninfas). A relação N/K - 1/8 foi diferente das relações N/K - 2/1 com 70 ninfas mortas (25,9% das ninfas), N/K - 4/1 com 69 ninfas mortas (25,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 61 ninfas mortas (22,6% das ninfas) (Tabela 15).

A maior quantidade de ninfas que chegou a fase adulta foi observada na relação N/K - 8/1 com 149 pupários vazios (55,3% das ninfas). Essa relação foi diferente das relações N/K - 1/2 com 99 pupários vazios (36,6% das ninfas), N/K - 1/4 com 75 pupários vazios (27,5% das ninfas) e N/K - 1/8 com 53 pupários vazios (19,7% das ninfas) (Tabela 15).

A viabilidade ovo-adulto foi maior nas relações N/K - 1/1 com 41% de viabilidade, N/K - 2/1 com 43% de viabilidade, N/K - 4/1 com 45% de viabilidade e N/K - 8/1 com 50% de viabilidade. As menores viabilidades de ovo-adulto foram encontradas nas relações N/K - 1/4 com 25% de viabilidade e N/K - 1/8 com 18% de viabilidade. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 90%, em todas as relações. A redução populacional foi maior nas relações N/K - 1/4 com 50% de redução e N/K - 1/8 com 64% de redução; as menores reduções foram encontradas nas relações N/K - 4/1 com 9% de redução e N/K - 8/1 sem redução (Tabela 15).

**Tabela 15.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Relação N/K - 1/1	74 $\pm$ 8,07 abc <sup>4</sup>	75 $\pm$ 7,84 abc	122 $\pm$ 9,53 cd	29 $\pm$ 2,51 a	41	18
Relação N/K - 2/1	70 $\pm$ 6,64 ab	70 $\pm$ 6,89 ab	130 $\pm$ 12,34 cd	30 $\pm$ 2,37 a	43	13
Relação N/K - 4/1	65 $\pm$ 6,60 a	69 $\pm$ 6,31 ab	136 $\pm$ 9,53 cd	30 $\pm$ 1,83 a	45	9
Relação N/K - 8/1	59 $\pm$ 6,08 a	61 $\pm$ 5,96 a	149 $\pm$ 10,76 d	31 $\pm$ 2,27 a	50	0
Relação N/K - 1/2	88 $\pm$ 6,33 abc	83 $\pm$ 8,58 abc	99 $\pm$ 10,80 bc	30 $\pm$ 1,87 a	33	34
Relação N/K - 1/4	101 $\pm$ 9,96 bc	96 $\pm$ 8,38 bc	75 $\pm$ 7,69 ab	28 $\pm$ 1,92 a	25	50
Relação N/K - 1/8	109 $\pm$ 10,70 c	106 $\pm$ 7,92 c	53 $\pm$ 6,88 a	32 $\pm$ 2,29 a	18	64
<b>C. V. (%)</b>	<b>28,03</b>	<b>27,42</b>	<b>26,45</b>	<b>18,54</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando-se às ninfas vivas de segundo ínstar e de terceiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; no caso das ninfas vivas de quarto ínstar, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A relação

N/K - 1/8 com 28 ninfas vivas (10,4% das ninfas) foi a que apresentou a maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguida pela a relação N/K - 1/4 com 26 ninfas vivas (9,4% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 4/1 com 15 ninfas vivas (5,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 11 ninfas vivas (4,0% das ninfas) (Tabela 16).

As relações N/K - 1/4 com 53 ninfas vivas (19,4% das ninfas) e N/K - 1/8 com 57 ninfas vivas (21,2% das ninfas) apresentaram as maiores quantidades de ninfas vivas de terceiro ínstar. Essas relações foram diferentes das relações N/K - 1/1 com 31 ninfas vivas (11,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 25 ninfas vivas (9,2% das ninfas), N/K - 4/1 com 20 ninfas vivas (7,4% das ninfas) e N/K - 8/1 com 18 ninfas vivas (6,6% das ninfas) (Tabela 16).

**Tabela 16.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	20 $\pm$ 3,08 abcd <sup>1</sup>	31 $\pm$ 3,79 ab	23 $\pm$ 2,56 a
2 - Relação N/K - 2/1	18 $\pm$ 2,58 abc	25 $\pm$ 2,56 a	27 $\pm$ 2,67 a
3 - Relação N/K - 4/1	15 $\pm$ 1,52 ab	20 $\pm$ 2,02 a	30 $\pm$ 3,37 a
4 - Relação N/K - 8/1	11 $\pm$ 1,39 a	18 $\pm$ 1,31 a	30 $\pm$ 3,93 a
5 - Relação N/K - 1/2	23 $\pm$ 3,64 bcd	45 $\pm$ 4,20 bc	20 $\pm$ 1,60 a
6 - Relação N/K - 1/4	26 $\pm$ 4,43 cd	53 $\pm$ 6,48 c	22 $\pm$ 2,62 a
7 - Relação N/K - 1/8	28 $\pm$ 2,73 d	57 $\pm$ 6,36 c	24 $\pm$ 2,51 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>29,76</b>	<b>33,41</b>	<b>31,75</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8, que promoveram a morte de 37 ninfas (13,6% das ninfas) e de 42 ninfas (15,6% das ninfas), respectivamente. Essas relações foram diferentes das relações N/K - 1/1 com 22 ninfas mortas (8,1% das ninfas), N/K - 2/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas), N/K - 4/1 com 11 ninfas mortas (4,0% das ninfas) e N/K - 8/1 com 10 ninfas mortas (3,7% das ninfas) (Tabela 17).

No caso das ninfas mortas de segundo ínstar as que se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos foram aquelas das relações N/K - 1/4 com a mortalidade de 27 ninfas (9,9% das ninfas) e N/K - 1/8 com a mortalidade de 34 ninfas (12,6% das ninfas). As relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de segundo ínstar foram aquelas das relações N/K - 4/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 11 ninfas mortas (4,0% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8 (Tabela 17).

As relações N/K - 4/1 com 26 ninfas mortas (9,6% das ninfas) e N/K - 8/1 com 26 ninfas mortas (9,6% das ninfas), promoveram a maior mortalidade de ninfas de quarto ínstar. As relações N/K - 1/1 com 16 ninfas mortas (5,9% das ninfas), N/K - 1/2 com 14 ninfas mortas (5,1% das ninfas), N/K - 1/4 com 11 ninfas mortas (4,0% das ninfas) e N/K - 1/8 com 11 ninfas mortas (4,1% das ninfas), foram as que menos influenciaram a mortalidade das ninfas de quarto ínstar, além de serem diferentes das relações N/K - 4/1 e N/K - 8/1 (Tabela 17).

**Tabela 17.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	22 $\pm$ 3,60 ab <sup>1</sup>	20 $\pm$ 2,27 ab	17 $\pm$ 1,51 a	16 $\pm$ 1,63 a
2 - Relação N/K - 2/1	15 $\pm$ 3,66 a	18 $\pm$ 1,69 ab	19 $\pm$ 2,76 a	18 $\pm$ 1,93 ab
3 - Relação N/K - 4/1	11 $\pm$ 3,90 a	15 $\pm$ 1,52 a	17 $\pm$ 1,63 a	26 $\pm$ 2,28 b
4 - Relação N/K - 8/1	10 $\pm$ 3,08 a	11 $\pm$ 1,00 a	14 $\pm$ 1,38 a	26 $\pm$ 3,01 b
5 - Relação N/K - 1/2	31 $\pm$ 0,87 bc	20 $\pm$ 2,56 ab	18 $\pm$ 1,95 a	14 $\pm$ 1,39 a
6 - Relação N/K - 1/4	37 $\pm$ 1,10 c	27 $\pm$ 2,73 bc	21 $\pm$ 2,02 a	11 $\pm$ 0,85 a
7 - Relação N/K - 1/8	42 $\pm$ 1,35 c	34 $\pm$ 3,47 c	19 $\pm$ 1,75 a	11 $\pm$ 0,89 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>34,68</b>	<b>31,92</b>	<b>31,74</b>	<b>30,4</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.2 Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica

Após a análise de variância dos dados, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B.

No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas vivas, o total de ninfas mortas e os pupários vazios. Considerando o total de ninfas vivas, as maiores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/4 com 98 ninfas vivas (36,2% das ninfas) e N/K - 1/8 com 103 ninfas vivas (38,5% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 4/1 com 57 ninfas vivas (21% das ninfas) e N/K - 8/1 com 55 ninfas vivas (20,4 das ninfas) (Tabela 18).

Para o total de ninfas mortas, a maior quantidade foi observada nas relações N/K - 1/4 com 95 ninfas mortas (35,1% das ninfas) e N/K - 1/8 com 105 ninfas mortas (39,3% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença significativa quando comparadas à relação N/K - 8/1 com 60 ninfas vivas (22,3% das ninfas) (Tabela 18).

A quantidade de ninfas, que chegou a fase adulta foi menor nas relações N/K - 1/4 com 77 pupários vazios (28,5% das ninfas) e N/K - 1/8 com 59 pupários vazios (22% das ninfas). As relações N/K - 1/1 com 127 pupários vazios (47,3% das ninfas), N/K - 2/1 com 135 pupários vazios (50% das ninfas), N/K - 4/1 com 141 pupários vazios (52% das ninfas) e N/K - 8/1 com 154 pupários vazios (57,2% das ninfas), com as maiores quantidades, foram diferentes das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8 (Tabela 18).

**Tabela 18.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup> %	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Relação N/K - 1/1	71 $\pm$ 6,36 abc <sup>4</sup>	70 $\pm$ 7,55 ab	127 $\pm$ 12,71 bc	32 $\pm$ 1,85 a	42	18
Relação N/K - 2/1	67 $\pm$ 6,11 ab	68 $\pm$ 8,68 ab	135 $\pm$ 11,43 bc	30 $\pm$ 3,15 a	45	12
Relação N/K - 4/1	57 $\pm$ 4,13 a	73 $\pm$ 7,95 abc	141 $\pm$ 1,44 bc	29 $\pm$ 2,76 a	47	8
Relação N/K - 8/1	55 $\pm$ 4,48 a	60 $\pm$ 5,69 a	154 $\pm$ 10,09 c	31 $\pm$ 1,43 a	51	0
Relação N/K - 1/2	87 $\pm$ 9,89 abc	81 $\pm$ 8,85 abc	104 $\pm$ 12,52 ab	28 $\pm$ 1,44 a	35	32
Relação N/K - 1/4	98 $\pm$ 10,21 bc	95 $\pm$ 5,63 bc	77 $\pm$ 8,41 a	30 $\pm$ 2,44 a	26	50
Relação N/K - 1/8	103 $\pm$ 10,27 c	105 $\pm$ 9,58 c	59 $\pm$ 9,57 a	33 $\pm$ 1,59 a	20	62
<b>C. V. (%)</b>	<b>29,96</b>	<b>27,61</b>	<b>27,26</b>	<b>21,19</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A viabilidade ovo-adulto foi maior nas relações N/K - 2/1 com 45% de viabilidade, N/K - 4/1 com 47% de viabilidade e N/K - 8/1 com 51% de viabilidade. As menores viabilidades de ovo-adulto foram encontradas nas relações N/K - 1/4 com 26% de viabilidade e N/K - 1/8 com 20% de viabilidade. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 90%, em todas as relações. A redução populacional foi maior nas

relações N/K - 1/4 com 50% de redução e N/K - 1/8 com 62% de redução; as menores reduções foram encontradas nas relações N/K - 2/1 com 12% de redução, N/K - 4/1 com 8% de redução e N/K - 8/1 sem redução (Tabela 18).

Comparando-se às ninfas vivas de segundo ínstar e de terceiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; no caso das ninfas vivas de quarto ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. A relação N/K - 1/8 com 27 ninfas vivas (10,1% das ninfas) foi a que apresentou a maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguida pela a relação N/K - 1/4 com 26 ninfas vivas (9,6% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 4/1 com 15 ninfas vivas (5,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 12 ninfas vivas (4,4% das ninfas) (Tabela 19).

Nas relações N/K - 1/4 com 48 ninfas vivas (17,7% das ninfas) e N/K - 1/8 com 51 ninfas vivas (19,1% das ninfas) foram observadas as maiores quantidades de ninfas vivas de terceiro ínstar. Essas relações foram diferentes das relações N/K - 1/1 com 26 ninfas vivas (9,7% das ninfas), N/K - 2/1 com 23 ninfas vivas (8,5% das ninfas), N/K - 4/1 com 19 ninfas vivas (7,0% das ninfas) e N/K - 8/1 com 17 ninfas vivas (6,3% das ninfas) (Tabela 19).

**Tabela 19.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	20 $\pm$ 0,93 ab <sup>1</sup>	26 $\pm$ 3,02 ab	25 $\pm$ 3,01 a
2 - Relação N/K - 2/1	20 $\pm$ 1,32 ab	23 $\pm$ 2,14 ab	24 $\pm$ 2,93 a
3 - Relação N/K - 4/1	15 $\pm$ 0,91 a	19 $\pm$ 2,07 a	23 $\pm$ 2,70 a
4 - Relação N/K - 8/1	12 $\pm$ 0,65 a	17 $\pm$ 1,59 a	26 $\pm$ 2,98 a
5 - Relação N/K - 1/2	22 $\pm$ 3,50 ab	40 $\pm$ 4,52 bc	25 $\pm$ 3,15 a
6 - Relação N/K - 1/4	26 $\pm$ 3,38 b	48 $\pm$ 5,74 c	24 $\pm$ 2,93 a
7 - Relação N/K - 1/8	27 $\pm$ 3,15 b	51 $\pm$ 5,33 c	25 $\pm$ 3,20 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>33,99</b>	<b>35,76</b>	<b>34,81</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos das relações

N/K - 1/4 e N/K - 1/8, que promoveram a morte de 35 ninfas (12,9% das ninfas) e de 38 ninfas (14,2% das ninfas), respectivamente, sendo diferentes das relações N/K - 1/1 com 20 ninfas mortas (7,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 16 ninfas mortas (5,9% das ninfas), N/K - 4/1 com 13 ninfas mortas (4,7% das ninfas) e N/K - 8/1 com 9 ninfas mortas (3,3% das ninfas) (Tabela 20).

No caso das ninfas mortas de segundo ínstar as que se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos foram aquelas das relações N/K - 1/4 com a mortalidade de 28 ninfas (10,3% das ninfas) e N/K - 1/8 com a mortalidade de 33 ninfas (12,3% das ninfas). As relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de segundo ínstar foram aquelas das relações N/K - 2/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas), N/K - 4/1 com 14 ninfas mortas (5,1% das ninfas) e N/K - 8/1 com 12 ninfas mortas (4,4% das ninfas), todas diferentes das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8 (Tabela 20).

As relações que promoveram a maior mortalidade de ninfas de quarto ínstar foram N/K - 4/1 com 26 ninfas mortas (9,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 24 ninfas mortas (8,9% das ninfas). As relações N/K - 1/1 com 14 ninfas mortas (5,2% das ninfas), N/K - 1/4 com 12 ninfas mortas (4,4% das ninfas) e N/K - 1/8 com 13 ninfas mortas (4,8% das ninfas), foram as que menos influenciaram a mortalidade das ninfas de quarto ínstar, sendo, diferentes das relações N/K - 4/1 e N/K - 8/1 (Tabela 20).

**Tabela 20.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 8 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	20 $\pm$ 1,78 ab <sup>1</sup>	19 $\pm$ 1,95 ab	17 $\pm$ 2,41 a	14 $\pm$ 1,90 a
2 - Relação N/K - 2/1	16 $\pm$ 1,94 ab	15 $\pm$ 2,06 a	18 $\pm$ 2,38 a	19 $\pm$ 2,49 abc
3 - Relação N/K - 4/1	13 $\pm$ 1,18 a	14 $\pm$ 1,65 a	20 $\pm$ 2,41 a	26 $\pm$ 3,27 c
4 - Relação N/K - 8/1	9 $\pm$ 0,57 a	12 $\pm$ 1,20 a	15 $\pm$ 1,80 a	24 $\pm$ 2,92 bc
5 - Relação N/K - 1/2	27 $\pm$ 3,11 bc	20 $\pm$ 2,36 ab	19 $\pm$ 3,08 a	15 $\pm$ 1,36 ab
6 - Relação N/K - 1/4	35 $\pm$ 4,05 c	28 $\pm$ 3,26 bc	20 $\pm$ 1,96 a	12 $\pm$ 0,96 a
7 - Relação N/K - 1/8	38 $\pm$ 4,28 c	33 $\pm$ 4,35 c	21 $\pm$ 2,92 a	13 $\pm$ 1,05 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>35,93</b>	<b>35,32</b>	<b>35,74</b>	<b>35,05</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.3 Experimento 3 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 24 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica

Conforme a análise de variância dos dados, não houve diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas vivas, o total de ninfas mortas e os pupários vazios (Tabela 21).

Considerando o total de ninfas vivas, as maiores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/4 com 109 ninfas vivas (39,9% das ninfas) e N/K - 1/8 com 117 ninfas vivas (43,4% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença quando comparadas às relações N/K - 4/1 com 70 ninfas vivas (26% das ninfas) e N/K - 8/1 com 72 ninfas vivas (26,6 das ninfas) (Tabela 21).

Para o total de ninfas mortas, a maior quantidade foi observada na relação N/K - 1/8 com 112 ninfas mortas (41,6% das ninfas). Nas relações N/K - 2/1 com 75 ninfas vivas (27,7% das ninfas), N/K - 4/1 com 74 ninfas vivas (27,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 67 ninfas vivas (24,8% das ninfas) foram observadas as menores mortalidades de ninfas, além disso, todas essas relações foram diferentes da relação N/K - 1/8 (Tabela 21).

A quantidade de ninfas, que chegou a fase adulta foi menor nas relações N/K - 1/4 com 63 pupários vazios (23% das ninfas) e N/K - 1/8 com 40 pupários vazios (14,8% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença quando comparadas às relações N/K - 1/1 com 107 pupários vazios (39,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 119 pupários vazios (44% das ninfas), N/K - 4/1 com 125 pupários vazios (46,4% das ninfas) e N/K - 8/1 com 131 pupários vazios (48,5% das ninfas) (Tabela 21).

A viabilidade ovo-adulto foi maior nas relações N/K - 2/1 com 40% de viabilidade, N/K - 4/1 com 42% de viabilidade e N/K - 8/1 com 44% de viabilidade. As menores viabilidades de ovo-adulto foram encontradas nas relações N/K - 1/4 com 21% de viabilidade e N/K - 1/8 com 13% de viabilidade. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 90%, em todas as relações. A redução populacional foi maior nas relações N/K - 1/4 com 52% de redução e N/K - 1/8 com 69% de redução; as menores reduções foram encontradas nas relações N/K - 2/1 com 9% de redução, N/K - 4/1 com 5% de redução e N/K - 8/1 sem redução (Tabela 21).

**Tabela 21.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup> %	RP <sup>3</sup> %
	Vivas	Mortas				
Relação N/K - 1/1	83 $\pm$ 9,98 abc <sup>4</sup>	81 $\pm$ 6,38 abc	107 $\pm$ 9,25 cd	29 $\pm$ 1,84 a	36	18
Relação N/K - 2/1	76 $\pm$ 5,85 ab	75 $\pm$ 7,58 ab	119 $\pm$ 8,02 cd	30 $\pm$ 2,17 a	40	9
Relação N/K - 4/1	70 $\pm$ 5,68 a	74 $\pm$ 5,61 ab	125 $\pm$ 8,63 cd	31 $\pm$ 2,10 a	42	5
Relação N/K - 8/1	72 $\pm$ 8,34 a	67 $\pm$ 5,94 a	131 $\pm$ 11,78 d	30 $\pm$ 2,24 a	44	0
Relação N/K - 1/2	97 $\pm$ 8,54 abc	85 $\pm$ 5,91 abc	90 $\pm$ 8,04 bc	28 $\pm$ 2,22 a	30	31
Relação N/K - 1/4	109 $\pm$ 9,18 bc	101 $\pm$ 9,85 bc	63 $\pm$ 7,85 ab	27 $\pm$ 1,70 a	21	52
Relação N/K - 1/8	117 $\pm$ 9,61 c	112 $\pm$ 9,45 c	40 $\pm$ 4,54 a	31 $\pm$ 1,59 a	13	69
<b>C. V. (%)</b>	<b>25,29</b>	<b>25,09</b>	<b>26,06</b>	<b>19,51</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando-se as ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. A relação N/K - 1/8 com 37 ninfas vivas (13,7% das ninfas) foi a que apresentou a maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguida pela a relação N/K - 1/4 com 36 ninfas vivas (13,1% das ninfas); ambas, diferentes das relações N/K - 2/1 com 21 ninfas vivas (7,7% das ninfas), N/K - 4/1 com 19 ninfas vivas (7,0% das ninfas) e N/K - 8/1 com 16 ninfas vivas (5,9% das ninfas) (Tabela 22).

No caso das ninfas vivas de terceiro ínstar, as maiores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/4 com 57 ninfas vivas (20,8% das ninfas) e N/K - 1/8 com 61 ninfas vivas (22,6% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 2/1 com 32 ninfas vivas (11,8% das ninfas), N/K - 4/1 com 22 ninfas vivas (8,1% das ninfas) e N/K - 8/1 com 21 ninfas vivas (7,7% das ninfas). Para as ninfas vivas de quarto ínstar, as menores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/2 com 13 ninfas vivas (4,7% das ninfas), N/K - 1/4 com 16 ninfas vivas (5,8% das ninfas) e N/K - 1/8 com 19 ninfas vivas (7,0% das ninfas). Todas essas relações foram diferentes das relações N/K - 4/1 com 29 ninfas vivas (10,7% das ninfas) e N/K - 8/1 com 35 ninfas vivas (12,9% das ninfas) (Tabela 22).

**Tabela 22.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	25 $\pm$ 3,08 abc <sup>1</sup>	37 $\pm$ 4,19 abc	21 $\pm$ 2,85 abc
2 - Relação N/K - 2/1	21 $\pm$ 2,58 ab	32 $\pm$ 3,86 ab	23 $\pm$ 2,56 bc
3 - Relação N/K - 4/1	19 $\pm$ 1,52 ab	22 $\pm$ 2,59 a	29 $\pm$ 2,28 cd
4 - Relação N/K - 8/1	16 $\pm$ 1,39 a	21 $\pm$ 3,19 a	35 $\pm$ 4,09 d
5 - Relação N/K - 1/2	31 $\pm$ 3,64 bc	53 $\pm$ 4,95 bcd	13 $\pm$ 1,04 a
6 - Relação N/K - 1/4	36 $\pm$ 4,43 c	57 $\pm$ 6,72 cd	16 $\pm$ 0,96 ab
7 - Relação N/K - 1/8	37 $\pm$ 2,73 c	61 $\pm$ 7,06 d	19 $\pm$ 1,48 ab
<b>C. V. (%)</b>	<b>30,91</b>	<b>34,32</b>	<b>28,65</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8, que promoveram a morte de 52 ninfas (19,0% das ninfas) e de 56 ninfas (20,8% das ninfas), respectivamente. Essas relações foram diferentes daquelas que pouco contribuíram para mortalidade de ninfas de primeiro ínstar, N/K - 1/1 com 29 ninfas mortas (10,7% das ninfas), N/K - 2/1 com 21 ninfas mortas (7,7% das ninfas), N/K - 4/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 12 ninfas mortas (4,4% das ninfas) (Tabela 23).

No caso das ninfas mortas de segundo ínstar as que se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos foram aquelas das relações N/K - 1/4 com a mortalidade de 27 ninfas (9,8% das ninfas) e N/K - 1/8 com a mortalidade de 31 ninfas (11,5% das ninfas). As relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de segundo ínstar foram aquelas das relações N/K - 4/1 com 16 ninfas mortas (5,9% das ninfas) e N/K - 8/1 com 12 ninfas mortas (4,4% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8 (Tabela 23).

As relações que promoveram a maior mortalidade de ninfas de quarto ínstar foram N/K - 4/1 com 25 ninfas mortas (9,2% das ninfas) e N/K - 8/1 com 29 ninfas mortas (10,7% das ninfas), ambas, diferentes das relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de quarto ínstar N/K - 1/1 com 13 ninfas mortas (4,7% das ninfas), N/K - 2/1

com 17 ninfas mortas (6,2% das ninfas), N/K - 1/2 com 9 ninfas mortas (3,3% das ninfas), N/K - 1/4 com 7 ninfas mortas (2,5% das ninfas) e N/K - 1/8 com 8 ninfas mortas (2,9% das ninfas) (Tabela 23).

**Tabela 23.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	29 $\pm$ 1,59 bc <sup>1</sup>	21 $\pm$ 2,87 abc	18 $\pm$ 1,56 a	13 $\pm$ 1,46 ab
2 - Relação N/K - 2/1	21 $\pm$ 3,01 ab	17 $\pm$ 1,75 ab	20 $\pm$ 2,09 a	17 $\pm$ 1,74 b
3 - Relação N/K - 4/1	15 $\pm$ 1,49 ab	16 $\pm$ 1,41 a	18 $\pm$ 2,36 a	25 $\pm$ 0,68 c
4 - Relação N/K - 8/1	12 $\pm$ 1,28 a	12 $\pm$ 1,09 a	14 $\pm$ 1,28 a	29 $\pm$ 2,83 c
5 - Relação N/K - 1/2	40 $\pm$ 1,95 cd	22 $\pm$ 2,67 abc	14 $\pm$ 0,96 a	9 $\pm$ 0,80 a
6 - Relação N/K - 1/4	52 $\pm$ 6,35 de	27 $\pm$ 2,29 bc	15 $\pm$ 1,10 a	7 $\pm$ 0,60 a
7 - Relação N/K - 1/8	56 $\pm$ 5,52 e	31 $\pm$ 3,05 c	17 $\pm$ 1,64 a	8 $\pm$ 0,65 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>30,24</b>	<b>31,78</b>	<b>28,39</b>	<b>27,84</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.4 Experimento 4 - Nutrição do tomateiro com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de 34 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica

Após a análise de variância dos dados, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao se comparar a quantidade total de ninfas vivas e a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos quando se compara o total de ninfas mortas e os pupários vazios (Tabela 24).

Comparando-se o total de ninfas vivas, observa-se novamente que as maiores quantidades foram encontradas nas relações N/K - 1/4 com 105 ninfas vivas (38,7% das ninfas) e N/K - 1/8 com 111 ninfas vivas (41,5% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença significativa quando comparadas às relações N/K - 4/1 e N/K - 8/1, ambas, com 65 ninfas vivas (24% das ninfas). Para o total de ninfas mortas, a maior quantidade foi observada na relação N/K - 1/8 com 109 ninfas mortas (40,8% das ninfas), o que a diferenciou das relações N/K - 1/1 com 74 ninfas vivas (27,7% das ninfas), N/K - 2/1 com 71 ninfas vivas (26,4% das ninfas) e N/K - 8/1 com 65 ninfas vivas (24% das ninfas) (Tabela 24).

A quantidade de ninfas que chegou a fase adulta foi menor nas relações N/K - 1/4 com 70 pupários vazios (25,8% das ninfas) e N/K - 1/8 com 47 pupários vazios (17,6% das ninfas). Essas relações apresentaram diferença significativa quando comparadas às relações N/K - 1/1 com 112 pupários vazios (41,9% das ninfas), N/K - 2/1 com 125 pupários vazios (46,6% das ninfas), N/K - 4/1 com 129 pupários vazios (47,7% das ninfas) e N/K - 8/1 com 140 pupários vazios (51,8% das ninfas) (Tabela 24).

A viabilidade ovo-adulto foi maior nas relações N/K - 1/1 com 37% de viabilidade, N/K - 2/1 com 42% de viabilidade, N/K - 4/1 com 43% de viabilidade e N/K - 8/1 com 47% de viabilidade. As menores viabilidades de ovo-adulto foram encontradas nas relações N/K - 1/4 com 23% de viabilidade e N/K - 1/8 com 16% de viabilidade. A viabilidade dos ovos de *B. tabaci* biótipo B foi em torno de 90%, em todas as relações. A redução populacional foi maior nas relações N/K - 1/4 com 50% de redução e N/K - 1/8 com 66% de redução; as menores reduções foram encontradas nas relações N/K - 2/1 com 11% de redução, N/K - 4/1 com 8% de redução e N/K - 8/1 sem redução (Tabela 24).

**Tabela 24.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Relação N/K - 1/1	81 $\pm$ 7,04 abc <sup>4</sup>	74 $\pm$ 7,76 a	112 $\pm$ 11,14 cd	33 $\pm$ 2,27 a	37	20
Relação N/K - 2/1	72 $\pm$ 4,23 ab	71 $\pm$ 6,59 a	125 $\pm$ 8,55 cd	32 $\pm$ 2,13 a	42	11
Relação N/K - 4/1	65 $\pm$ 5,29 a	76 $\pm$ 7,02 ab	129 $\pm$ 9,62 cd	30 $\pm$ 2,67 a	43	8
Relação N/K - 8/1	65 $\pm$ 4,00 a	65 $\pm$ 4,41 a	140 $\pm$ 8,76 d	30 $\pm$ 2,41 a	47	0
Relação N/K - 1/2	92 $\pm$ 9,78 abc	84 $\pm$ 8,65 ab	95 $\pm$ 12,02 bc	29 $\pm$ 2,04 a	32	32
Relação N/K - 1/4	105 $\pm$ 11,48 bc	96 $\pm$ 7,46 ab	70 $\pm$ 6,85 ab	29 $\pm$ 3,21 a	23	50
Relação N/K - 1/8	111 $\pm$ 11,00 c	109 $\pm$ 10,67 b	47 $\pm$ 9,43 a	33 $\pm$ 2,70 a	16	66
<b>C. V. (%)</b>	<b>29,18</b>	<b>26,22</b>	<b>26,38</b>	<b>20,42</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando-se as ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. A relação N/K - 1/8 com 34 ninfas vivas (12,7% das ninfas) foi a que apresentou a maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar, sendo seguida pela a relação N/K - 1/4 com 33 ninfas vivas (12,1% das ninfas), ambas, diferentes das relações N/K - 4/1 com 18 ninfas vivas (6,6% das ninfas) e N/K - 8/1 com 15 ninfas vivas (5,5% das ninfas) (Tabela 25).

No caso das ninfas vivas de terceiro ínstar, as maiores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/2 com 49 ninfas vivas (18,0% das ninfas), N/K - 1/4 com 54 ninfas vivas (19,9% das ninfas) e N/K - 1/8 com 56 ninfas vivas (20,9% das ninfas). Todas essas relações foram diferentes das relações N/K - 1/1 com 28 ninfas vivas (10,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 26 ninfas vivas (9,7% das ninfas), N/K - 4/1 com 19 ninfas vivas (7,0% das ninfas) e N/K - 8/1 com 19 ninfas vivas (7,0 % das ninfas) (Tabela 25).

Para as ninfas vivas de quarto ínstar, as menores quantidades foram observadas nas relações N/K - 1/2 com 15 ninfas vivas (5,5% das ninfas) e N/K - 1/4 com 18 ninfas vivas (6,6% das ninfas). Essas relações foram diferentes da relação N/K - 8/1 com 31 ninfas vivas (11,4% das ninfas), que apresentou maior quantidade de ninfas vivas de quarto ínstar (Tabela 25).

**Tabela 25.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	26 $\pm$ 2,55 abc <sup>1</sup>	28 $\pm$ 2,19 a	27 $\pm$ 2,66 bc
2 - Relação N/K - 2/1	22 $\pm$ 2,38 abc	26 $\pm$ 1,60 a	24 $\pm$ 1,51 abc
3 - Relação N/K - 4/1	18 $\pm$ 1,59 ab	19 $\pm$ 1,09 a	28 $\pm$ 2,85 bc
4 - Relação N/K - 8/1	15 $\pm$ 1,27 a	19 $\pm$ 1,15 a	31 $\pm$ 2,56 c
5 - Relação N/K - 1/2	28 $\pm$ 3,05 bc	49 $\pm$ 5,48 b	15 $\pm$ 1,63 a
6 - Relação N/K - 1/4	33 $\pm$ 3,70 c	54 $\pm$ 6,26 b	18 $\pm$ 2,43 ab
7 - Relação N/K - 1/8	34 $\pm$ 3,87 c	56 $\pm$ 6,32 b	21 $\pm$ 2,65 abc
<b>C. V. (%)</b>	<b>32,86</b>	<b>34,7</b>	<b>29,48</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos das relações N/K - 1/4 e N/K - 1/8, que promoveram a morte de 42 ninfas (15,4% das ninfas) e de 49 ninfas (18,3% das ninfas), respectivamente. Essas relações foram diferentes das relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de primeiro ínstar, N/K - 1/1 com 28 ninfas mortas (10,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 20 ninfas mortas (7,4% das ninfas), N/K -

4/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas) e N/K - 8/1 com 11 ninfas mortas (4,0% das ninfas) (Tabela 26).

No caso das ninfas mortas de segundo ínstar as que se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos foram aquelas da relação N/K - 1/8 com a mortalidade de 33 ninfas (12,3% das ninfas). Essa relação foi diferente das relações que menos influenciaram a mortalidade de ninfas de segundo ínstar, N/K - 1/1 com 20 ninfas mortas (7,4% das ninfas), N/K - 2/1 com 17 ninfas mortas (6,3% das ninfas), N/K - 4/1 com 18 ninfas mortas (6,6% das ninfas) e N/K - 8/1 com 12 ninfas mortas (4,4% das ninfas) (Tabela 26).

As relações que promoveram a maior mortalidade de ninfas de quarto ínstar foram N/K - 4/1 com 22 ninfas mortas (8,1% das ninfas) e N/K - 8/1 com 27 ninfas mortas (10,0% das ninfas). Essas relações foram diferentes das relações N/K - 1/1 com 10 ninfas mortas (3,7% das ninfas), N/K - 2/1 com 15 ninfas mortas (5,5% das ninfas), N/K - 1/2 com 7 ninfas mortas (2,5% das ninfas), N/K - 1/4 com 9 ninfas mortas (3,3% das ninfas) e N/K - 1/8 com 9 ninfas mortas (3,3% das ninfas) (Tabela 26).

**Tabela 26.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes relações nitrogênio/potássio, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias e solo com 15 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
1 - Relação N/K - 1/1	28 $\pm$ 3,42 bc <sup>1</sup>	20 $\pm$ 2,09 abc	16 $\pm$ 1,58 a	10 $\pm$ 0,93 ab
2 - Relação N/K - 2/1	20 $\pm$ 1,71 ab	17 $\pm$ 1,54 ab	19 $\pm$ 2,11 a	15 $\pm$ 2,36 b
3 - Relação N/K - 4/1	15 $\pm$ 0,96 ab	18 $\pm$ 1,56 abc	21 $\pm$ 3,10 a	22 $\pm$ 1,84 c
4 - Relação N/K - 8/1	11 $\pm$ 0,85 a	12 $\pm$ 1,30 a	15 $\pm$ 1,39 a	27 $\pm$ 1,71 c
5 - Relação N/K - 1/2	37 $\pm$ 4,08 cd	23 $\pm$ 2,76 bcd	17 $\pm$ 1,39 a	7 $\pm$ 0,80 a
6 - Relação N/K - 1/4	42 $\pm$ 3,94 d	28 $\pm$ 2,71 cd	17 $\pm$ 1,10 a	9 $\pm$ 0,76 ab
7 - Relação N/K - 1/8	49 $\pm$ 4,93 d	33 $\pm$ 3,79 d	18 $\pm$ 1,43 a	9 $\pm$ 1,04 ab
<b>C. V. (%)</b>	<b>31,28</b>	<b>32,49</b>	<b>29,19</b>	<b>28,12</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, nos experimentos 1, 2, 3 e 4, segundo cada relação N/K utilizada, foi muito semelhante, demonstrando coerência entre os resultados obtidos em cada experimento. A diferença de dez dias na idade das mudas de tomateiro, utilizadas durante o transplante, associada com a diferença de 7 g dm<sup>-3</sup>

no teor de matéria orgânica do solo utilizado nos experimentos, parecem não influenciar o desenvolvimento das ninfas.

Porém, observando nos experimentos, as quantidades de ninfas vivas, de ninfas mortas e pupários vazios, foi possível perceber, que nos tratamentos do experimento 3 (mudas transplantadas com 24 dias e teor de matéria orgânica do solo de  $15 \text{ g dm}^{-3}$ ), o desenvolvimento das ninfas pode ter sido prejudicado. Nos tratamentos do experimento 2 (mudas transplantadas com 34 dias e teor de matéria orgânica do solo de  $8 \text{ g dm}^{-3}$ ), é provável que o desempenho das ninfas tenha sido melhor. A pequena diferença nos resultados, observada entre os experimentos, pode sinalizar um provável efeito deletério no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, já que houve uma redução da viabilidade ovo-adulto (Tabelas 15, 18, 21 e 24), quando mudas de tomateiro são transplantadas mais novas e quando o teor de matéria orgânica no solo aumenta. No entanto, essas diferenças observadas entre os experimentos, não foram avaliadas estatisticamente, pois, os experimentos não foram conduzidos em esquema fatorial.

Segundo relatos de alguns autores (Chaboussou, 1987; Paschoal, 1988; Bonilla, 1992; Primavesi, 2002), a matéria orgânica do solo induz na planta a produção de vários tipos de compostos que as tornam resistentes a diversos tipos de pragas. Por isso, somado aos efeitos de uma adubação com uma relação N/K adequada, o aumento do teor de matéria orgânica do solo, nos cultivos de tomateiro, poderá induzir na planta a produção de compostos prejudiciais ou sem valor nutricional, interferindo diretamente no desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Essa produção de compostos está relacionada ao fato dessa matéria orgânica regular a quantidade de nutrientes absorvidos pelas raízes das plantas, ou seja, os nutrientes são absorvidos na medida em que são requeridos para crescimento e desenvolvimento normal das plantas, tornando-as fisiologicamente equilibradas. O inverso, a absorção exagerada de nutrientes pelas plantas, sem intermediação da matéria orgânica do solo, desencadeia uma produção exagerada de aminoácidos, o que estimula o ataque e manutenção de pragas.

Para alguns autores (CFSG, 1988; Venegas et al., 1999; Carvalho et al., 2004), os teores de matéria orgânica abaixo de  $20 \text{ g dm}^{-3}$ , são considerados baixo. Fontes (2000) recomenda o cultivo de tomateiro em solos com teor de matéria orgânica em torno de  $30 \text{ g dm}^{-3}$ . Porém, nos experimentos, foram utilizados solos com teores de matéria orgânica de  $8 \text{ g dm}^{-3}$  e  $15 \text{ g dm}^{-3}$ , teores estes, bem abaixo do mínimo recomendado para o cultivo do

tomateiro. Esse procedimento foi adotado, porque, se fossem utilizados solos com teores mais elevados de matéria orgânica, o efeito das diferentes relações N/K, no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, ficaria mascarado pelo efeito da matéria orgânica do solo, que além de atuar como reguladora da absorção dos nutrientes, também, atuaria como fornecedora de nutrientes as plantas, inclusive de nitrogênio e potássio. Dessa forma, com a diferença de  $7 \text{ g dm}^{-3}$ , no teor de matéria orgânica do solo, entre os experimentos, foi possível perceber que solos com teores mais elevados de matéria orgânica podem ser capazes de induzir nas plantas algum tipo de resistência ao desenvolvimento dessas ninfas.

Nos experimentos, após 21 dias da infestação, foi possível notar que conforme o teor de potássio aumentava nas adubações das plantas, maior era a quantidade de ninfas vivas e ninfas mortas e conseqüentemente, menor era a quantidade de ninfas que chegavam à fase adulta, indicando provavelmente a ocorrência de algum efeito deletério no desenvolvimento das ninfas que se alimentavam nessas plantas. Portanto, a relação N/K - 1/8, com a maior dose de potássio, foi a que menos contribuiu para o desenvolvimento dessas ninfas, quando comparada às outras relações N/K, especialmente a relação N/K - 8/1.

Ao analisar o total de ninfas vivas, segundo cada estágio ninfal, é possível evidenciar melhor esse efeito adverso na biologia de *B. tabaci* biótipo B, pois, na relação N/K - 1/8, a quantidade de ninfas vivas era maior no segundo e terceiro ínstar e menor no quarto ínstar. Os autores Salas & Mendoza (1995), observaram que em folhas de tomateiro, o ciclo de vida de ovo a adulto, de *B. tabaci* é de 22,3 dias, em temperatura de 25°C e umidade relativa de 65%. Nos experimentos, a temperatura média foi de 30°C e a umidade relativa de 50%, ou seja, esperava-se que nessas condições, ao final dos 21 dias da infestação, quase todas as ninfas de *B. tabaci* biótipo B tivessem passado para a fase adulta, ou pelo menos estivessem no quarto estágio ninfal, porém, não foi o que ocorreu, pois, do total de ninfas vivas, apenas 22% eram de quarto ínstar no experimento 1; 24,2% no experimento 2; 16,2% no experimento 3 e; 18,9% no experimento 4. Portanto, as afirmações, de França et al. (2000), de que, em períodos secos e quentes o desenvolvimento desse inseto é favorecido, não se aplicam ao tratamento com a relação N/K - 1/8.

Ao analisar o total de ninfas mortas, segundo cada estágio ninfal, é possível evidenciar também esse efeito adverso na biologia de *B. tabaci* biótipo B, quando as ninfas

são submetidas ao tratamento com a relação N/K - 1/8. Na ocasião, a quantidade de ninfas mortas foi maior no primeiro ínstar e menor no quarto ínstar, indicando que as plantas dessa relação, provavelmente, não ofereceram condições básicas para a sobrevivência das ninfas, levando-as a morte já no primeiro estágio.

Segundo Byrne & Bellows Junior (1991), a mortalidade das ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci* tem sido atribuída a várias características das plantas, incluindo espessura da cutícula e fatores nutricionais. Sabe-se, também, que as ninfas de primeiro ínstar são as mais frágeis e sensíveis aos fatores adversos do meio. Portanto, a maior mortalidade de ninfas observada no primeiro estágio ninfal, do tratamento com a relação N/K - 1/8 indica que o ambiente ao qual elas estavam submetidas, não oferecia condições básicas para a sua sobrevivência, levando-as a morte. Além disso, essa relação foi a que menos contribuiu para o desenvolvimento dessas ninfas, pois, apenas 19,7% das ninfas conseguiram chegar à fase adulta no experimento 1; no experimento 2 foram 22% das ninfas; no experimento 3 foram 14,8% das ninfas e; no experimento 4 foram 17,6% das ninfas.

Considerando também os ovos de *B. tabaci* biótipo B, com a avaliação da viabilidade ovo-adulto, após 21 dias da marcação ou separação dos ovos do inseto, percebe-se uma pequena variação nos valores apresentados anteriormente. A relação N/K - 1/8 apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 18% no experimento 1; 20% no experimento 2; 13% no experimento 3 e; 16% no experimento 4, em temperatura média de 30°C. Esses valores de viabilidade ficaram bem abaixo dos 60,2% encontrado por Tsai & Wang (1996), em tomateiro, na temperatura de 25°C, em laboratório.

Por ter interferido na biologia dos insetos, provavelmente alongando a fase de ninfa e causando uma mortalidade maior de ninfas, além de reduzir a viabilidade ovo-adulto, o tratamento com a relação N/K - 1/8, utilizando 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 560 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na adubação das plantas, pode ter induzido nessas plantas resistência por antibiose. Além disso, essa reduzida viabilidade ovo-adulto teve efeito direto na redução populacional do inseto, sendo de 64% no experimento 1; 62% no experimento 2; 69% no experimento 3 e; 66% no experimento 4. Na relação N/K - 1/4 foi observado efeito semelhante ao da relação N/K - 1/8, no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Esse efeito negativo observado no desenvolvimento das ninfas da relação N/K - 1/8 pode ter ocorrido porque, na planta o potássio ativa certas enzimas responsáveis pela síntese de proteínas, ou seja, na presença desse elemento, os aminoácidos produzidos na seiva são rapidamente ligados, pelas enzimas, a cadeias protéicas para formação dos diversos tipos de proteínas, requeridas na produção de compostos estruturais ou funcionais nas plantas. Quando esse processo ocorre plenamente, uma pequena quantidade de aminoácidos livres circula na seiva das plantas, reduzindo-se, portanto, o ataque dos insetos que se alimentam desses nutrientes (Gliessman, 2001; Parra, 2009).

No caso de sugadores especializados em se alimentar de xilema ou de floema, essas moléculas mais simples constituem o maior ou o único nutriente utilizado em sua dieta (Parra, 1991, 2009). Isso porque, esses insetos são desprovidos de proteases, ou possuem uma quantidade reduzida dessas enzimas digestivas; nos hemípteros, por exemplo, só existem duas enzimas associadas à digestão de proteínas a catepsina L e a catepsina D, ambas, com baixa atividade proteolítica (Terra, 1991; Terra & Ferreira, 2009).

Portanto, no caso de insetos sugadores, como a *B. tabaci* biótipo B, é necessário que na seiva das plantas exista uma quantidade suficiente de aminoácidos livres, para que o inseto complete seu ciclo, caso contrário, sob restrições alimentares, as ninfas, por exemplo, terão dificuldades em assimilar ou metabolizar os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento e vários efeitos adversos serão observados na sua biologia.

Nas relações favoráveis ao nitrogênio, N/K - 4/1 e N/K - 8/1, a quantidade de ninfas vivas era maior no quarto ínstar e menor no segundo ínstar, demonstrando que elas podem ter sido favorecidas nutricionalmente. Fato semelhante foi observado, com a mortalidade das ninfas, onde, a maior quantidade de ninfas mortas era de quarto ínstar e a menor de primeiro ínstar. Mesmo tendo ocorrido à morte de ninfas, elas não foram tão eficientes, nessas relações, isso porque, uma percentagem maior de ninfas conseguiu chegar ao quarto ínstar e, conseqüentemente, causaram nas plantas uma maior debilidade, principalmente, quando comparadas às relações, cuja mortalidade de ninfas, ocorreu em sua maioria no primeiro ínstar.

Ainda, considerando as relações N/K favoráveis ao nitrogênio, foi constatado que, quando o teor de nitrogênio aumentava nas adubações das plantas, a quantidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B que chegavam ao final dessa fase e se tornavam adultas, também aumentava, proporcionando um desempenho melhor das ninfas submetidas a plantas adubadas com altos teores de nitrogênio e baixos de potássio. Na relação N/K - 8/1,

cerca de 55,3% das ninfas do tratamento conseguiram chegar à fase adulta no experimento 1; no experimento 2 foram 57,2% das ninfas; no experimento 3 foram 48,5% das ninfas e; no experimento 4 foram 51,8% das ninfas.

Esse aumento na quantidade de nitrogênio utilizado nas adubações das plantas, também influenciou a viabilidade ovo-adulto de *B. tabaci* biótipo B, bem como a redução populacional, ou seja, quanto maior a quantidade de nitrogênio, maior era a viabilidade ovo-adulto e menor era a redução populacional. A maior viabilidade ovo-adulto foi observada na relação N/K - 8/1, cerca de 50% no experimento 1; 51% no experimento 2; 44% no experimento 3 e; 47% no experimento 4. Em experimento realizado por Bi et al. (2005), na cultura do algodoeiro, para avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio no solo sobre o comportamento de *B. tabaci* biótipo B, foi verificado que doses mais altas de nitrogênio favorecem o desenvolvimento do inseto, resultando em níveis populacionais mais elevados, principalmente em algodão precoce.

Dessa forma, plantas adubadas segundo a relação N/K - 8/1, com a adição de 560 kg ha<sup>-1</sup> de N, 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, ao solo, podem ter sido induzidas, a produzirem compostos nutricionalmente favoráveis ao desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B. Provavelmente as plantas continham na seiva altos teores de aminoácidos e açúcares redutores. A relação N/K - 4/1 causou efeito semelhante à relação N/K - 8/1, no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Os resultados obtidos com os experimentos, testando diferentes relações N/K, demonstram até certo ponto, como funciona a “teoria da trofobiose” de Chaboussou (1987). Teoria essa que se fundamenta no conceito que “todo ser vivo só sobrevive se houver alimento adequado e disponível para ele”. Portanto, pela quantidade de ninfas que ainda estavam vivas e pela mortalidade observada, após 21 dias da infestação, infere-se que, nas relações com maior teor de potássio, provavelmente o alimento não estava disponível ou era inadequado.

Segundo esse mesmo autor, plantas fisiologicamente equilibradas, possuem uma quantidade reduzida de alimento assimilável, e, portanto, dificilmente são atacadas por pragas, principalmente as sugadoras. Plantas que possuem teores mais elevados de potássio, também são pouco atacadas por esse tipo de praga. Porém, utilizando somente os resultados desses experimentos, não é possível afirmar que as plantas dos tratamentos com menor teor de nitrogênio e maior teor de potássio atingiram o equilíbrio fisiológico, proporcionando resistência às ninfas de *B. tabaci* biótipo B, isso porque, durante a

realização dos experimentos algumas análises, como a da seiva das plantas, não foram realizadas.

Além do mais, os experimentos teriam que ser conduzidos a campo, analisando-se as diversas interações entre microrganismos, macronutrientes, micronutrientes, matéria orgânica entre outros, que normalmente ocorrem nesse ambiente de produção altamente complexo. Portanto, mesmo sem essas análises e não desmerecendo, por menos, os resultados obtidos com esses experimentos, tem-se um caminho a ser percorrido na busca de métodos de controle de *B. tabaci* biótipo B, mais racionais e menos impactantes para as pessoas e para o meio ambiente.

#### 4.3 NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE NINFAS DE *B. tabaci* (GENN.) BIÓTIPO B

##### 4.3.1 Experimento 1 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 24 dias

Após a análise de variância dos dados não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos, quando se compara o total de ninfas vivas e a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos ao se comparar o total de ninfas mortas e os pupários (exúvias do quarto ínstar) vazios (Tabela 27).

Considerando o total de ninfas mortas, o tratamento esterco de galinha com 127 ninfas mortas (45,3% das ninfas) promoveu a maior mortalidade de ninfas e foi diferente dos tratamentos esterco de minhoca com 82 ninfas mortas (29,1% das ninfas) e torta de algodão com 74 ninfas mortas (26,2% das ninfas). A quantidade de ninfas que chegaram à fase adulta, considerando-se os “pupários” vazios, foi maior nos tratamentos esterco de minhoca com 147 pupários vazios (52,3% das ninfas) e torta de algodão com 155 pupários vazios (54,9% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento esterco de galinha com 91 pupários vazios (32,5% das ninfas) (Tabela 27).

A viabilidade ovo-adulto foi maior nos tratamentos esterco de minhoca com 49% de viabilidade e torta de algodão com 52% de viabilidade. No tratamento esterco de galinha essa viabilidade foi menor em torno de 30%. A viabilidade dos ovos foi acima de

90%, em todos os tratamentos. No tratamento esterco de galinha ocorreu a maior redução populacional, cerca de 41%. No tratamento esterco de minhoca essa redução populacional foi de 5% e no tratamento torta de algodão essa redução não ocorreu (Tabela 27).

**Tabela 27.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Esterco de galinha	62 $\pm$ 7,09 a <sup>4</sup>	127 $\pm$ 12,50 b	91 $\pm$ 11,82 a	20 $\pm$ 1,46 a	30	41
Esterco de minhoca	52 $\pm$ 3,98 a	82 $\pm$ 8,64 a	147 $\pm$ 12,59 b	19 $\pm$ 1,77 a	49	5
Torta de algodão	53 $\pm$ 4,31 a	74 $\pm$ 5,65 a	155 $\pm$ 10,18 b	18 $\pm$ 1,15 a	52	0
Torta de mamona	55 $\pm$ 5,94 a	95 $\pm$ 7,53 ab	133 $\pm$ 12,65 ab	17 $\pm$ 1,10 a	44	14
Mistura dos adubos	56 $\pm$ 3,90 a	104 $\pm$ 7,13 ab	121 $\pm$ 10,55 ab	19 $\pm$ 1,07 a	40	22
<b>C. V. (%)</b>	<b>28,01</b>	<b>26,75</b>	<b>27,71</b>	<b>19,99</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação às ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. As maiores quantidades de ninfas vivas de segundo ínstar foram observadas nos tratamentos esterco de galinha com 28 ninfas vivas (10% das ninfas) e mistura dos adubos com 24 ninfas vivas (8,5% das ninfas). Esses tratamentos foram diferentes dos tratamentos esterco de minhoca com 9 ninfas vivas (3,2% das ninfas), torta de algodão com 8 ninfas vivas (2,8% das ninfas) e torta de mamona com 10 ninfas vivas (3,5% das ninfas) (Tabela 28).

**Tabela 28.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Esterco de galinha	28 $\pm$ 3,70 b <sup>1</sup>	25 $\pm$ 3,05 c	9 $\pm$ 0,71 a
Esterco de minhoca	9 $\pm$ 0,78 a	18 $\pm$ 1,10 abc	25 $\pm$ 2,46 bc
Torta de algodão	8 $\pm$ 0,65 a	16 $\pm$ 1,25 ab	29 $\pm$ 3,16 c
Torta de mamona	10 $\pm$ 0,76 a	24 $\pm$ 2,65 bc	21 $\pm$ 3,44 bc
Mistura dos adubos	24 $\pm$ 2,74 b	15 $\pm$ 1,04 a	17 $\pm$ 1,16 ab
<b>C. V. (%)</b>	<b>35,67</b>	<b>30,26</b>	<b>35,27</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No caso das ninfas vivas de terceiro ínstar, os tratamentos torta de algodão com 16 ninfas vivas (5,6% das ninfas) e mistura dos adubos com 15 ninfas vivas (5,3% das ninfas) apresentaram as menores quantidades, sendo, diferentes do tratamento esterco de galinha com 25 ninfas vivas (8,9% das ninfas). Para as ninfas vivas de quarto ínstar (“pupários”) os tratamentos com as maiores quantidades foram esterco minhoca com 25 ninfas vivas (8,8% das ninfas), torta de algodão com 29 ninfas vivas (10,2% das ninfas) e torta de mamona com 21 ninfas vivas (7,4% das ninfas), todos, diferentes do tratamento esterco de galinha com 9 ninfas vivas (3,2% das ninfas) (Tabela 28).

Considerando à mortalidade de ninfas foi possível detectar diferenças entre os tratamentos quando se compara as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B; em relação às ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. Para as ninfas mortas de primeiro ínstar os tratamentos esterco minhoca com 13 ninfas mortas (4,6% das ninfas), torta de algodão com 11 ninfas mortas (3,9% das ninfas) e torta de mamona com 20 ninfas mortas (7,0% das ninfas) apresentaram as menores mortalidades, além de serem diferentes dos tratamentos esterco de galinha com 47 ninfas mortas (16,7% das ninfas) e mistura dos adubos com 38 ninfas mortas (13,5% das ninfas) (Tabela 29).

**Tabela 29.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Esterco de galinha	47 $\pm$ 5,68 b <sup>1</sup>	37 $\pm$ 5,21 c	29 $\pm$ 3,08 a	14 $\pm$ 1,04 a
Esterco de minhoca	13 $\pm$ 1,16 a	16 $\pm$ 1,39 a	24 $\pm$ 3,27 a	29 $\pm$ 4,38 b
Torta de algodão	11 $\pm$ 0,94 a	17 $\pm$ 1,49 ab	19 $\pm$ 1,94 a	27 $\pm$ 2,70 b
Torta de mamona	20 $\pm$ 1,88 a	19 $\pm$ 1,85 ab	30 $\pm$ 3,53 a	26 $\pm$ 2,66 b
Mistura dos adubos	38 $\pm$ 3,77 b	29 $\pm$ 2,56 bc	24 $\pm$ 3,14 a	13 $\pm$ 1,04 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>36,62</b>	<b>35,29</b>	<b>32,42</b>	<b>36,05</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O tratamento esterco de galinha com 37 ninfas mortas (13,2% das ninfas) promoveu a maior mortalidade de ninfas de segundo ínstar e foi diferente do tratamento esterco de minhoca com 16 ninfas mortas (5,6% das ninfas). Para as ninfas mortas de quarto ínstar, os tratamentos que promoveram as menores mortalidades foram esterco de galinha com 14 ninfas mortas (5,0% das ninfas) e mistura dos adubos com 13 ninfas

mortas (4,6% das ninfas), ambos, diferentes dos tratamentos esterco de minhoca com 29 ninfas mortas (10,3% das ninfas), torta de algodão com 27 ninfas mortas (9,5% das ninfas) e torta de mamona com 26 ninfas mortas (9,1% das ninfas) (Tabela 29).

#### 4.3.2 Experimento 2 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de 34 dias

Na Tabela 30 pode ser observada a quantidade total de ninfas vivas, de ninfas mortas, pupários vazios e ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B segundo cada tratamento. Assim como ocorreu no experimento anterior, onde foram utilizadas mudas de tomateiro com 24 dias, para o transplante, não houve nenhuma diferença entre os tratamentos ao se comparar o total de ninfas vivas e a quantidade de ovos inviáveis.

Novamente, para o total de ninfas mortas, a maior quantidade foi observada no tratamento esterco de galinha com 125 ninfas mortas (44,1% das ninfas), além de ter apresentado diferença em relação aos tratamentos esterco de minhoca com 79 ninfas mortas (28% das ninfas) e torta de algodão com 71 ninfas mortas (25% das ninfas). A quantidade de ninfas que chegaram à fase adulta foi maior nos tratamentos esterco de minhoca com 155 pupários vazios (54,9% das ninfas) e torta de algodão com 162 pupários vazios (57,2% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento esterco de galinha com 99 pupários vazios (34,9% das ninfas) (Tabela 30).

**Tabela 30.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Esterco de galinha	59 $\pm$ 7,44 a <sup>4</sup>	125 $\pm$ 12,19 b	99 $\pm$ 10,32 a	17 $\pm$ 1,09 a	33	39
Esterco de minhoca	48 $\pm$ 4,62 a	79 $\pm$ 6,91 a	155 $\pm$ 12,01 b	18 $\pm$ 1,22 a	52	4
Torta de algodão	50 $\pm$ 4,63 a	71 $\pm$ 7,02 a	162 $\pm$ 11,55 b	17 $\pm$ 1,00 a	54	0
Torta de mamona	51 $\pm$ 5,18 a	90 $\pm$ 7,95 ab	141 $\pm$ 13,58 ab	18 $\pm$ 1,28 a	47	13
Mistura dos adubos	54 $\pm$ 5,34 a	98 $\pm$ 10,03 ab	128 $\pm$ 15,81 ab	20 $\pm$ 1,89 a	43	21
<b>C. V. (%)</b>	<b>29,26</b>	<b>29,78</b>	<b>27,82</b>	<b>22,41</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A viabilidade ovo-adulto foi maior, novamente, nos tratamentos esterco de minhoca com 52% de viabilidade e torta de algodão com 54% de viabilidade. O tratamento

esterco de galinha apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, em torno de 33%. A viabilidade dos ovos foi acima de 90%, em todos os tratamentos. No tratamento esterco de galinha ocorreu a maior redução populacional, cerca de 39%. No tratamento esterco de minhoca essa redução populacional foi de 4% e no tratamento torta de algodão essa redução não ocorreu (Tabela 30).

Analisando as ninfas vivas de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos; em relação às ninfas vivas de terceiro ínstar, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Nos tratamentos esterco de galinha com 29 ninfas vivas (10,2% das ninfas) e mistura dos adubos com 21 ninfas vivas (7,5% das ninfas) foram observadas as maiores quantidades de ninfas vivas de segundo ínstar. Ambos, diferentes dos tratamentos esterco de minhoca com 11 ninfas vivas (3,9% das ninfas), torta de algodão com 10 ninfas vivas (3,5% das ninfas) e torta de mamona com 11 ninfas vivas (3,9% das ninfas) (Tabela 31).

As maiores quantidades de ninfas vivas de quarto ínstar foram observadas nos tratamentos esterco de minhoca com 23 ninfas vivas (8,1% das ninfas), torta de algodão com 23 ninfas vivas (8,1% das ninfas) e torta de mamona com 19 ninfas vivas (6,7% das ninfas). Todos esses tratamentos foram diferentes do tratamento esterco de galinha com 9 ninfas vivas (3,1% das ninfas) (Tabela 31).

**Tabela 31.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Esterco de galinha	29 $\pm$ 3,93 b <sup>1</sup>	21 $\pm$ 3,15 a	9 $\pm$ 0,94 a
Esterco de minhoca	11 $\pm$ 1,00 a	14 $\pm$ 1,25 a	23 $\pm$ 2,93 b
Torta de algodão	10 $\pm$ 0,89 a	17 $\pm$ 1,54 a	23 $\pm$ 3,42 b
Torta de mamona	11 $\pm$ 0,89 a	21 $\pm$ 3,37 a	19 $\pm$ 1,69 b
Mistura dos adubos	21 $\pm$ 2,99 b	16 $\pm$ 1,51 a	17 $\pm$ 1,10 ab
<b>C. V. (%)</b>	<b>37,75</b>	<b>35,23</b>	<b>36,84</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação à mortalidade de ninfas foi possível detectar diferenças entre os tratamentos ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B; para as ninfas mortas de terceiro ínstar, não houve diferença entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis

aos efeitos negativos dos tratamentos esterco de galinha e mistura dos adubos, que promoveram a morte de 40 ninfas (14,1% das ninfas) e de 34 ninfas (12,1% das ninfas), respectivamente. Esses dois tratamentos foram diferentes dos tratamentos esterco de minhoca com 10 ninfas mortas (3,5% das ninfas) e torta de algodão com 9 ninfas mortas (3,5% das ninfas) (Tabela 32).

As ninfas de segundo ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos do tratamento esterco de galinha, que induziu a mortalidade de 39 ninfas (13,7% das ninfas), sendo, dessa forma, diferente dos tratamentos esterco de minhoca com a mortalidade de 17 ninfas (6,0% das ninfas), torta de algodão com a mortalidade de 17 ninfas (6,0% das ninfas) e torta de mamona com a mortalidade de 22 ninfas (7,8% das ninfas). Para as ninfas mortas de quarto ínstar os tratamentos esterco de galinha com 15 ninfas mortas (5,3% das ninfas) e mistura dos adubos com 12 ninfas mortas (4,2% das ninfas) promoveram as menores mortalidades, quando comparados ao tratamento esterco de minhoca com 27 ninfas mortas (9,5% das ninfas) (Tabela 32).

**Tabela 32.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem orgânica, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Esterco de galinha	40 $\pm$ 4,48 c <sup>1</sup>	39 $\pm$ 4,72 b	31 $\pm$ 3,98 a	15 $\pm$ 1,09 ab
Esterco de minhoca	10 $\pm$ 0,96 a	17 $\pm$ 1,34 a	25 $\pm$ 2,70 a	27 $\pm$ 3,34 c
Torta de algodão	9 $\pm$ 0,78 a	17 $\pm$ 1,46 a	21 $\pm$ 2,70 a	24 $\pm$ 3,57 bc
Torta de mamona	25 $\pm$ 3,20 b	22 $\pm$ 2,38 a	20 $\pm$ 1,65 a	23 $\pm$ 2,43 bc
Mistura dos adubos	34 $\pm$ 3,57 bc	29 $\pm$ 4,02 ab	23 $\pm$ 3,48 a	12 $\pm$ 0,91 a
<b>C. V. (%)</b>	<b>37,27</b>	<b>37,02</b>	<b>37,32</b>	<b>37,36</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados observados segundo cada tratamento do experimento 1 foram compatíveis com aqueles, correspondentes, do experimento 2, demonstrando coerência entre os resultados obtidos em cada experimento, em relação ao desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B. Assim sendo, o experimento 2 (Tabelas 30, 31 e 32), confirma o experimento 1 (Tabelas 27, 28 e 29), e vice-versa. Nesse caso, a diferença de dez dias na idade das mudas de tomateiro, utilizadas na ocasião do transplante, parece não exercer nenhuma influência negativa no desenvolvimento das ninfas. Mesmo assim, ao observar, nos dois experimentos, as quantidades de ninfas vivas, de ninfas mortas e

pupários vazios, foi possível perceber, que no experimento 1, utilizando mudas mais novas (transplantadas com 24 dias), o desenvolvimento das ninfas foi um pouco prejudicado. No experimento 2, utilizando mudas mais velhas (transplantadas com 34 dias), as ninfas podem ter sido mais favorecidas no seu desenvolvimento. Por não se tratar de experimentos em esquema fatorial o efeito da idade das mudas, não foi levado em conta, durante a análise dos dados.

Considerando-se o total de ninfas vivas, nos dois experimentos (Tabelas 27 e 30), a uma temperatura média de 29°C e umidade relativa de 55%, percebe-se que não houve diferenças entre os tratamentos, porém, quando esse total é analisado segundo cada estágio ninfal que o formou, as diferenças entre os tratamentos, ficam evidenciadas. No tratamento esterco de galinha, provavelmente houve um atraso no desenvolvimento das ninfas, quando comparado aos demais tratamentos, isso porque, conforme o estágio ninfal avançava, ocorria uma diminuição da quantidade de ninfas, com a menor quantidade sendo observada no último ínstar. No experimento 1, das ninfas vivas desse tratamento, cerca de 45% ainda estavam no segundo ínstar, após 21 dias da postura dos ovos, sendo que, somente 14,5% estavam no quarto ínstar. No experimento 2 esse desempenho das ninfas se repetiu. Não correspondendo, portanto, com as observações de Salas & Mendoza (1995), sobre o desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, que passam do segundo ínstar para o terceiro ínstar, 14 dias após a oviposição ou no máximo 16,6 dias, em temperatura de 25°C e umidade relativa de 65%.

Nos tratamentos esterco de minhoca e torta de algodão, conforme se avançava no estágio ninfal, a quantidade de ninfas aumentava, o que resultou numa quantidade maior de ninfas de quarto ínstar, após 21 dias da postura dos ovos, acelerando de certa forma, o desenvolvimento das ninfas desses tratamentos, quando comparados ao tratamento esterco de galinha. Das ninfas vivas dos tratamentos esterco de minhoca e torta de algodão, cerca de 48% e 54%, respectivamente, no experimento 1, estavam no quarto ínstar, e apenas 17,3% e 15,0%, respectivamente, ainda estavam no segundo ínstar. No experimento 2 esse comportamento das ninfas se confirmou.

Em relação à mortalidade de ninfas, o destaque foi novamente o tratamento esterco de galinha, que nos dois experimentos, se mostrou diferente dos outros tratamentos (Tabelas 27 e 30), ao promover a mortalidade de 45% das ninfas, contra 29% das ninfas do tratamento esterco de minhoca e 26% das ninfas do tratamento torta de algodão, no experimento 1. Quando se consideram os quatro estágios ninfais, é possível perceber ainda

mais o efeito negativo do tratamento esterco de galinha sobre o desenvolvimento das ninfas, principalmente, porque, esse efeito é mais intenso em ninfas de primeiro ínstar, decrescendo à medida que o estágio ninfal avançava, indicando que o ambiente ao qual as ninfas estavam submetidas, não oferecia condições básicas para a sua sobrevivência, levando-as a morte, principalmente, porque, uma das causas da mortalidade de ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci* esta relacionada a fatores nutricionais, segundo Byrne & Bellows Junior (1991).

O contrário se verifica nos tratamentos esterco de minhoca e torta de algodão, com a maior mortalidade de ninfas ocorrendo no quarto ínstar do inseto e a menor mortalidade ocorrendo nos primeiros estágios ninfais. Nesse caso, foi preciso uma exposição maior das ninfas aos efeitos desses tratamentos, para que provocassem a morte dessas ninfas. Quando a mortalidade de ninfas ocorre em sua maioria no quarto ínstar do inseto, a planta é muito mais prejudicada fisiologicamente, quando comparada a plantas onde a maioria das ninfas morrem já no primeiro ínstar, pois, o custo energético para a planta torna-se elevado naquelas em que o inseto permanece mais tempo se alimentando.

Segundo alguns autores (Enkegaard, 1993; Tsai & Wang, 1996; Wagner, 1995; Wang & Tsai, 1996), a viabilidade ninfal pode variar de 39% a 95%, em temperaturas entre 20°C e 30°C, dependendo da planta hospedeira. Em tomateiro, essa viabilidade é de 62,7%, a uma temperatura de 25°C (Tsai & Wang, 1996). Nos experimentos a uma temperatura de 29°C e umidade relativa de 45%, a viabilidade ninfal variou de 54,6% no tratamento esterco de galinha (experimento 1) a 74,9% no tratamento torta de algodão (experimento 2).

Como discutido anteriormente, nos dois experimentos, o tratamento esterco de galinha foi o que mais se destacou, interferindo negativamente no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, o que pode ser comprovado pela análise da quantidade de ninfas que conseguiram se tornar insetos adultos. No experimento 1, menos de 33% das ninfas, completaram a fase de ninfa e se tornaram insetos adultos, após 21 dias da infestação; no experimento 2, foram menos de 35% das ninfas. Os tratamentos torta de algodão e esterco de minhoca, nesse mesmo período, foram os que mais contribuíram para o desenvolvimento das ninfas de mosca-branca, pois, mais de 52% e 54% das ninfas, respectivamente, no experimento 1, completaram a fase de ninfa e se tornaram insetos adultos; no experimento 2, foram mais de 54% e 57%, respectivamente.

Ao considerar também os ovos de *B. tabaci* biótipo B, avaliando-se a viabilidade ovo-adulto, após 21 dias da marcação ou separação dos ovos do inseto, percebe-se uma pequena variação nos valores apresentados anteriormente. O tratamento esterco de galinha apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 30% no experimento 1 e 33% no experimento 2, ambos, em temperatura média de 29°C. Esses valores de viabilidade ficaram bem abaixo dos 60,2% encontrado por Tsai & Wang (1996), em tomateiro, na temperatura de 25°C, em laboratório. As maiores viabilidades ovo-adulto foram observadas nos tratamentos torta de algodão e esterco de minhoca, cerca de 54% e 52%, respectivamente, no experimento 2 e; cerca de 52% e 49%, respectivamente, no experimento 1.

Por ter interferido na biologia dos insetos, alongando a fase de ninfa e causando uma mortalidade maior de ninfas, além de reduzir a viabilidade ovo-adulto, o tratamento esterco de galinha, nos dois experimentos, pode ter induzido nas plantas resistência por antibiose. Além disso, essa reduzida viabilidade ovo-adulto teve efeito direto na redução populacional do inseto, sendo de 41% no experimento 1 e 39% no experimento 2.

Em experimento, com chance de escolha, realizado por Oliveira (2008), para avaliar o efeito da nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio em relação à preferência para alimentação e abrigo de *B. tabaci* biótipo B, foi observado que mesmo não havendo diferenças entre os tratamentos, o que apresentou a menor média de cinco avaliações realizadas foi aquele com esterco de galinha, com 84,85 adultos por planta. Nesse mesmo experimento foi avaliada, após quatro dias da infestação, a quantidade de ovos de *B. tabaci* biótipo B por centímetro quadrado de folha; o tratamento esterco de galinha foi o que apresentou a menor média de ovos, cerca de 6,0 ovos por cm<sup>2</sup> de folha de tomateiro.

Ainda, segundo Oliveira (2008), ao contrário do tratamento esterco de galinha, o tratamento esterco de minhoca promoveu a maior atração dos adultos de mosca-branca para alimentação e abrigo, cerca de 118,15 adultos por planta, além de 8,4 ovos por cm<sup>2</sup> de folha de tomateiro. Em experimento semelhante, porém, sem chance de escolha, foram encontrados no tratamento esterco de galinha 4,9 ovos do inseto por cm<sup>2</sup> de folha de tomateiro; no tratamento esterco de minhoca foram encontrados 9,2 ovos do inseto por cm<sup>2</sup> de folha de tomateiro.

Uma provável explicação para o desenvolvimento das ninfas de mosca-branca em relação aos tratamentos pode estar relacionada mais aos efeitos dos nutrientes fósforo e

potássio e menos aos efeitos do nitrogênio, ou ainda a relação entre eles. Isso porque, como já foi detalhado nos materiais e métodos, durante a composição dos tratamentos, foi praticamente impossível ajustar o teor desses três nutrientes, para que ficassem iguais em todos os tratamentos, com variação apenas na fonte de nitrogênio utilizada. Principalmente, porque, são materiais de origem orgânica e, portanto, muito heterogêneos, até mesmo entre materiais de natureza aparentemente igual.

Após o preparo e incubação dos tratamentos (por 81 dias), o tratamento esterco de galinha foi o que apresentou o menor teor de matéria orgânica  $7,0 \text{ g dm}^{-3}$ ; os tratamentos esterco de minhoca e torta de algodão apresentaram os teores de  $8,0 \text{ g dm}^{-3}$  e de  $10,0 \text{ g dm}^{-3}$ , respectivamente, ou seja, uma quantidade menor de nitrogênio estava disponível para as plantas do tratamento esterco de galinha e maior para os tratamentos esterco de minhoca e torta de algodão.

No caso do potássio o tratamento esterco de galinha apresentou o maior teor,  $540 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , cerca de 2,7 vezes maior que o teor encontrado no tratamento esterco de minhoca e 2,6 vezes maior que o teor encontrado no tratamento torta de algodão. No caso do fósforo, o teor mais elevado foi observado no tratamento esterco de galinha,  $194 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , cerca de 5,3 vezes maior que o teor encontrado no tratamento esterco de minhoca e 3,4 vezes maior que o teor encontrado no tratamento torta de algodão (Tabela 8). Se tivesse optado por diminuir a quantidade de esterco de galinha nesse tratamento, para diminuir os teores de  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ , adicionado ao solo, as plantas certamente teriam sérios problemas de crescimento e desenvolvimento, pois a quantidade de nitrogênio disponível seria muito limitada.

Dessa forma, essa quantidade de nitrogênio observada do tratamento esterco de galinha, pode ter sido suficiente para o desenvolvimento normal das plantas desse tratamento, evitando-se o acúmulo de aminoácidos na seiva. Aliado a isso, o teor elevado de potássio no solo pode ter contribuído para uma absorção maior do elemento e, conseqüentemente, contribuído para o aumento da quantidade de proteínas na seiva dessas plantas, prejudicando, assim, o desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B, pois segundo Chaboussou (1987), plantas que possuem teores mais elevados de potássio, também são pouco atacadas por insetos sugadores de seiva.

O alto teor de fósforo observado no tratamento esterco de galinha, de alguma forma, também pode ter causado, nas ninfas, algum efeito deletério. Isso porque, de maneira geral, ele estimula a síntese de proteínas, promovendo uma diminuição de

compostos livres como os aminoácidos na parte aérea das plantas (Rufty Junior et al., 1990; Araújo & Machado, 2006), prejudicando a alimentação de insetos sugadores (Chaboussou, 1987), como a *B. tabaci* biótipo B.

#### 4.3.3 Experimento 3 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 24 dias

Segundo a análise de variância dos dados, não houve diferença em relação à quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos ao se comparar o total de ninfas vivas, o total de ninfas mortas e os pupários vazios (Tabela 33).

Considerando o total de ninfas vivas, a maior quantidade foi observada no tratamento nitrato de cálcio com 71 ninfas vivas (25% das ninfas), sendo, por isso, diferente do tratamento uréia com 45 ninfas vivas (15,8% das ninfas). Em relação ao total de ninfas mortas, os tratamentos que mais promoveram a morte de ninfas foram Nitro LL<sup>®</sup> com 125 ninfas mortas (44,3% das ninfas) e nitrato de cálcio com 139 ninfas mortas (48,9% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento uréia com 68 ninfas mortas (23,9% das ninfas). A quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta foi maior no tratamento uréia com 171 pupários vazios (60,2% das ninfas), diferenciando-o dos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> com 89 pupários vazios (31,5% das ninfas) e nitrato de cálcio com 74 pupários vazios (26% das ninfas) (Tabela 33).

**Tabela 33.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Uréia	45 $\pm$ 3,96 a <sup>4</sup>	68 $\pm$ 6,78 a	171 $\pm$ 10,07 c	16 $\pm$ 1,22 a	57	0
Sulfato de amônio	60 $\pm$ 5,57 ab	108 $\pm$ 11,07 abc	114 $\pm$ 10,81 ab	18 $\pm$ 1,22 a	38	33
Nitro LL <sup>®</sup>	68 $\pm$ 6,60 ab	125 $\pm$ 12,76 bc	89 $\pm$ 13,41 a	18 $\pm$ 1,18 a	30	48
Nitrato de cálcio	71 $\pm$ 7,55 b	139 $\pm$ 14,50 c	74 $\pm$ 13,69 a	16 $\pm$ 1,25 a	25	57
Mistura dos adubos	55 $\pm$ 5,41 ab	91 $\pm$ 9,22 ab	138 $\pm$ 11,40 bc	16 $\pm$ 1,25 a	46	19
<b>C. V. (%)</b>	<b>26,99</b>	<b>27,91</b>	<b>25,95</b>	<b>20,26</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A viabilidade ovo-adulto foi maior no tratamento uréia com 57% de viabilidade, sendo, seguido pelo tratamento mistura dos adubos com 46% de viabilidade. O tratamento nitrato de cálcio foi o que apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 25%. A viabilidade dos ovos foi acima de 90%, em todos os tratamentos. No tratamento nitrato de cálcio ocorreu a maior redução populacional, em torno de 57%. No tratamento mistura dos adubos essa redução populacional foi de 19% e no tratamento uréia essa redução não ocorreu (Tabela 33).

No caso das ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. O tratamento nitrato de cálcio com 28 ninfas vivas (9,8% das ninfas) foi o que apresentou a maior quantidade, sendo seguido pelo tratamento Nitro LL<sup>®</sup> com 25 ninfas vivas (8,8% das ninfas), ambos, apresentaram diferença em relação ao tratamento uréia com 7 ninfas vivas (2,4% das ninfas) (Tabela 34).

Os tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> com 29 ninfas vivas (10,2% das ninfas) e nitrato de cálcio com 32 ninfas vivas (11,2% das ninfas) apresentaram as maiores quantidades de ninfas vivas de terceiro ínstar, sendo diferentes dos tratamentos uréia com 14 ninfas vivas (4,9% das ninfas) e mistura dos adubos com 17 ninfas vivas (5,9% das ninfas). Comparando-se as ninfas vivas de quarto ínstar, os tratamentos com as maiores quantidades foram uréia com 24 ninfas vivas (8,4% das ninfas) e mistura dos adubos com 26 ninfas vivas (9,1% das ninfas), apresentando, dessa forma, diferença em relação aos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> com 14 ninfas vivas (4,9% das ninfas) e nitrato de cálcio com 11 ninfas vivas (3,8% das ninfas) (Tabela 34).

**Tabela 34.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar
Uréia	7 $\pm$ 0,46 a <sup>1</sup>	14 $\pm$ 0,93 a	24 $\pm$ 2,80 b
Sulfato de amônio	20 $\pm$ 1,69 bc	22 $\pm$ 2,57 ab	18 $\pm$ 1,41 ab
Nitro LL <sup>®</sup>	25 $\pm$ 2,43 c	29 $\pm$ 3,58 b	14 $\pm$ 1,46 a
Nitrato de cálcio	28 $\pm$ 3,06 c	32 $\pm$ 3,86 b	11 $\pm$ 1,31 a
Mistura dos adubos	12 $\pm$ 0,96 ab	17 $\pm$ 1,51 a	26 $\pm$ 3,20 b
<b>C. V. (%)</b>	<b>30,67</b>	<b>33,34</b>	<b>31,63</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação à mortalidade das ninfas foi possível detectar diferenças entre os tratamentos ao se comparar as ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> e nitrato de cálcio, que promoveram a morte de 43 ninfas (15,2% das ninfas) e de 49 ninfas (17,2% das ninfas), respectivamente, ambos, diferentes dos tratamentos uréia com 9 ninfas mortas (3,1% das ninfas) e mistura dos adubos com 17 ninfas mortas (5,9% das ninfas) (Tabela 35).

As ninfas de segundo ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> e nitrato de cálcio, que promoveram a mortalidade de 38 ninfas (13,4% das ninfas) e 41 ninfas (14,4% das ninfas), respectivamente. Esses tratamentos foram diferentes do tratamento uréia, onde a mortalidade foi de 14 ninfas (4,9% das ninfas) (Tabela 35).

O tratamento que promoveu a maior mortalidade de ninfas de terceiro ínstar foi o tratamento nitrato de cálcio com 32 ninfas mortas (11,2% das ninfas), sendo diferente do tratamento uréia com a mortalidade de 19 ninfas (6,6% das ninfas). Para as ninfas mortas de quarto ínstar a menor quantidade foi observada no tratamento Nitro LL<sup>®</sup> com 15 ninfas mortas (5,3% das ninfas), diferindo dos tratamentos uréia com 26 ninfas mortas (9,1% das ninfas) e mistura dos adubos com 30 ninfas mortas (10,5% das ninfas) (Tabela 35).

**Tabela 35.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 24 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Uréia	9 $\pm$ 0,91 a <sup>1</sup>	14 $\pm$ 1,04 a	19 $\pm$ 2,13 a	26 $\pm$ 3,01 bc
Sulfato de amônio	34 $\pm$ 3,71 b	29 $\pm$ 2,83 bc	23 $\pm$ 3,05 ab	22 $\pm$ 3,05 abc
Nitro LL <sup>®</sup>	43 $\pm$ 4,81 bc	38 $\pm$ 4,92 c	29 $\pm$ 2,87 ab	15 $\pm$ 0,93 a
Nitrato de cálcio	49 $\pm$ 4,91 c	41 $\pm$ 4,51 c	32 $\pm$ 3,93 b	17 $\pm$ 1,67 ab
Mistura dos adubos	17 $\pm$ 1,28 a	20 $\pm$ 1,85 ab	24 $\pm$ 2,80 ab	30 $\pm$ 3,92 c
<b>C. V. (%)</b>	<b>32,99</b>	<b>33,47</b>	<b>30,86</b>	<b>31,51</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.3.4 Experimento 4 - Nutrição do tomateiro com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de 34 dias

De acordo com a análise de variância dos dados, não houve diferença em relação à quantidade total de ninfas vivas e a quantidade de ovos inviáveis de *B. tabaci* biótipo B, segundo cada tratamento. No entanto, foram encontradas diferenças entre os tratamentos ao se comparar o total de ninfas mortas e os pupários vazios (Tabela 36).

Em relação ao total de ninfas mortas, as maiores mortalidades foram observadas nos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> com 120 ninfas mortas (42,4% das ninfas) e nitrato de cálcio com 130 ninfas mortas (46,2% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento uréia com 58 ninfas mortas (20,4% das ninfas). A quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta foi maior no tratamento uréia com 182 pupários vazios (64,3% das ninfas), sendo diferente dos tratamentos sulfato de amônio com 129 pupários vazios (45,5% das ninfas), Nitro LL<sup>®</sup> com 102 pupários vazios (36% das ninfas) e nitrato de cálcio com 88 pupários vazios (31,3% das ninfas) (Tabela 36).

A viabilidade ovo-adulto foi maior, novamente, nos tratamentos uréia com 61% de viabilidade e mistura dos adubos com 48% de viabilidade. O tratamento nitrato de cálcio foi o que apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 29%. A viabilidade dos ovos foi acima de 90%, em todos os tratamentos. A redução populacional foi maior no tratamento nitrato de cálcio, cerca de 52%. No tratamento mistura dos adubos essa redução populacional foi de 21% e no tratamento uréia essa redução não ocorreu (Tabela 36).

**Tabela 36.** Total de ninfas vivas, mortas, pupários<sup>1</sup> vazios e ovos inviáveis ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Total de ninfas		Pupários vazios	Ovos inviáveis	V <sup>2</sup>	RP <sup>3</sup>
	Vivas	Mortas				
Uréia	43 $\pm$ 4,97 a <sup>4</sup>	58 $\pm$ 6,13 a	182 $\pm$ 10,84 c	17 $\pm$ 0,96 a	61	0
Sulfato de amônio	53 $\pm$ 5,38 a	101 $\pm$ 12,26 ab	129 $\pm$ 13,22 ab	17 $\pm$ 1,63 a	43	29
Nitro LL <sup>®</sup>	61 $\pm$ 6,14 a	120 $\pm$ 13,21 b	102 $\pm$ 14,00 ab	17 $\pm$ 1,65 a	34	44
Nitrato de cálcio	63 $\pm$ 7,79 a	130 $\pm$ 13,83 b	88 $\pm$ 15,86 a	19 $\pm$ 1,71 a	29	52
Mistura dos adubos	49 $\pm$ 5,58 a	89 $\pm$ 9,01 ab	144 $\pm$ 14,33 bc	18 $\pm$ 1,65 a	48	21
<b>C. V. (%)</b>	<b>31,63</b>	<b>31,37</b>	<b>26,18</b>	<b>22,32</b>	-	-

<sup>1</sup> *B. tabaci* biótipo B não passa pela fase de pupa; <sup>2</sup> V – viabilidade de ovo a adulto; <sup>3</sup> RP – redução populacional; <sup>4</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Considerando as ninfas vivas de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. A maior quantidade de ninfas vivas de segundo ínstar foi observada no tratamento nitrato de cálcio com 23 ninfas vivas (8,1% das ninfas), sendo seguido pelo tratamento Nitro LL<sup>®</sup> com 20 ninfas vivas (7,0% das ninfas), ambos, apresentaram diferença em relação aos tratamentos uréia com 7 ninfas vivas (2,4% das ninfas) e mistura dos adubos com 10 ninfas vivas (3,5% das ninfas) (Tabela 37).

No caso das ninfas vivas de terceiro ínstar, as maiores quantidades foram observadas nos tratamentos Nitro LL<sup>®</sup> com 24 ninfas vivas (8,4% das ninfas) e nitrato de cálcio com 25 ninfas vivas (8,8% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento uréia com 11 ninfas vivas (3,8% das ninfas). Comparando-se as ninfas vivas de quarto ínstar, a menor quantidade foi obtida pelo tratamento nitrato de cálcio com 15 ninfas vivas (5,3% das ninfas), além de ser diferente do tratamento uréia com 25 ninfas vivas (8,8% das ninfas) (Tabela 37).

**Tabela 37.** Ninfas vivas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas vivas		
	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Uréia	7 $\pm$ 0,65 a <sup>1</sup>	11 $\pm$ 1,28 a	25 $\pm$ 3,06 c
Sulfato de amônio	17 $\pm$ 1,79 bc	19 $\pm$ 1,77 ab	17 $\pm$ 1,87 ab
Nitro LL <sup>®</sup>	20 $\pm$ 2,00 c	24 $\pm$ 2,73 b	17 $\pm$ 1,52 ab
Nitrato de cálcio	23 $\pm$ 3,00 c	25 $\pm$ 3,53 b	15 $\pm$ 1,63 a
Mistura dos adubos	10 $\pm$ 1,20 ab	16 $\pm$ 1,61 ab	23 $\pm$ 2,84 ab
<b>C. V. (%)</b>	<b>35,58</b>	<b>34,52</b>	<b>32,34</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação às ninfas mortas de primeiro ínstar, de segundo ínstar, de terceiro ínstar e de quarto ínstar de *B. tabaci* biótipo B foi possível detectar diferenças entre os tratamentos. As ninfas de primeiro ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos sulfato de amônio, Nitro LL<sup>®</sup> e nitrato de cálcio, que promoveram a morte de 29 ninfas (10,2% das ninfas), de 36 ninfas (12,7% das ninfas) e de 41 ninfas (14,5% das ninfas), respectivamente, todos, diferentes dos tratamentos uréia com 8 ninfas mortas (2,8% das ninfas) e mistura dos adubos com 13 ninfas mortas (4,6% das ninfas) (Tabela 38).

As ninfas de segundo ínstar se mostraram mais sensíveis aos efeitos negativos dos tratamentos sulfato de amônio com 26 ninfas mortas (9,1% das ninfas), Nitro LL<sup>®</sup> com 35 ninfas mortas (12,3% das ninfas) e nitrato de cálcio com 40 ninfas mortas (14,2% das ninfas). O tratamento uréia com 12 ninfas mortas (4,2% das ninfas) foi o que apresentou a menor mortalidade de ninfas de segundo ínstar (Tabela 38).

Os tratamentos que promoveram as maiores mortalidades de ninfas de terceiro ínstar foram Nitro LL<sup>®</sup> com 29 ninfas mortas (10,2% das ninfas) e nitrato de cálcio com 31 ninfas mortas (11,0% das ninfas), ambos, diferentes do tratamento uréia com 16 ninfas mortas (5,6% das ninfas). Para as ninfas de quarto ínstar a menor mortalidade foi observada no tratamento nitrato de cálcio com 18 ninfas mortas (6,4% das ninfas), diferenciando-o do tratamento mistura dos adubos com 31 ninfas mortas (10,9% das ninfas) (Tabela 38).

**Tabela 38.** Ninfas mortas ( $\pm$  EP) de *B. tabaci* biótipo B, em razão da adubação das plantas com diferentes fontes de nitrogênio de origem mineral, utilizando-se mudas de tomateiro transplantadas com 34 dias. Goiânia, GO. 2010.

Tratamentos	Ninfas mortas			
	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar
Uréia	8 $\pm$ 0,71 a <sup>1</sup>	12 $\pm$ 1,02 a	16 $\pm$ 1,59 a	22 $\pm$ 2,93 ab
Sulfato de amônio	29 $\pm$ 3,43 b	26 $\pm$ 2,95 bc	22 $\pm$ 2,89 ab	24 $\pm$ 3,11 ab
Nitro LL <sup>®</sup>	36 $\pm$ 4,21 b	35 $\pm$ 3,78 cd	29 $\pm$ 3,49 b	20 $\pm$ 1,78 ab
Nitrato de cálcio	41 $\pm$ 4,20 b	40 $\pm$ 5,20 d	31 $\pm$ 3,78 b	18 $\pm$ 1,41 a
Mistura dos adubos	13 $\pm$ 1,22 a	19 $\pm$ 1,54 ab	26 $\pm$ 2,43 ab	31 $\pm$ 3,98 b
<b>C. V. (%)</b>	<b>34,55</b>	<b>35,5</b>	<b>32,72</b>	<b>33,68</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados observados no experimento 4 (Tabelas 36, 37 e 38) foram compatíveis com aqueles do experimento 3 (Tabelas 33, 34 e 35), demonstrando coerência entre os resultados obtidos em cada experimento, em relação ao desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B. A diferença de dez dias na idade das mudas de tomateiro, utilizadas na ocasião do transplante, provavelmente não exerceu influência negativa no desenvolvimento das ninfas, visto que, a diferença entre os resultados dos experimentos, segundo cada tratamento, foi muito pequena.

Apesar disso, é possível perceber que no experimento 3, utilizando mudas mais novas (transplantadas com 24 dias), as quantidades de ninfas vivas e de ninfas mortas de *B. tabaci* biótipo B, em todos os tratamentos, foram maiores do que o observado no

experimento 4, onde foram utilizadas mudas mais velhas (transplantadas com 34 dias), nos tratamentos correspondentes. É possível perceber também que a quantidade de pupários vazios foi menor no experimento 3 e maior no experimento 4. Dessa forma, poderia se dizer que as ninfas no experimento 4 foram mais favorecidas no seu desenvolvimento. Porém, não é possível afirmar se de fato, essa diferença na idade das plantas favoreceu ou não o desenvolvimento das ninfas, pois, por não se tratar de experimentos em esquema fatorial, essa diferença, não foi levada em conta, durante a análise dos dados.

Nos dois experimentos, após 21 dias da infestação, o tratamento nitrato de cálcio foi o que mais se destacou. Ele apresentou a maior quantidade de ninfas vivas, a maior mortalidade de ninfas e, conseqüentemente, a menor quantidade de pupários vazios, quando comparado aos outros tratamentos, especialmente o tratamento uréia, indicando provavelmente a ocorrência de algum efeito deletério no desenvolvimento das ninfas que se alimentavam em plantas adubadas com nitrato de cálcio, principalmente quando se considera cada estágio ninfal do inseto. Nesse tratamento, por exemplo, havia uma quantidade maior de ninfas vivas de segundo ínstar, cerca de 39,4% das ninfas vivas no experimento 1 e 36,5% no experimento 2 e; uma quantidade menor de ninfas de quarto ínstar, apenas 15,4% das ninfas vivas no experimento 1 e 23,8% no experimento 2. Além de ter ocorrido uma mortalidade maior de ninfas de primeiro ínstar e menor de quarto ínstar.

O inverso pode ser verificado no tratamento uréia, onde, foi observada uma quantidade maior de ninfas vivas de quarto ínstar, cerca de 53,3% das ninfas vivas no experimento 1 e 58,1% no experimento 2 e; uma quantidade menor de ninfas de segundo ínstar, apenas 15,5% das ninfas vivas no experimento 1 e 16,2% no experimento 2. Ainda, nesse tratamento, foi observada uma mortalidade maior de ninfas de quarto ínstar e menor de primeiro ínstar.

As ninfas de primeiro ínstar podem ser um bom indicativo da qualidade nutricional de seus alimentos, já que, segundo Byrne & Bellows Junior (1991), os fatores nutricionais contribuem para a mortalidade das ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci*, dada, a sua fragilidade e sensibilidade às limitações do meio externo. Por isso, as plantas, sob o efeito do nitrato de cálcio, podem ter apresentado alguma impropriedade nutricional, como deficiência qualitativa e/ou quantitativa de nutrientes. E, portanto, nessa condição nutricional, as ninfas podem ter apresentado sérias limitações no seu desenvolvimento,

como, por exemplo, a falta de algum componente essencial ao seu metabolismo, o que as levou a uma morte prematura, nesse tratamento.

E foi justamente o que ocorreu, cerca de 35% das ninfas que morreram no tratamento nitrato de cálcio eram de primeiro ínstar no experimento 3 e cerca de 31% no experimento 4. O contrário pode ser verificado no tratamento uréia, onde apenas 13% do total de ninfas mortas nesse tratamento eram de primeiro ínstar e cerca de 38% eram de quarto ínstar, isso, nos dois experimentos.

No tratamento nitrato de cálcio, a quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta, após 21 dias da infestação, foi menor, cerca de 26% das ninfas no experimento 3 (Tabela 33), e de 31% das ninfas no experimento 4 (Tabela 36). Aliado a essa baixa quantidade de ninfas que chegaram à fase adulta do inseto, a maior quantidade de ninfas vivas e maior mortalidade de ninfas encontradas nesse tratamento, confirmam, dessa forma, que as plantas expressaram alguma impropriedade nutricional, interferindo diretamente no desenvolvimento dessas ninfas. Por outro lado, o tratamento uréia foi a que mais contribuiu para o desenvolvimento das ninfas de mosca-branca, isso porque, a quantidade de ninfas, que chegaram à fase adulta, após 21 dias da infestação, foi maior, cerca de 60,2% das ninfas no experimento 3 (Tabela 33), e 64,3% das ninfas no experimento 4 (Tabela 36).

Ao considerar também os ovos de *B. tabaci* biótipo B, avaliando-se a viabilidade ovo-adulto, após 21 dias da marcação ou separação dos ovos do inseto, percebe-se uma pequena variação nos valores apresentados anteriormente. O tratamento nitrato de cálcio apresentou a menor viabilidade ovo-adulto, cerca de 25% no experimento 3 e de 29% no experimento 4, ambos, em temperatura média de 29°C. Esses valores de viabilidade ficaram bem abaixo daqueles encontrados por Tsai & Wang (1996), que estudando o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução desse inseto em tomateiro, na temperatura de 25°C e em laboratório, encontram uma viabilidade de ovo-adulto de 60,2%. A maior viabilidade ovo-adulto foi observada no tratamento uréia, cerca de 57% no experimento 3 e de 61% no experimento 4.

Por ter interferido na biologia dos insetos, alongando a fase de ninfa e causando uma mortalidade maior de ninfas, além de reduzir a viabilidade ovo-adulto, o tratamento nitrato de cálcio, nos dois experimentos, pode ter induzido nas plantas resistência por antibiose. Além disso, essa reduzida viabilidade ovo-adulto teve efeito direto na redução populacional do inseto, sendo de 57% no experimento 3 e de 52% no experimento 4.

Segundo Chaboussou (1987), nas plantas, o nitrogênio na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) assume um poder proteossintético maior do que o nitrogênio absorvido em outras formas, como por exemplo, na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou na forma amídica ( $\text{NH}_2$ ). Quando a planta absorve o nitrogênio, por exemplo, na forma do cátion  $\text{NH}_4^+$ , ele é prontamente assimilado, principalmente na forma de aminoácidos, perto dos locais de absorção ou geração. Portanto, se houver um excesso de adubação e conseqüentemente absorção e assimilação pela planta do cátion  $\text{NH}_4^+$ , uma grande quantidade de aminoácidos será formada e, provavelmente a planta não terá condições de converter todos os aminoácidos em proteínas, favorecendo, dessa forma, seu acúmulo na seiva das plantas (Epstein & Bloom, 2006; Dechen & Nachtigall, 2007; Penteado, 2007).

Quando a planta absorve o nitrogênio na forma do ânion  $\text{NO}_3^-$ , ele não é prontamente assimilado na forma de aminoácidos, podendo ser acumulado no vacúolo da célula que o absorveu, ou, a partir daí, exportado para outras partes da planta, onde pode ser reduzido e assimilado, ou acumulado no vacúolo celular. Dessa forma, mesmo que uma grande quantidade de nitrato seja absorvida, a planta tem a capacidade de acumular ou armazenar esse excesso absorvido, para posteriormente utilizá-lo, sem, necessariamente ter que, imediatamente, convertê-lo em aminoácidos (Souza & Fernandes, 2006).

Por isso, uma quantidade maior de proteínas, provavelmente se formou na seiva das plantas do tratamento nitrato de cálcio. E por não serem capazes, ou possuírem uma reduzida capacidade de hidrolisar proteínas, as ninfas de *B. tabaci* biótipo B, podem ter apresentado uma deficiência nutricional grave, impedindo-as de mudarem de estágio ninfal ou de fase, o que culminou em uma mortalidade maior nesse tratamento.

Baseando-se, portanto, na dinâmica do nitrogênio na planta, pode se dizer que a adubação com nitrato de cálcio -  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , juntamente com o suprimento adequado de fósforo e potássio, podem ter conferido a planta uma condição fisiológica melhor, e possivelmente, aumentou sua capacidade de resistência às ninfas de *B. tabaci* biótipo B. Nos tratamentos uréia -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , sulfato de amônio -  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  e mistura dos adubos -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , pode ter ocorrido um acúmulo de aminoácidos na seiva das plantas, favorecendo, assim, o desenvolvimento das ninfas desses tratamentos.

O tratamento Nitro LL<sup>®</sup> foi o que mais se aproximou do tratamento nitrato de cálcio, apesar de não ter em sua fórmula molecular o  $\text{NO}_3^-$ . Porém, segundo informações do fabricante, esse fertilizante possui a característica de liberar lentamente e de forma

gradual o nitrogênio para absorção pela planta. Portanto, essa característica, explica em parte o desempenho das ninfas que estavam sob influência desse tratamento.

Um dos problemas relacionados ao uso dos fertilizantes minerais altamente solúveis e o possível aumento da incidência de pragas nas culturas está justamente relacionada à sua rápida disponibilização para as plantas. Sob essa condição, os desequilíbrios nutricionais rapidamente se instalam nas plantas, afetando o processo de proteossíntese, que se realiza mais lentamente, permitindo, dessa forma, um acúmulo de aminoácidos, principalmente em sua seiva, o que favorece grandemente o ataque e manutenção de pragas. Portanto, ao disponibilizar mais lentamente o nitrogênio para ser absorvido, uma quantidade menor de aminoácidos, possivelmente, circulava na seiva das plantas, do tratamento Nitro LL<sup>®</sup>, limitando, assim, o desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Dessa forma, a adoção de um manejo eficiente da adubação do tomateiro constitui uma alternativa viável para o manejo da mosca-branca, principalmente porque não ocorre aumento dos custos de produção. Pelo contrário, há uma redução, uma vez que a quantidade de fertilizantes aplicada nas plantas diminui. Com a redução populacional dos insetos, ocorre também uma redução no uso de agrotóxicos, reduzindo, conseqüentemente, os impactos sociais, ambientais e econômicos.

Em pesquisas futuras, nessa linha de pesquisa, é interessante o aprimoramento dos materiais e métodos, principalmente, em relação à utilização de análises bioquímicas para identificação e quantificação dos componentes da seiva das plantas. Outro ponto importante é a avaliação da fertilidade dos adultos de *B. tabaci* biótipo B, que foram submetidos, na fase de ninfa, aos efeitos dos tratamentos.

## 5 CONCLUSÕES

Plantas de tomateiro adubadas com esterco de galinha ou nitrato de cálcio são inadequadas ao desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, pois, retardam o desenvolvimento da fase jovem do inseto, além, de provocar a mortalidade de ninfas, principalmente às de primeiro instar, caracterizando a ocorrência de resistência por antibiose. Esse mesmo efeito negativo, no desenvolvimento das ninfas, pode ser observado quando elas se alimentam em plantas de tomateiro adubadas com altos teores de potássio associados com baixos teores de nitrogênio, ou ainda, quando se alimentam em plantas, cultivadas em esterco de minhoca. Todos esses materiais utilizados na adubação do tomateiro promovem a redução da viabilidade ovo-adulto de *B. tabaci* biótipo B e, conseqüentemente, reduzem, a população do inseto.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABREU JÚNIOR, H. Construção do equilíbrio do solo pelo método Albrecht. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Encontro de agroecologia**. Campinas: Centro de Comunicação Rural, 2003. cap. 5, p. 57-79.
- AGRODEFESA (AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA). Sanidade vegetal: **Instrução Normativa n° 005/2007**. Disponível em: <<http://www.agrodefesa.go.gov.br>>. Acesso em: 02 fev. 2012.
- AGRODEFESA (AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA). Sanidade vegetal: **Instrução Normativa n° 06/2011**. Disponível em: <<http://www.agrodefesa.go.gov.br>>. Acesso em: 30 fev. 2012.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Matéria orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diversos sistemas de exploração agrícola. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. cap. 1, p. 1-42.
- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: Anda, Bol. Téc. n. 3, 1998. 42 p.
- ALCAZAR, J. E.; VIÑALS, F. N. Situación taxonomica, domesticacion y difusión del tomate. In: VIÑALS, F. N. (Coord.); RINCÓN, A. R.; TELLO, J.; CUARTERO, J.; SEGURA, B. **El cultivo del tomate**. Madri/Barcelona: Mundi-Prensa, 1999. cap. 1, p. 13-42.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. cap. 1, p. 13-23.
- AMPARO, A. Farinha de rochas e biomassa. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Encontro de agroecologia**. Campinas: Centro de Comunicação Rural, 2003. cap. 8, p. 115-126.
- ARAÚJO, A. D.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. FERNANDES, M. S. (Ed.). In: **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 10, p. 253-280.
- ARIAS, R.; HILJE, L. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 28, p. 20-25, 1993.

- ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington: American Chemical Society. v. 387. 1990. 214 p.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de Genótipos de Tomateiro à Mosca-Branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.
- BAYER CROPSCIENCE. Formação de resistência: um desafio em nível mundial. **Correio Agrícola**, São Paulo: Bayer Cropscience, p. 14-17, 2005.
- BEDIN, I.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A. M.; SANTOS, J. Z. L. Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Revista Brasileira de Solos**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 639-646, 2003.
- BELL, E. A.; FELLOWS, L. E.; SIMMONDS, M. S. J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: HODGSON, E.; KUHR, R. J. (Eds.). **Safer insecticides: development and use**. New York: Marcel Dekker, 1990. v. 7, cap. 9, p. 337-350.
- BELLOWS JUNIOR, T. S.; PERRING, T. M.; GILL, R. J.; HEADRICH, D. H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 87, n. 2, p. 195-206, 1994.
- BENTO, J. M. S.; NARDI, C. Bioecologia e nutrição vs ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 7, p. 277-296.
- BERLINGER, M. J. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Netherlands, v. 17, n. 1-2, p. 69-82, 1986.
- BETHKE, J. A.; PAINE, T. D.; NUSSLY, G. S. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 84, n. 4, p. 407-411, 1991.
- BEZERRA, I. C.; LIMA, M. F.; RIBEIRO, S. G.; GIORDANO, L. B.; ÁVILA, A. C. Occurrence of geminivírus in tomato producing areas in submedio São Francisco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 331, 1997.
- BI, J. L.; LIN, D. M.; LI, K. S.; TOSCANO, N. C. Impact of cotton planting date and nitrogen fertilization on *Bemisia argentifolii* populations. **Insect Science**, Beijing, v. 12, n. 1, p. 31-36, 2005.
- BINK-MOENEM, R. M.; MOUND, L. A. Whiteflies: diversity, byosystematics and evolutionary patterns. In: GERLING, D (Ed.). **Whiteflies: their bionomics, pests status and management**. Winborne: Intercept, 1990. cap. 1, p. 1-12.

BOITEUX, L. S.; MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Tomate para consumo in natura. In: **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. par. 6, cap. 2, p. 557-577.

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.

BONNER, J.; GALSTON, A. W. **Princípios de fisiologia vegetal**. Trad. PORTILLO, F. Madrid: Aguilar, 1959. 485 p.

BORREGO, J. V. M. **Horticultura herbácea especial**. 4. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 611 p.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Trad. CORREA, D. D.; FROELICH C. G.; RODRIGUES, S. A.; SCHLENZ, E.; FANTA, E. Rio de Janeiro: USAID, 1969. 653 p.

BORTOLLI, S. A.; MAIA, I. G. Influência da aplicação de fertilizantes na ocorrência de pragas. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coords.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. cap. 3, p. 53-63.

BROWN, J. K.; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in Americas and the Caribbean Basin. **FAO, Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 3, p. 220-225, 1992

BROWN, J. K. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. **FAO Plant Protection Bulletin**. Roma, v. 42, n. 1/2, p. 3-32, 1994.

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSSELL, R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 40, p. 511-534, 1995.

BULL, L. T.; CATARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301 p.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**. 12. ed. Francisco Beltrão: Grafit, 2001. 154 p.

BUTLER JUNIOR, G. D.; WILSON, F. D. Activity of adult whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) within plantings of different cotton strains and cultivars as determined by sticky-trap catches. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 5, p. 1137-1140, 1984.

BYRNE, D. N.; BELLOWS JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 431-457, 1991.

BYRNE, D. N.; DRAEGER, E. A. Effect of plant maturity on oviposition and nymphal mortality of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 18, n. 3, p. 429-432, 1989.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252 p.

CAMARGO, R. S.; FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C. Morfologia interna. In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C. BALDIN, E. L. L. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Fepaf, 2011. cap. 2, p. 43-68.

CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. (Coord.). **Tomate**: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. cap. 5, p. 61-120.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Trad. GUAZZELLI, M. J. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256 p.

CHAPMAN, R. F. **The insects**: structure and function. 4. ed. Cambridge: Cambridge University, 1998. 770 p.

CHU, C. C.; HENNEBERRY, T. J.; COHEN, A. C. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae): host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 2, p. 354-360, 1995.

CIPOLLINI, D; PURRINGTON, C. B; BERGELSON J. Costs of induced responses in plants. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 4, n. 1, p. 79-89, 2003.

COCK, M. J. W. (Ed.) *Bemisia tabaci*: a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. Ascot: FAO/CAB, 1986. 121 p.

COHEN, S.; DUFFUS, J. E.; LIU, H. Y. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infections yellows virus. **Phytopathology**, St. Paul, v. 82, n. 1, p. 86-90, 1992.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS (CFSG). **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**: 5ª aproximação. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101 p.

COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.2, n. 1, p. 20-30, 1973.

COSTA, A. S.; RUSSELL, L. M. Failure of *Bemisia tabaci* to breed on cassava plants in Brazil (Homoptera; Aleyrodidae). **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 388-390, 1975.

- COSTA, H. S.; BROWN, J. K. Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* Genn. in Arizona. **Phytopathology**, St. Paul, v. 80, p. 880, 1990.
- COSTA, H. S.; BROWN, J. K. Variation in biological characteristics and esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci*, and the association of one population with silverleaf symptom induction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 61, n. 3, p. 211-219, 1991.
- CROCOMO, O. J.; RUSCHEL A. P. Metabolismo do nitrogênio: assimilação do nitrogênio pelas plantas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. 6. reimp. São Paulo: EPU, 2004. v. 1, cap. 4, p. 167-209.
- CROCOMO, O. J.; SILVA, D. M.; GUTIERREZ, L. E.; BASSO, L. C. Biossíntese de carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. 6. reimp. São Paulo: EPU, 2004. v. 1, cap. 7, p. 282-350.
- CROCOMO, W. B.; PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Paraná, v. 29, n. 2, p. 225-260, 1985.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 51, p. 10-20, 1999.
- CZEPAK, C. Feijão e tomate: mosca-branca continua sendo séria ameaça à qualidade e à produção. **Correio Agrícola**, São Paulo, p. 2-5, 2005.
- DE BARRO, P. J. *Bemisia tabaci* biotype B: a review of its biology, distribution and control. Canberra: CSIRO, Tec. Pap. v. 36, 1995. 58 p.
- DE BARRO, P. J.; LIU, S. S.; BOYKIN, L. M.; DINSDALE. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 56, p. 1-19, 2011.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 1, p. 1-5.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 3, p. 91-132.
- DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). Viçosa: **Química e mineralogia do solo**. 1. ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 2, cap. 11, p. 1-67.
- DITTRICH, V.; ERNST, G. H.; RUESCH, O.; UK, S. Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey,

Guatemala, and Nicaragua. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 5, p. 1665-1670, 1990.

EAGLE. **Catálogo 2010**. Uberlândia: Eagle sementes, 2010. 15 p.

EBDA (EMPRESA BAIANA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA). **A mosca-branca um desafio para os produtores de feijão-da-seca na região de Barreiras-BA e algumas alternativas de controle e/ou convivência com a praga**. Salvador: EBDA, Inf. n. 7, 1994. 2 p.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. **Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol comun**. Turrialba, v. 39, n. 1, p. 51-55, 1989.

ELLET, C. W. Soil Fertility and Disease Development. **Better crops with plant food**, v. 57, p. 6-8, 1973.

ELZINGA, R. J. **Fundamentals of entomology**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 495 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para industrialização**. Brasília: Embrapa-CNPH, Ins. Téc. n. 11, 1994. 33 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ENKEGAARD, A. The poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), biological and demographic parameters on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in relation to temperature. **Bulletin of the Entomological Research**, Cambridge, v. 83, n. 4, p. 535-546. 1993.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006, 403 p.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, B. L. Nutrição mineral. 2. ed. In: KERBAUY, G. B. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 2, p. 33-50.

FAO. **Quarterly bulletin of statistics**. Rome: FAO, 1995. v. 8, n. 1/2, p. 59.

FAOSTAT. **Production**: crops tomatoes. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em 05 mar. 2012.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral das plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1994. 227 p.

- FARIA, M.; WRAIGHT, S. P. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 767-778, 2001.
- FARIA, J. C.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; SLACK, S. A.; MAXWELL, D. P. A new geminivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 4, p. 423, 1997.
- FAUQUET, C. M.; MAYO, M. A.; MANILOFF, J.; DESSELBERGER, U.; BALL, L. A. **Virus Taxonomy**: Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London: Elsevier Academic Press, 2005. 1259 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FERREIRA, L. T.; AVIDOS, M. F. D. Mosca-branca: presença indesejável no Brasil. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 4, p. 22-26, 1998.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- FILGUEIRA, F. A. R.; OBEID, P. C.; MORAIS, H. J.; SANTOS, W. V.; FONTES, R. R. Tomate tutorado. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup>** aproximação. Viçosa: UFV/ Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999. cap. 18, p. 207-208.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 331 p.
- FLINT, M. L. **Whiteflies in California**: a resource for cooperative extension. California: University of California. Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources, 1995. 53 p.
- FONTES, R. R. Solo e nutrição da planta. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa-CNPq, 2000. cap. 4, p. 22-35.
- FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa-CNPq, 2000. cap. 9, p. 112-127.
- FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 369-372, 1996.

- FRANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; DIAS, C. T. S. Atratividade e preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 32, n. 2, p. 319-328, 2003.
- FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L. **Cultura do algodão em Goiás**. Circular técnica, n. 68, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 31 p.
- FURLANI, Â. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. cap. 2, p. 40- 75.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE V.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 779-799, 2001.
- GERLING, D.; MOTRO, U.; HOROWITZ, R. Dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) attacking cotton in the coastal plain of Israel. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 70, p. 213-219, 1980.
- GILLOTT, C. **Entomology**. 3. ed. Netherlands: Springer, 2005. 831 p.
- GILL, R. J. The morphology of whiteflies. In: GERLING, D. (Ed.). **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Newcastle: Intercept, 1990. cap. 2, p. 13-46.
- GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem, botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa-CNPq, 2000. cap. 2, p. 12-17.
- GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C. Clima e época de plantio. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa-CNPq, 2000. cap. 3, p. 18-21.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.
- GRAVENA, S. & BENVENGA, S. R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: GRAVENA-ManEcol, 2003. 143 p.
- GULLAN, P. J. CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomología**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.
- GUTIERREZ, C. J. Virosis y micoplasmosis del cultivo del tomate. In: VIÑALS, F. N. (Coord.); RINCÓN, A. R.; TELLO, J.; CUARTERO, J.; SEGURA, B. **El cultivo del tomate**. Madrid/Barcelona: Mundi-Prensa, 1999. cap. 12, p. 469-521.

HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A.; LIMA, M. F. **Mosca branca**: danos, importância econômica e medidas de controle. Petrolina: Embrapa-CPATSA, Doc. 83, 1996. 9 p.

HAJI, F. N. P.; LIMA, M. F.; MATTOS, M. A. A.; MOREIRA, A. N.; ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R.; KIILL, L. H. P. **Plantas hospedeiras de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring em áreas cultivadas das regiões do Submédio do Vale do São Francisco e Sertão Central Pernambucano**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, Bol. Pes. Des. 55, 2001. 13 p.

HAJI, F. N. P.; MATTOS, M. A. A.; ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R.; MOREIRA, A. N. **Aspectos biológicos, danos e estratégias de controle da mosca branca**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, Cir. Téc. 55, 2000. 39 p.

HAJI, F. N. P.; MATTOS, M. A. A.; ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R.; PARANHOS, B. J. **Manejo da mosca-branca na cultura do tomate**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, Cir. Téc. 81, 2005. 16 p.

HAJI, F. N. P.; MATTOS, M. A. A.; BARBOSA, F. R.; ALENCAR, J. A. **Estratégias de controle da mosca-branca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring, 1994)**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1998. 27 p.

HAJI, F. N. P. Pequena praga branca. **Cultivar**: hortaliças e frutas, Pelotas, n. 4, 2000.

HARTMANN, T. Chemical ecology of pyrrolizidine alkaloids. **Planta**, New York, v. 207, n. 4, p. 483-495, 1999.

HILJE, L.; CUBILLO, D.; SEGURA, L. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 30, p. 24-30, 1993.

HILJE, L.; CUBILLO, O. Pratical Agrícolas. In: HILJE, L. (Ed.). **Metodologias para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus**. Turrialba: CATIE - Unidad de Fitoproteccion, 1996. p. 51- 59.

HILJE, L. **Metodologia para El estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus**. Turrialba: CATIE, Unidad de Fitoprotección, 1996. 133 p.

HILJE, L. Possibilidades para el manejo integrado del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, na America Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Resumos...** Salvador: SEB; EMBRAPA-CNPMF, 1997. p. 9.

HILKER, M.; MEINERS, T. Induction of plant responses to oviposition and feeding by herbivorous arthropods: a comparison. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 104, n. 1, p. 181-182, 2002.

HOWARD, J. J. Leafcutting ant diet selection: the role of nutrients, water, and secondary chemistry. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 3, p. 503-515, 1987.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. fev. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.com.gov.br>>. Acesso em: 05 mar. 2012.

ICTV (INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIROSES). **ICTV master species list 2011**. Disponível em: <[http://talk.ictvonline.org/files/ictv\\_documents/m/msl/1231.aspx](http://talk.ictvonline.org/files/ictv_documents/m/msl/1231.aspx)>. Acesso em: 22 fev. 2012.

IFNP. **Agrianual 2007**: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: AGRA FNP, 2006. 518 p.

INOUE-NAGATA, A. K.; ÁVILA, A. C.; VILLAS BÔAS, G. L. **Os geminivírus em sistema de produção integrada de tomate indústria**. Brasília: Embrapa-CNPq, Cir. Tec. n. 71, 2009. 12 p.

INSTITUTO DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

JIMÉNEZ, D. R.; YOKOMI, R. K.; MAYER, R. T.; SHAPIRO, J. P. Cytology and physiology of silverleaf whitefly-induced squash silverleaf. **Physiology Molecular Plant Pathology**, v. 46, n. 3, p. 227-242, 1995.

JONES, D. R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 109, n. 3, p. 195-219, 2003.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 612 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia spp.*) transmissora de geminivírus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 15-22, 2008.

LAPUERTA, J. C. Anatomia y fisiología de la planta. In: VIÑALS, F. N. (Coord.); RINCÓN, A. R.; TELLO, J.; CUARTERO, J.; SEGURA, B. **El cultivo del tomate**. Madrid/Barcelona: Mundi-Prensa, 1999. cap. 2, p. 43-91.

LARA, F. M. **Princípios de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1992. 331 p.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LASTRA, R. Los geminivírus: un grupo de fitovirus con características especiales. In: HILJE, L.; ARBOLIDA, O. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y Caribe**: memoria. Turrialba: CATIE, Inf. Téc. n. 205, p. 16-19, 1993.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M. C.; ZANUNCIO, J. C.; MOREIRA, M. D.; PEREIRA, P. R. Fatores que influenciam o ataque de mosca-branca em jiloeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1033-1037, 2002.

LEVIN, D. A. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. **Annual Review of ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 7, p. 121-159, 1976.

LIMA, A. N.; BATISTA, J. L.; COSTA, N. P. Efeito de variedades de tomateiro no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* L.). **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 92-97, 2005.

LIMA, M. F.; BEZERRA, I. C.; RIBEIRO, S. G.; ÁVILA, A. C. Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do Submédio do Vale do São Francisco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 81-85, 2001.

LIMA, M. F. Viroses em hortaliças. **Cultivar: hortaliças e frutas**, Pelotas, n. 8, p. 16-21. 2001.

LIU, T. X.; STANSLY, P. A. Life history of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Hibiscus rosa-sinensis* (Malvaceae). **Florida Entomologist**, Winter-Haven, v. 81, n. 3, p. 437-445, 1998.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 1, p. 1-64.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C.; CHARCHAR, J. M.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Doenças: identificação e controle. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Orgs.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa-CNPQ, 2000. cap. 8, p. 88-111.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TRIVELLI, S. W. (Coord.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. 1. ed. São Paulo: UNESP, p. 257-304. 1998.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

MA, D.; GORMAN, K.; DEVINE, G.; LUO, W.; DENHOLM, I. The biotype and insecticide-resistance status of whiteflies, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), invading cropping systems in Xinjiang Uygur Autonomous Region, northwestern China. **Crop Protection**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 612-617, 2007.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 254 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds). **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: POTAFOS 2004. cap. 3, p. 35-105.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). **Legislação**: Instrução Normativa nº 24, de 15 de abril de 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 01 set. 2011.

MARANHÃO, Z. C. **Entomologia geral**. São Paulo: Nobel, 1976. 514 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINEZ, S. S. **O nim** – Azadirachta indica – natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2002. 142 p.

MARTIN, J. H.; MIFSUD, D.; RAPISARDA, C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 90, n. 5, p. 407-448, 2000.

MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, New Zealand, v. 1492, 2007. 84 p.

MATTSON, M. SCHJOERRING, J. K. Ammonia exchange between plants and the atmosphere: effects of ammonium supply to the roots dark induced senescence and reduced GS activity. **Soil Science**, v. 43, p. 1113-1117, 1997.

MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; VILELA, N. J.; FERRAZ, E. Tomate para processamento industrial. In: **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. par. 6, cap. 1, p. 547-556.

MELO, P. C. T. **Mosca-branca ameaça produção de hortaliças**. Campinas: ASGROW, 1992. 2 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1978. 593 p.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas cultivadas. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 2, p. 65-132.

- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 11, p. 281-298.
- MIZUNO, A. C. D. VILLAS BÔAS, G. L. **Biologia da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) em tomate e repolho**. Brasília: Embrapa-CNPq, Doc. n. 1, 1997. 5 p.
- MORALES, F. J.; JONES, P. G. The ecology and epidemiology of whitefly-transmitted viruses in Latin America. **Virus Research**, Madrid, v. 100, n. 1, p. 57-65, 2004.
- MOREIRA, A. N.; HAJI, F. N. P.; SANTOS, A. P.; HAJI, A. T.; BARBOSA, F. R.; ALENCAR, J. A. Aspectos biológicos de *Bemisia argentifolii* em tomateiro no Submédio do Vale do São Francisco. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO E DO CARIBE SOBRE MOSCAS BRANCAS E GEMINIVÍRUS, 8., 1999, Recife. **Anais e mini-resumos...** Recife: IPA, 1999. p. 75. 1 CD-ROM.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- MOUND, L. A.; HALSEY, S. H. **Whitefly of the world: a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data**. London: British Museum (Natural History); Chichester, John Wiley & Sons, 1978. 340 p.
- NANNIPIERI, P.; GREGO, S.; DELL'AGNOLA, G.; NARDI, S. Proprietà biochimiche e fisiologiche della sostanza organica. In: NANNIPIERI, P. (Ed.). **Ciclo della sostanza organica del suolo: aspetti agronomici, chimici, ecologici, ecologici e selvicolturali**. Bologna: Pàtron, 1993. p. 67-78.
- NASCIMENTO, W. M.; SALVALAGIO, R.; SILVA, J. B. C. Condicionamento químico do crescimento de mudas de tomate. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 21, n. 2, Suplemento CD. 2003.
- NAVA-CAMBEROS, U.; RILEY, D. G.; HARRIS, M. K. Temperature and host plant effects on development, survival, and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2001.
- NEITZKE, R. S.; BUTTOW, M. V. Tomate: presente dos astecas para a gastronomia mundial. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Coord.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 35, p. 803-818.
- NISHIDA, R. Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 57-92, 2002.
- NORMAN, J. **Management of silverleaf whitefly: a comprehensive manual on the biology, economic impact and control tactics**. Washington: USDA, 1996. 22 p.
- OHNESORGE, B.; SHARAF, N.; ALCAWI, T. Population studies on the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) during the winter season. I The spatial distribution on some host plants. **Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie**, Berlin, v. 90, p. 226-232, 1980.

OLIVEIRA, M. F. **Nutrição do tomateiro e sua influência na preferência para abrigo, alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (GENN.) biótipo B.** 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

OLIVEIRA, M. R. V.; FARIAS, M. R. A mosca-branca assusta produtores e pesquisadores. **A Granja**, Porto Alegre, v. 619, n. 1, p. 12-18. 2002.

OLIVEIRA, M. R. V.; FARIAS, M. R. **Mosca-branca do complexo *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (*Hemiptera: Aleyrodidae*): bioecologia e medidas de controle.** Brasília: Embrapa-Cenargen, Doc. n. 48, 2000. 111 p.

OLIVEIRA, M. R. V.; HENNEBERRY, T. J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 709-723, 2001.

OLIVEIRA, M. R. V.; LIMA, L. H. C.; MARINHO, V. L. A.; BATISTA, M. F.; AMÂNCIO, E.; VILARINHO, K. R.; SILVA, S. F.; FARIA, M. R. Moscas-brancas no Brasil e no mundo: identificação e expressão econômica. In: OLIVEIRA, M. R. V.; BATISTA, M. F.; LIMA, L. H. C.; MARINHO, V. L. A.; FARIA, M. R. (Eds.). **Moscas-brancas (*Hemiptera: Aleyrodidae*): praga e vetor.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. cap. 1, p. 5-87.

PALMER, K. E.; RYBICKI, E. P. The molecular biology of mastreviruses. **Advances in Virus Research**, Madrid, v. 50, p. 183-234, 1998.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 1, p. 21-35.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991. cap. 2, p. 9-65.

PARRA, J. R. P. Evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 3, p. 91-174.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD, M. L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 2, p. 38-90.

PASCHOAL, A. D. **Pragas da agricultura nos trópicos.** Brasília: ABEAS, 1988. 73 p.  
 PATEL, H. M.; JHALA, R. C.; PANDIA, H. V.; PATEL, C. B. Biology of whitefly (*Bemisia tabaci*) on okra (*Hibiscus esculentus*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 62, n. 7, p. 497-499, 1992.

PAULSON, G. S.; BEARDSLEY, J. W. Whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) egg pedicel insertion into host plant stomata. **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 506-508, 1985.

PEÑA, E. A.; PANTOJA, A.; BEAVER, J.; ARMSTRONG, A. Oviposición de *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera, Aleyrodidae) en cuatro genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. (leguminosae) con diferentes grados de pubescencia. **Folia Entomologica Mexicana**, Xalapa, v. 87, p. 1-12, 1993.

PENTEADO, S. R. **Adubação na agricultura ecológica: cálculo e recomendação numa abordagem simplificada**. 1. ed. Campinas: Edição do Autor, 2007. 174 p.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas: CATI, 1999. 79 p.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. New species of wild tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. **Systematic Botany**, Laramie, v. 30 n. 2, p. 424-434, 2005.

PÉREZ, D. V. **Química na agricultura**. 2010. Disponível em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_quimica\\_na\\_agricultura.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_quimica_na_agricultura.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2012.

PERRENOUD, S. **Potassium and Plant Health**. 2. ed. Berna: International Potash Institute, 1990. 363 p.

PERRING, T. M.; COOPER, A. D.; KAZMER, D. J. Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 4, p. 1278-1284, 1992.

PERRING, T. M.; COOPER, A. D.; KAZMER, D. J.; SHIELDS, C. SHIELDS, J. New strain of sweetpotato whitefly invades California vegetables. **California Agriculture**, Califórnia, v. 45, n. 12, p. 10-12, 1991.

PERRING, T. M.; COOPER, A. D.; RODRIGUEZ, R. J.; FARRAR, C. A.; BELLOWS JÚNIOR, T. S. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. **Science**, Washington, v. 259, n. 5091, p. 74-77, 1993.

PERRING, T. M. The *Bemisia tabaci* species complex. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 725-737, 2001.

PHILOUZE, J. El tomate y su mejora genética. In: TIRILLY, Y.; BOURGEOIS, C. M. (Coords.) **Tecnología de las hortalizas**. Zaragoza: ACRIBIA, 2002. cap. 7, p. 113-132.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. “**MB4**”: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Arapiraca: Fundação Juquira Candiru-MIBASA, 2000. 277 p.

- PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, M. A. Interações inseto-planta. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 5, p. 211-249.
- PIZZAMIGLIO, M. A. Ecologia das interações inseto/planta. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 4, p. 101-129.
- PLASENCIA, A. L.; GALLEGRO, J. C. Las plagas. In: VIÑALS, F. N. (Coord.); RINCÓN, A. R.; TELLO, J.; CUARTERO, J.; SEGURA, B. **El cultivo del tomate**. Madri/Barcelona: Mundi-Prensa, 1999. cap. 11, p. 385-467.
- POLSTON, J. E.; ANDERSON, P. K. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el hemisferio Occidental. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 53, p. 24-42, 1999.
- POLSTON, J. E.; ANDERSON, P. K. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, n. 12, p. 1358-1369, 1997.
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D. L.; MEYERDIRK, D. E. Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 784-752, 1985.
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C.; HENNEBERRY, T. J. Evaluation of insecticide rotations and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 4, p. 820-826, 1998.
- PRETTY, K. M. O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. (Coord.) **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA), p. 177-194. 1982.
- PRIMAVESI, A. Agroecologia: solo-planta-água-nutrição-saúde. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Encontro de agroecologia**. Campinas: Centro de Comunicação Rural, 2003. cap. 1, p. 1-21.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.
- QUINTELA, E. D. **Manual de identificação dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, Doc. n. 142, 2002. 51 p.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, POTAFOS, 1991. 343 p.
- RAMIRO, Z. A. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Disponível em: < <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IIIRifib/34-39.pdf> > Acesso em: 1 ago. 2011.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Trad. KRAUS, J. E. (Coord.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV/ Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSEMG), 1999. 359 p.

RIBEIRO, S. G.; MELLO, L. V.; BOITEUX, L. S.; KITAJIMA, E. W.; FARIA, J. C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 330, 1994.

ROSSEL, R. G.; BERDFORD, I. D.; FROHLINCH, R. J.; BROWN, J. K.; MARKHAM, P. G. Analysis of morphological variation in populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae). In: GERLING, D.; MEYER, R. T. (Eds.), **Bemisia 1995: taxonomy, biology, control and management**. Andover: Intercept, 1996. p. 147-149.

ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; SOUZA, H. A.; CORREIA, M. A. R.; PRADO, R. M. Introdução à nutrição de plantas. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp. 2008. cap. 1, p. 11-18.

RUFTY JUNIOR, T. W.; MACKOWN, C. T.; ISRAEL, D. W. Phosphorus stress effects on assimilation of nitrate. **Plant Physiology**, Monona, v. 94, n. 1, p. 328-333, 1990.

RUSSELL, L. M. Synonyms of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae). **Bulletin of the Brooklyn Entomological Society**, Brooklyn, v. 52, n. 5, p. 122-123, 1957.

RYBICKI, E. P. A phylogenetic and evolutionary justification for three genera of Geminiviridae. **Archives of Virology**, v. 139, p. 49-77, 1994.

SALAS, J.; MENDOZA, O. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Florida Entomologist**, Winter-Haven, v. 78, n. 1, p. 154-160, 1995.

SALGUERO, V. Perspectivas para el manejo del complejo mosca-branca-virosis. In: HILJE, L.; ARBOLIDA, O. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y Caribe: memoria**. Turrialba: CATIE, Inf. Téc. n. 205, 1993. p. 20-26.

SALVADOR, R. N. **A Mosca-branca (*Bemisia tabaci* Biótipo B) na Cultura do Tomate**. 2004. Disponível em: < <http://www.ihara.com.br/index/ezsite.asp?id=946>>. Acesso em: 1 ago. 2011.

SASAKI, J. L. S.; SENO, S. Importância da adubação na qualidade de algumas olerícolas: alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coords.); **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. cap. 19, p. 331-343.

- SCHUSTER, D. J.; MUELLER, T. F.; KRING, J. B.; PRICE, J. F. Relationship of the sweetpotato whitefly to new tomato fruit disorder in Florida. **Horticultural Science**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1618-1620, 1990.
- SCHUSTER, D. J.; STANSLY, P. A.; POLSTON, J. E. Expressions of plant damage by *Bemisia*. In: GERLING, D.; MEYER, R. T. (Eds.), **Bemisia 1995: taxonomy, biology, control and management**. Andover: Intercept, 1996. p. 153-165.
- SENTENAC, H.; GRIGNON, C. Effect of pH on orthophosphate uptake by corn roots. **Plant Physiology**, Monona, v. 77, n. 1, p. 136-141, 1985.
- SEGPLAN-GO. **Economia & desenvolvimento: conjuntura socioeconômica de Goiás**. Goiânia: Grafsafra, 3º tri. 2011. (Encarte: Indicadores econômicos e estatísticas básicas, 40 p.)
- SILVA, C. A.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Coord.). **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. cap. 10, p. 309-366.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 6, p. 275- 374.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.
- SIMMONS, A. M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyroidae): temporal and leaf surface factors. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 95, n. 4, p. 464-468, 2002.
- SIMMONS, A. M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyroidae): temporal and leaf surface factors. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 23, n. 2, p. 381-389, 1994.
- SINDAG (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA). **Mercado brasileiro de fitossanitários**. In: Workshop avaliação da exposição de misturadores, abastecedores e aplicadores a agrotóxicos. Brasília, 2009.
- SLANSKY JUNIOR, F.; PANIZZI, A. R. Nutritional ecology of seed-sucking insects. In: SLANSKY JUNIOR, F.; RODRIGUEZ, J. G. (Ed.). **Nutritional ecology of insects: mites, spiders, and related invertebrates**. New York: J. Wiley, 1987. cap. 9, p. 283-320.
- SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer. 2005. 423 p.
- SODEK, L. Metabolismo do nitrogênio. In: KERBAUY, G. B. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 4, p. 65-81.

- SODEK, L. Metabolismo do nitrogênio. In: KERBAUY, G. B. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. cap. 4, p. 94-113.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F.; SANTOS, M. *Bemisia* spp. na cultura da soja: ocorrência, controle químico e incidência do fungo entomopatogênico *Paecilomyces* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Resumos...** Salvador: SEB, 1997. p. 144.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 5, p. 129-146.
- SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeitos de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.
- SOUZA, S. R. ; FERNANDES, M. S. Nitrogênio . In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 9, p. 215-252.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704 p.
- STEVENSON, F. J. **Cycles of soil**: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfú, micronutrients. New York: John Wiley & Sons, 1986. 380 p.
- SUMMERS, C. G.; NEWTON JÚNIOR, A. S.; ESTRADA, D. Intraplant and intraplant movement of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) crawlers. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 6, p. 1360-1364, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- TAKAHASHI, K. M. **Aspectos bioecológicos e potencial de parasitismo de *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) em couve, tomate e soja**. 2005. 73 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.
- TAVARES, C. A. M. Ataque dos vírus. **Cultivar**: hortaliças e frutas, Pelotas, v. 2, n. 17, p. 26-29, 2002/2003.
- TAVARES, C. A. M. Perspectivas econômicas da tomaticultura frente aos problemas causados pelo Geminivirus. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 157-158, 2002.

TERRA, W. R. Digestão do alimento e suas implicações na biologia dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 67-99.

TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Fisiologia molecular e evolutiva do processo digestivo dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 4, p. 175-209.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 221 p.

TIMMERMANS, M. C.; PREMDAS, O. E.; MESSING, J. Geminiviruses and their uses as extrachromosomal replicons. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 45, p. 79-112, 1994.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 31, n. 4, p. 631-634, 2002.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

TSAI, J. H.; WANG, K. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 810-816, 1996.

TSAI, S. M.; ROSSETO, R. Transformações microbianas do fósforo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. cap. 7, p. 231-242.

VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; ALVARENGA, M. A. R. Manejo integrado das doenças do tomateiro: epidemiologia e controle. In: ALVARENGA, M. A. R. (Coord.). **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. cap. 9, p. 213-308.

VALLE, G. E. **Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* biótipo B**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2001.

VAN LENTEREN, J. C.; NOLDUS, L. P. J. J. Whitefly-plant relationships: behavioral and ecological aspects. In: GERLING, D. **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Andover: Intercept, 1990. cap. 3, p. 47-90.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 25, p. 1055-1105.

VENEGAS, V. H. A.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV/ Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSEMG), 1999. cap. 4, p. 25-32.

VILELA, E. F.; ZUCCHI, E. A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 173 p.

VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. **Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília: Embrapa-CNPq, Cir. Téc. n. 70, 2009. 16 p.

VILLAS BÔAS, G. L. **Caracterização molecular da mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Homoptera: Aleyrodidae) e determinação do potencial biótico das plantas hospedeiras: abobrinha; feijão; mandioca; milho; poinsetia; repolho e tomate**. 2000. 170 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília: Embrapa-CNPq, Cir. Téc. n. 9, 1997. 11 p.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 71-79, 2002.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Pragas e métodos de controle. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENS, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. cap. 11, p. 127-140.

VILLAS BÔAS, G. L. **Manejo integrado de mosca-branca**. Brasília: Embrapa-CNPq, Com. Téc. n. 28, 2005. 6 p.

VISCARRET, M. M. Lá situación actual de las moscas blanca en la Argentina: perspectiva de manejo. In: TALLER LATINOAMERICANO Y DEL THE CARRIBBENAN SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS. 8., 1999, Recife. **Anais...** Recife: IPA, 1999. p. 59.

VISSER, J. H. Host odor perception in phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 31, p. 121-144, 1986.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 12, p. 299-325.

VITTI, G. C.; WIT, A.; FERNANDES, B. E. P. Eficiência agronômica dos termofosfatos e fosfatos alternativos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. cap. 25, p. 690-726.

- WAGNER, T. L. Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 5, p. 1179-1188, 1995.
- WALLING, L. L. The Myriad Plant Responses to Herbivores. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 19, n. 2, p. 195-216, 2000.
- WANG, K.; TSAI, J. H. Temperature effect on development and reproduction of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 89, n. 3, p. 375-384, 1996.
- YEE, W. L. TOSCANO, N. C. Ovipositional preference and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in relation to alfalfa. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 89, n. 4, p. 870-876, 1996.
- YOKOYAMA, M. Manejo da mosca-branca. **Correio Agrícola**, São Paulo: Bayer Cropscience, n. 1, p. 22-24, 2008.
- YUKI, V. A. Mosca branca: histórico dos surtos e medidas de controle como praga e vetora de vírus. **O Agrônomo**, Campinas. v. 53, n. 1, p. 22-25, 2001.
- ZERBINI, F. M.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; FERNANDES, J. J.; GILBERTSON, R. L.; CARRIJO, I. V. Um novo geminivirus isolado de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 430, 1996.
- ZERBINI JÚNIOR, F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução à virologia vegetal**. Lavras: UFV, 2002. 145 p.