

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CARLOS MAGNO RAMOS OLIVEIRA

**RELAÇÕES ENTRE FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO MINERAL
DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*) E SEU EFEITO SOBRE A
MOSCA-MINADORA *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (*Diptera:*
Agromyzidae)**

ALEGRE

2014

CARLOS MAGNO RAMOS OLIVEIRA

RELAÇÕES ENTRE FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*) E SEU EFEITO SOBRE A MOSCA-MINADORA *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (*Diptera: Agromyzidae*)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração de Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos

ALEGRE

2014

CARLOS MAGNO RAMOS OLIVEIRA

RELAÇÕES ENTRE FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO MINERAL DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*) E SEU EFEITO SOBRE A MOSCA-MINADORA *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (*Diptera: Agromyzidae*)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração de Solos e Nutrição de Plantas.

Aprovada em ___ de _____ de 20__.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos
Centro de Ciências Agrárias – UFES
(Orientador)

Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Centro de Ciências Agrárias - UFES
(Co-orientador)

Prof. Dr. Anderson Mathias Holtz
Instituto Federal de Educação do Espírito Santo –
Campus Itapina

Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel
Instituto Federal de Educação do Espírito Santo –
Campus de Alegre

DEDICATÓRIA

À minha filha Amanda, que sempre me trouxe a realidade de pai quando este trabalho exigia momentos de ausência. E a minha esposa Beatriz, que sempre esperou de mim apenas o necessário, e com isso pude me dedicar com mais afinco a pesquisa. A elas dedico este trabalho, a mais nobre recompensa de meus árduos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus Pai e a Nossa Senhora Aparecida pelo afeto e amparo espiritual.

Ao Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos, professor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES, pelo compromisso e dedicação ao processo de orientação desta tese.

Ao Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, professor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES e coordenador do NUDEMAFI, pela co-orientação e apoio operacional durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Anderson Mathias Holtz pelas sugestões e contribuições ao trabalho.

Ao Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel pela atenção dada sempre que solicitado.

Ao Prof. Paulo Cesar Cavate pelo apoio dado a realização das análises químicas de aminoácidos livres e de açúcares solúveis.

Ao Prof. Dr. Adésio Ferreira, professor do Departamento de Produção Vegetal do CCA-UFES, pelos conselhos estatísticos.

Aos professores doutores José Augusto Teixeira do Amaral e Marcelo Antônio Tomás, coordenadores do Laboratório de Nutrição de Plantas, pelo suporte dado a realização das análises químicas.

Ao Prof. Dr. Felipe Vaz de Andrade, coordenador do Laboratório de Física do Solo, pela disponibilidade de reagentes e equipamentos necessários a pesquisa.

Aos professores do curso de Pós-Graduação, pelo apoio durante o curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento por ceder espaço destinado a um dos experimentos.

Ao ex-professor Dr. Augusto Cesar Leite pelo apoio ao experimento.

A Prof^a Dr.^a Patrícia Fontes Pinheiro, professora do Departamento de Química, pelos reagentes e atenção dispensada.

Aos colegas técnicos de laboratório Silvio Ferraz (Nutrição Mineral de Plantas), Marcelo de Souza (Física do solo) e Ronaldo Maraboti, Camila Taiany e Danilo Andrade (Química do solo), Leonardo Mardgan (NUDEMAFI) que, através de suas habilidades contribuíram com as análises químicas necessárias a esta tese.

A D. Carlota e a D. Luzia, pelo cafezinho sempre disponível.

Aos graduandos em Agronomia, Janice Venturin, Ana Paula Moraes, Marcel Oliveira, Camila Santos, Camila Costabeber, Anderson Poleze, Samira Luns, Ingrid

Shimidt, Elisa Regina, Luana Faria, Alixelle Damascena, Romário Vargas, Leonardo Frinhani, Gizele Rosalem (Engenharia Florestal) Stéphanie Ferrari, pela disponibilidade e ajuda sempre que possível a manutenção do experimento e análises químicas.

Aos pós-graduandos Paulo Roberto da Rocha e Tiago Souza pela disponibilidade em ajudar quando necessário.

A Eliane Soares, Gabriela Gai e Natiélia Nogueira pela torcida sempre favorável a este trabalho.

Aos alunos e ex alunos do laboratório NUDEMAFI Flávio Neves, Débora Ferreira, Luziane Bestete, João Paulo Pereira, Vitor Zuin, Priscila Stinguel, José Romário de Carvalho, Débora Fornazier, Wilker Pinheiro, Wilson Rodrigues, Hígor Rodrigues, Amanda Carlos, Lorena Contarini, Laura Vaillant, Vitor Pirovani, Luiz Moreira, Adamastor Barros, Ingrid Fioresi e Ana Clara Thezolin.

Ao todos que direta e indiretamente ajudaram neste trabalho.

Aos meus pais, Miguel e Dorvelina e a minha irmã Denny Fernanda, pelo apoio incondicional durante esta etapa de minha vida, contribuindo com compreensão, esforço e apoio para a concretização deste trabalho.

A FAPES e ao CNPQ pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO I – DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO E SUSCETIBILIDADE DO TOMATEIRO (<i>Lycopersicon esculentum</i>) AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA (<i>Liriomyza sativae Blanchard</i>) SOB CONFINAMENTO	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	15
2.1.1 Coleta e preparo do solo	16
2.1.2 Caracterização do solo	17
2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo	17
2.1.3 Montagem dos experimentos	18
2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais	18
2.1.5 Condução para análise dos parâmetros entomológicos	19
2.1.5.1 Criação e multiplicação da mosca minadora	19
2.1.5.2 Testes de confinamento	20
2.2 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS	21
2.2.1 Análises de Parâmetros Vegetativos e Nutricionais	21
2.2.2. Análises de Parâmetros Entomológicos	21
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 ANÁLISES NUTRICIONAIS	22
3.2 ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS	25
4 CONCLUSÕES	30
5 REFERÊNCIAS	30

CAPÍTULO II – DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO E SUSCETIBILIDADE DO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum*) AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA (*Liriomyza sativae* Blanchard) SOB LIVRE ESCOLHA 33

1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	35
2.1.1 Coleta e preparo do solo	35
2.1.2 Caracterização do solo	36
2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo	36
2.1.3 Montagem dos experimentos	36
2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais	37
2.1.5 Condução para análise dos parâmetros entomológicos	37
2.1.5.1 Criação e multiplicação da mosca minadora	38
2.1.5.2 Teste de Livre escolha	38
2.2 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS	39
2.2.1 Análises de Parâmetros Vegetativos e Nutricionais	39
2.2.2. Análises de Parâmetros Entomológicos	39
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1 ANÁLISES NUTRICIONAIS	40
3.2 ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS	50
4 CONCLUSÕES	54
5 REFERÊNCIAS	54

CAPÍTULO III –INDUTORES DE RESISTÊNCIA EM TOMATEIRO SUSCETIVEL AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO.....57

1 INTRODUÇÃO	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	59
2.1.1 Coleta e preparo do solo	59
2.1.2 Caracterização do solo	59

2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo.....	59
2.1.3 Montagem dos experimentos.....	60
2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais.....	60
2.5 CONDUÇÃO PARA ANÁLISE DOS PARÂMETROS ENTOMOLÓGICOS.....	61
2.5.1 Criação e multiplicação da mosca minadora.....	62
2.5.2 Condução dos indutores de resistência.....	62
2.5.3 Teste de confinamento.....	63
2.5.4 Teste de Livre escolha.....	64
2.6 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	65
2.6.1 Análises de Parâmetros Vegetativos, Nutricionais e Bioquímicos.....	65
2.6.2. Análises de Parâmetros Entomológicos.....	66
2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	66
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.1. ANÁLISES NUTRICIONAIS.....	66
3.2. ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS.....	85
3.2.1. Teste de confinamento.....	85
3.2.2. Teste de Livre escolha.....	90
4 CONCLUSÕES.....	94
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
6 REFERÊNCIAS.....	100
APENDICE A – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO PRIMEIRO EXPERIMENTO.....	100
APENDICE B – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO SEGUNDO EXPERIMENTO.....	101
APENDICE C – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO TERCEIRO EXPERIMENTO.....	103

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma cultura olerácea que se destaca entre as hortaliças cultivadas no Brasil, tanto em área plantada como em produtividade, sendo cultivada em todo território nacional, sob diferentes tipos de manejo. Em nível mundial, a produção de tomate duplicou nos últimos 20 anos, sendo o Brasil o oitavo produtor, destacando-se como os principais produtores os Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Rio de Janeiro (MAKISHIMA; MELO, 2009).

O tomateiro é considerado uma das hortaliças mais exigentes em nutrientes, sendo uma das espécies que melhor responde a doses elevadas de adubos químicos. Os teores e acúmulos de nutrientes desta cultura variam principalmente de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, com a cultivar e a produção que se deseja obter, sendo, dessa forma, importante o seu conhecimento para elaborar um programa de adubação. Os efeitos da adubação agem na composição dos nutrientes das plantas de tomate e influenciam na resistência das mesmas ao ataque de muitas pragas. Entre os fatores nutricionais que influenciam os níveis de danos de artrópodes em uma cultura, o nitrogênio tem sido considerado crítico para ambos, plantas e predadores (VENTURA; CARVALHO; PEREIRA, 2007).

Outra particularidade desta cultura é que a sua produção é dificultada em virtude do grande número de pragas que a atacam, destacando-se dentre outras a mosca-minadora (*Liriomyza sativae* – Diptera: Agromyzidae), por causar galerias nas folhas do tomateiro, o que reduz a produção de fotoassimilados, causando danos a produção e ao ganho do agricultor (GALLO, 2002).

De acordo com Pratissoli et al (2014) dentre os autores que se preocuparam em relacionar o ataque de pragas ao fornecimento adequado de nutrientes, Francis Chaboussou é aquele que reconhecidamente merece destaque por propor a teoria da trofobiose. O termo Trofobiose origina-se do grego: *Trophos* (alimento) e *Biosis* (existência de vida). Segundo esta teoria, quando o fornecimento de nutrientes é adequado, os danos causados por pragas e doenças são pouco acentuados. Assim, a suscetibilidade diminui ou a resistência aumenta quando os vegetais são

cultivados em níveis adequados de nutrientes disponíveis (VILANOVA; SILVA JÚNIOR, 2009).

Segundo a Teoria da Trofobiose, o estado nutricional das plantas cultivadas são determinantes para que os vegetais apresentem resistência ou susceptibilidade à incidência de pragas. Quando nutridas de maneira divergente ao esperado para seu pleno desenvolvimento, as plantas recebem nutrientes de forma inadequada e isto pode causar alterações no metabolismo vegetal, fazendo com que ocorra o rompimento das proteínas formadas (*proteólise*) nos tecidos, no qual os insetos encontram as substâncias solúveis necessárias para a nutrição (SEVERINO, 2001). Por sua vez, Passos et al (2012) pondera que na ocorrência de equilíbrio nutricional, os nutrientes fornecidos de maneira adequadas favorecem um baixo nível de substâncias solúveis que não correspondem às exigências tróficas das pragas, ficando as plantas desta forma menos atrativas ao ataque de insetos, aumentando-se desta maneira, a resistência das plantas aos insetos.

A teoria da trofobiose sustenta-se na ideia de que as pragas somente atacarão as plantas que forem adequadas a sua alimentação. Para isto, os vegetais devem conter em seus tecidos aminoácidos livres, decorrentes da quebra de ligações peptídicas separando assim as unidades monoméricas de α -aminoácidos, que outrora formavam as proteínas. A desnaturação das proteínas (*proteólise*) libera α -aminoácidos ligados covalentemente a um grupo amino ($-\text{NH}_2$), um grupo carboxílico ($-\text{COOH}$), um átomo de hidrogênio e uma cadeia lateral responsável em diferir cada aminoácido. Neste caso, em que predomina a *proteólise*, à formação de aminoácidos livres a partir da decomposição das proteínas (MEIRELLES, 2005).

O uso de alguns insumos, tais como agrotóxicos e adubos químicos favorecem a *proteólise* e inibem a *proteossíntese*, tornando as plantas mais suscetíveis a pragas (DAROLT, 2001). Nota-se, portanto, que o manejo das culturas possui forte influência sobre o potencial biótico dos organismos vivos. Para sobrevivência dos insetos fitófagos há necessidade que a planta forneça, ao menos em quantidades mínimas, nutrientes para o seu desenvolvimento. Assim, supõe-se que a planta ou parte da planta cultivada só será atacada por um inseto, neste caso a mosca-minadora, quando as plantas conter em sua seiva, exatamente o alimento que os insetos precisam. Este alimento é constituído, principalmente, por aminoácidos que

são substâncias simples e se desmancham facilmente (solúveis) (MEIRELLES et al, 2008).

Nesse contexto, a realização de pesquisas que visem identificar qual a relação existente entre o ataque de mosca-minadora com a nutrição de plantas adquire importância, principalmente, quando se busca aprimorar as práticas de manejo integrado do tomateiro. Estudos dessa natureza fornecem subsídios para a elaboração de critérios que sirvam como indicadores ao produtor de tomate, mostrando-o que a carência ou excesso de determinado nutriente culmina com uma maior susceptibilidade da cultura a ser hospedeira desta praga. Esta compreensão pode ser o primeiro passo a ser tomado pelo agricultor no sentido de se evitar a aplicação de agroquímicos e utilizar de forma eficiente a adubação mineral.

Desta maneira, os objetivos gerais deste trabalho foram avaliar a influência de diferentes relações entre nitrogênio e potássio sobre a nutrição mineral e a resistência do tomateiro ao ataque de mosca-minadora em condições de confinamento (capítulo I) e livre escolha (capítulo 2) e também a influência do uso dos indutores de resistência e níveis de potássio sob a nutrição mineral, aminoácidos livres totais, açúcares solúveis totais e a suscetibilidade do tomateiro ao ataque de mosca-minadora sob confinamento e livre-escolha (Capítulo III).

As hipóteses testadas para o capítulo I (experimento com insetos em confinamento) e o capítulo II (experimento com insetos em livre-escolha) tinham como proposições que os menores ataques da mosca-minadora ocorreriam nos tratamentos onde os níveis de nitrogênio e potássio utilizados no cultivo de tomate em vasos próximos dos níveis adequados. E também que a aplicação associada de nitrogênio e potássio, nas doses testadas, poderiam acarretar um efeito sinérgico à nutrição do tomateiro e positivo no controle da mosca-minadora.

As hipóteses testadas para o capítulo III tinham como proposições que haveria um menor ataque da mosca-minadora nos tratamentos onde os níveis de potássio utilizados para a cultura do tomateiro fossem adequados e seu uso associado a indutores de resistência. Espera-se obter nas plantas com menores taxas de ataque da mosca-minadora um valor médio de aminoácidos livres totais e açúcares solúveis totais inferiores aos encontrados em plantas mais atacadas.

Os objetivos gerais deste trabalho foi o de avaliar os efeitos de diferentes relações entre nitrogênio e potássio e também a influência do uso de indutores de resistência e níveis de potássio sobre a nutrição mineral, suscetibilidade e a resistência do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em condições de confinamento e livre-escolha.

2 REFERÊNCIAS

- GALLO, D. *et al.* **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.
- MAKISHIMA, N.; MELO, W. F. O rel das hortaliças. **Revista Cultivar**. Embrapa Hortaliças, n. 75, p. 28-32, 2009.
- MEIRELLES, L. R. *et al.* **Agricultura Ecológica: princípios básicos**. Centro Ecológico, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2005.
- PASSOS, R. R.; OLIVEIRA, C. M. R.; HOLTZ, A. M.; RANGEL, O. J. P. Nutrição de plantas relacionada à incidência de insetos-praga. In. PRATISSOLI, D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAGO, H. B.; ALVES, F. R.; VIANA, U. R.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G. dos.; RODRIGUES, C. **Tópicos Especiais em Produção Vegetal III**. Universidade Federal do Espírito Santos. Centro de Ciências Agrárias: Alegre, 2012.
- VENTURA, S. R. da S., CARVALHO, A. G. de, PEREIRA, F. T. Efeito da adubação na população de *Corythaica cyathicollis* em berinjela, em função do período de coleta. **Revista Biotemas**, n. 21, v.1, mar. 2008.
- PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, C. M. R.; ZAGO, H. B.; PAES, J. P. P.; CARVALHO, J. R. **O vigor vegetal e nutricional e o ataque de pragas na agricultura**.

CAPÍTULO I – DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO E RESISTÊNCIA DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*) AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA (*Liriomyza sativae* Blanchard) SOB CONFINAMENTO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes relações entre nitrogênio e potássio sobre a nutrição mineral e a resistência do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em condições de ausência de escolha (confinamento). Amostras de 5 dm³ de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, encubadas por 21 dias, elevando a 80% a saturação por bases. Em paralelo foram plantadas sementes de tomate da variedade Alambra F1. O experimento foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) em delineamento em blocos casualizados num esquema fatorial 5 x 5, sendo cinco níveis de nitrogênio e potássio contendo 0, 50, 100, 150 e 200% dos níveis necessários para os respectivos nutrientes na cultura do tomate. Foram utilizadas 4 repetições. Para infestação, foi selecionada uma folha das plantas cultivadas, localizados no terço superior (3^o ou 4^o folha a partir do ápice da planta), coberta por uma sacola de tecido tipo Voal de 22 cm de comprimento e 15 cm de largura e liberados 10 adultos de mosca-minadora por um período de 24 horas. Após a retirada das pupas, foi realizado o corte da 3^a ou 4^a folha do tomateiro onde estava instalada a gaiola de voal. As variáveis nutricionais avaliadas foram teores de nitrogênio e potássio na 3^o ou 4^o folha. As variáveis entomológicas avaliadas foram duração da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade da fase pupal, longevidade e razão sexual. Concluiu-se que o tomateiro apresentou teores crescentes de nitrogênio e potássio a medida que se aumentou seus respectivos níveis nas combinações estudadas. As plantas de tomate que apresentaram a relação N/K em 1/1 apresentaram resistência induzida e as relações N/K 1/0, 0/0, 0/1, 2/0 e 0,5/0 apresentaram algum efeito inibidor de oviposição e alimentação dos insetos.

Palavras-chave: Fertilidade. Adubação. Manejo de pragas. Tomate.

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é a segunda cultura hortícola mais cultivada no território nacional, sendo responsável por quase um quarto do total da produção de hortaliças no Brasil. O tomate de mesa, com uma produção de mais de 4 milhões de toneladas em 2013, consolidou o país entre os maiores produtores do mundo (AGRIANUAL, 2013), destacando-se os estados de Goiás, seguido de São Paulo, Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro como os maiores produtores de 2012 (CARVALHO et al, 2013). Em todos os estados produtores, destaca-se o uso intensivo de tecnologias modernas, sendo marcante a aplicação de produtos químicos no controle de pragas e doenças, como também o uso de adubos químicos, destacadamente os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (CARMO; CALIMAN, 2010).

Dentre os nutrientes que possuem grande importância para a cultura do tomate, o nitrogênio e o potássio se destacam (GENÚNCIO et al, 2010). No tomateiro, o potássio é absorvido em maiores quantidades quando comparado a outros nutrientes (Kanai et al, 2007), e juntamente com o nitrogênio relaciona-se diretamente com a produção e qualidade dos frutos (Fontes et al., 2000; Ferreira et al, 2006) e também possui papel de destaque na produção de fotoassimilados e ativador enzimático (TAIZ; ZEIGER, 2004). Por sua vez, o nitrogênio pode afetar atributos como pH, acidez total titulável, concentração de sólidos solúveis, coloração e peso fresco que, conjuntamente, determinam a qualidade dos frutos.

Ao se considerar a composição nutricional das plantas de tomate, quando há um desbalanceamento do fornecimento de nutrientes como nitrogênio e potássio, a maioria de seus tecidos tornam-se alimentos para os insetos conforme é proposto por Francis Chaboussou. Francis Chaboussou propôs através da teoria da trofobiose que a fertilidade do solo possui influência direta sobre o desenvolvimento de plantas e relação estreita com a densidade populacional de insetos fitófagos (HERZOG; FUNDERBURK, 1986; SCHULZE, DJUNIADI, 1998). Estudos envolvendo relações entre adubação de plantas e incidência de insetos podem indicar a quantidade em que um nutrientes como o nitrogênio e potássio podem favorecer ou não a ocorrência desses insetos nas culturas (VENTURA; CARVALHO; PEREIRA, 2007).

O fornecimento de nutrientes em quantidade necessária as plantas, tais como nitrogênio e potássio, agem diretamente sobre o potencial biótico dos organismos vivos que parasitam os vegetais, aumentando sua resistência. No entanto, para sobrevivência dos insetos fitófagos (aumento da suscetibilidade) há necessidade que a planta forneça, ao menos em quantidades mínimas, nutrientes para o seu desenvolvimento (PASSOS et al, 2012). Desta forma, sabe-se que o fornecimento de nutrientes possui influência sobre a resistência ou suscetibilidade da planta a agressores como a mosca-minadora (PANIZZI; PARRA, 2009).

Nesse sentido, estudos revelam que há uma forte correlação entre a quantidade de nutrientes fornecidos as plantas e sua influência na infestação de determinadas pragas, sendo que as evidências constataam que um fornecimento equilibrado de nutrientes assegura o crescimento ótimo da planta e sua resistência a ataques de competidores bióticos (pragas e doenças) (BORSOI; COSTA, 2001; PANIZZI; PARRA, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes relações entre nitrogênio e potássio sobre a nutrição mineral e a resistência do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em condições de confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no Município de Alegre, situado a 20°45'48" de latitude Sul e 41°31'57" de longitude oeste, com altitude de 150 metros. De acordo com o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013) o clima predominante é quente e úmido no verão e inverno seco, precipitação anual média

de 1.200 mm e temperatura média anual de 22,2°C, com máximas diárias de 29°C e mínimas de 16,9°C.

2.1.1 Coleta e preparo do solo

O solo utilizado é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, coletado na profundidade de 0 – 20 cm na Fazenda Querência, município de São José do Calçado, Estado do Espírito Santo (ES). A área encontra-se em relevo forte ondulado, estando em pousio há aproximadamente 10 anos, com cobertura vegetal predominantemente de samambaia. Após coletado, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário magnesiano caracterizado química no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) (TABELA 1).

Tabela 1 – Caracterização química do calcário

Parâmetro	%
Óxido de cálcio (CaO)	44,0
Óxido de magnésio (MgO)	8,80
Poder de neutralização	100
Eficiência relativa	100
PRNT	100

1. Poder de neutralização (PN): $\%CaO \times 1,79 + \%MgO \times 2,48$; 2. Eficiência relativa (ER): $[(A \times 0,0) + (B \times 0,2) + (C \times 0,6) + (D \times 1,0)/100]$, sendo A, B, C = % de corretivo que fica retido, respectivamente, nas peneiras nº 10, 20 e 50, e D = % de corretivo que passa na peneira nº 50; e 3. PRNT = $PN \times ER / 100$.

Foram aplicados em amostras com volume de 1,7 dm³ de TFSA o corretivo calcário magnesiano, o qual foi devidamente homogeneizado, buscando atingir a saturação por bases de 80%, conforme Prezotti et al., (2007). Posteriormente, o solo foi acondicionado em sacos plásticos e incubado por 21 dias, com umidade próxima a 70% do volume total de poros (VTP). Durante o período de incubação, os sacos plásticos foram abertos durante 2 horas à noite. Após o período de incubação e com o plantio, a umidade de 70% do VTP foi mantida através de pesagens diárias, de acordo com Freire et al. (1980).

2.1.2 Caracterização do solo

2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo

Amostras representativas da TFSA foram separadas para a caracterização química: pH em água (relação 1:2,5); potássio trocável por fotometria de chama, após extração por Mehlich-1; cálcio e magnésio trocáveis por extração com cloreto de potássio 1 mol/L e determinação por absorção atômica; alumínio trocável por extração com cloreto de potássio 1 mol/L e titulação; acidez potencial (H+Al) por extração com acetato de cálcio 0,5 mol/L, pH 7,0 e titulação; fósforo por colorimetria, após extração por extrator Mehlich-1; matéria orgânica por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 1997), soma de bases (S), a capacidade de troca catiônica (CTC) saturação por bases (V) e por alumínio (m). A caracterização física constou da determinação da composição granulométrica (areia, silte e argila), densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total, conforme Embrapa (1997) (Tabela 2).

Tabela 2 – Atributos físicos e químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm

Areia (%) ¹	62
Silte (%) ¹	6
Argila (%) ¹	32
Densidade do solo (kg dm ⁻³) ²	1,05
Densidade de partículas (kg dm ⁻³) ³	2,35
pH em água	4,95
P (mg dm ⁻³)	7,01
K (mg dm ⁻³)	33,00
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,31
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,58
Na (mg dm ⁻³)	12,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,75
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	11,14
Soma de bases. (cmol _c dm ⁻³)	1,02
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³)	12,16
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	2,77
Saturação por bases (%)	8,42
Saturação por alumínio (%)	63,00
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	35,3

¹.Método da Pipeta (Agitação Lenta); ² Método da Proveta; ³ Método do balão volumétrico; Métodos de extração: pH em água (relação 1:2,5); potássio trocável por fotometria de chama, após extração com extrator Mehlich-1; cálcio e o magnésio trocáveis por extração com cloreto de potássio 1 mol L-1 e determinação por titulometria; alumínio trocável por extração com cloreto de potássio 1 mol L-1 e titulação; acidez potencial por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L-1, pH 7,0 e titulação; fósforo

por colorimetria, após extração com extrator Mehlich-1; e matéria orgânica por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 1997).

2.1.3 Montagem dos experimentos

Sementes de tomate da variedade Alambra F1 foram semeados de maneira individualizada em bandejas de isopor com 128 células, contendo substrato Plantmax. Ao atingirem a altura de 10 cm, considerando-se da base do colo até a extremidade superior da muda, as mesmas foram retiradas, sendo transplantada uma muda por vaso. Ao atingirem a altura de 30 cm, as plantas foram tutoradas.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram feitas com sulfato de amônio P.A., fosfato de cálcio P.A e cloreto de potássio monobásico P.A. via água de irrigação. O controle de plantas daninhas foi feito mecanicamente. O período experimental foi de 45 dias, sendo do transplântio até a retirada das pulpas. A quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicada baseou-se nos ensaios para ambiente controlado proposto por Novais et al. (1991).

2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais

Para a análise dos parâmetros nutricionais, relacionados aos teores de nitrogênio e potássio foliares do tomateiro, deu-se a condução do experimento num delineamento em blocos casualizados, distribuídos num esquema fatorial 5 x 5, sendo: cinco níveis de nitrogênio: N₁ (0% do nível de nitrogênio recomendado), N₂ (50% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 50 mg/kg de solo), N₃ (100% do nível de nitrogênio recomendado correspondente a 100 mg/kg de solo), N₄ (150% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 150 mg/kg de solo) e N₅ (200% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 200 mg/kg de solo) e cinco doses de potássio: K₁ (0% do nível de potássio recomendado), K₂ (50% do nível de potássio recomendado, correspondente a 75 mg/kg de solo), K₃ (100% do nível de potássio recomendado, correspondente a 150 mg/kg de solo), K₄ (150% do nível de potássio recomendado, correspondente a 225 mg/kg de solo) e K₅ (200% do nível de potássio recomendado, correspondente a 300 mg/kg de solo), com 4

repetições. O fósforo foi aplicado em parcela única e sua quantidade foi a mesma para todos os tratamentos, correspondendo a 300 mg kg⁻¹. Neste mesmo momento foi colocado a metade das doses de nitrogênio e potássio, aplicadas momentos antes do transplante das plantas de tomate. Após 15 dias do transplante a outra metade das doses de N e K foram aplicadas, também via água de irrigação, em cobertura.

2.1.5 Condução para análise dos parâmetros entomológicos

Para a análise de parâmetros entomológicos relacionados à mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunckard), a condução do experimento ocorreu em um delineamento em blocos casualizados contendo em cada bloco 25 tratamentos (relações da dose adequada de Nitrogênio/Potássio (g/vaso)), com 4 repetições, conforme se observa na Tabela 3.

Tabela 3 - Relações da dose adequada de nitrogênio e potássio (g/vaso)

Relação N/K	Dose (g/vaso)	Relação N/K	Dose (g/vaso)	Relação N/K	Dose (g/vaso)	Relação N/K	Dose (g/vaso)	Relação N/K	Dose (g/vaso)
0/0	0/0	0,5/0	0,5/0	1/0	0,10/0	1,5/0	0,150/0	2/0	0,200/0
0/0,5	0/0,075	0,5/0,5	0,05/0,075	1/0,5	0,10/0,075	1,5/0,5	0,150/0,075	2/0,5	0,200/0,075
0/1	0/0,150	0,5/1	0,05/0,150	1/1	0,10/0,150	1,5/1	0,150/0,150	2/1	0,200/0,150
0/1,5	0/0,225	0,5/1,5	0,05/0,225	1/1,5	0,10/0,225	1,5/1,5	0,150/0,225	2/1,5	0,200/0,225
0/2	0/0,300	0,5/2	0,05/0,300	1/2	0,10/0,300	1,5/2	0,150/0,300	2/2	0,200/0,300

2.1.5.1 Criação e multiplicação da mosca-minadora

Os adultos de *L. sativae* utilizados foram retirados da criação estoque do NUDEMAFI. Nesta criação, adultos de mosca-minadora de diferentes idades foram mantidas em gaiolas de tela anti-afídeo medindo 0,50mx0,40mx0,30m, em sala com temperatura de 25 ± 2°C e fotoperíodo de 12 hs. Vasos com plantas de feijão-deporco (*Canavalia ensiforme* L.) com 15 dias de emergidas foram colocadas por 24 hs no interior das gaiolas, para que, após alimentação e cruzamento dos adultos, suas folhas fossem usadas para oviposição. Após este período as plantas são retiradas e alocadas em casa-de-vegetação por 5 dias. A partir desse período, as folhas foram

destacadas das plantas e retornaram para sala de criação, colocando-se o pecíolo em tubos de fundo chato com água arranjados em grades de ferro de 0,27mx0,20m que foram presas a prateleiras de estantes de ferro. As folhas eram mantidas desta maneira até a saída das pré-pulpas, que posteriormente eram acomodadas em placa de petri de 100x20mm vedadas com plástico filme do tipo PVC até a emergência do adulto.

2.1.5.2 Testes de confinamento

Para avaliar a resistência do tomateiro à mosca-minadora (*Liriomyza sativae*) sob diferentes relações entre N/K, foi realizado um teste de confinamento em plantas de tomateiro com 40 dias de transplantadas. Para infestação, foi selecionada uma folha das plantas cultivadas, localizados no terço superior (3^o ou 4^o folha a partir do ápice da planta). Após seleção da folha, esta era envolta por tecido tipo voal de 22 cm de comprimento por 15 cm de largura, a qual constituiu um saco. Posteriormente, dez adultos de mosca-minadora com 24 horas de idade foram aspirados à partir de placas de petri utilizadas para manutenção da criação estoque, para tubos de acrílico de 1,5 cm de diâmetro por 2,5 cm de altura, que então eram fechados com filme plástico. Posteriormente, os tubos de acrílico eram introduzidos a partir da base de cada saco de voal, o filme plástico retirado e depois o voal era preso à bainha das folhas por meio de fita crepe. Os adultos de *Liriomyza sativae* foram confinados durante 24 horas para possibilitar o cruzamento e a oviposição no folíolo.

Após esse período, os sacos com os insetos foram retirados das folhas, sendo devidamente identificadas. As plantas infestadas foram mantidas na casa de vegetação e monitoradas diariamente durante a fase de ovo e estádios iniciais da fase de larva com o auxílio de uma lupa de bolso com aumento de 30 vezes. A partir da observância de desenvolvimento larval, os sacos foram colocados novamente nas folhas e permaneciam até emergência da pré-pupa, quando então foram retiradas as folhas. As pupas de cada repetição eram contadas e separadas individualmente em placas do tipo minigerbox (2,5 cm de diâmetro de 1,5 cm de altura), forradas com papel filtro e acondicionadas em câmara climatizada do tipo B.O.D com fotoperíodo de 12 horas e termoperíodo de 28 °C diários e umidade de 50%.

2.2 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS

2.2.1 Análises de Parâmetros Nutricionais

Após a retirada das pupas (45 dias após o transplante), foi realizado o corte da 3ª ou 4ª folha do tomateiro onde estava instalada a gaiola de voal. Após serem colocadas em sacolas de papel devidamente identificadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C durante 72 horas.

O material seco foi triturado em moinho Wiley, provido de peneira de aço inoxidável com malhas de 0,42 mm e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados para análises químicas dos teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K).

2.2.2. Análises de Parâmetros Entomológicos

As variáveis entomológicas foram analisadas no Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI. As análises consistiram nas seguintes avaliações: duração da fase da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade da fase pupal, longevidade e razão sexual. Para a medição da fase larval observaram-se as folhas em que foram submetidas ao confinamento, identificando-se as puncturas e acompanhando o seu desenvolvimento através de lupa de aumento de 30 vezes. A partir da eclosão deu-se início a contagem do período larval até a saída da pupa. A razão sexual foi calculada através da fórmula: $rs = n.^{\circ} \text{ de fêmeas} / n.^{\circ} \text{ de fêmeas} + n.^{\circ} \text{ de machos}$.

2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Software SISVAR (Ferreira, 2000) e quando significativos para os fatores quantitativos (teores de nitrogênio e potássio encontrados na 3ª ou 4ª folha) utilizou-se superfície de resposta na apresentação de gráficos para a dupla. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes da superfície de resposta, utilizando-se o

teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2). Para os fatores qualitativos significativos relacionados às variáveis entomológicas (viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval e pupal, razão sexual e longevidade) foi utilizado o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para comparação dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES NUTRICIONAIS

A interação entre os níveis de nitrogênio e potássio mostrou-se significativa ($p < 0,05$) para os teores de N da 3ª ou 4ª folha do tomateiro com ajustes dos resultados ao modelo polinomial (Figura 1). Observou-se, na superfície de resposta, um aumento dos teores de N à medida que se obtinha um incremento nas combinações entre nitrogênio e potássio até o maior nível estudado para ambos os nutrientes. Na combinação entre os menores níveis de nitrogênio e potássio aplicados (0%, respectivamente) obteve-se o menor teor médio de nitrogênio (7,87g/Kg). Nas demais combinações observou-se um crescimento dos teores de N, sendo o maior teor médio de nitrogênio (19,68 g/Kg) obtido na combinação de 200% de nitrogênio e 200% de potássio (Figura 1). As combinações entre 200%K com 0, 50 e 100% de N foram as que apresentaram menor ritmo de crescimento para o teor de nitrogênio dentre todas as relações (Figura 1).

O K é um agente importante no metabolismo de compostos nitrogenados (TAIZ; ZEIGER, 2004). O aumento dos teores de N resultante das combinações entre nitrogênio e potássio podem ter ocorrido como consequência do incremento dos níveis de K no solo, fato este que pode ter favorecido o aumento da absorção de N, na forma de amônio (NH_4^+). O condicionamento da absorção de nitrogênio mediado pelo potássio foi observada por Feltrin et al (2005), que afirmam ser essencial o conhecimento da relação do potássio sobre o nitrogênio. Gransee (2004) afirma que, quando a adubação potássica é insuficiente, isto pode ocasionar aumento na adsorção de NH_4^+ pelo solo, influenciando negativamente na disponibilidade de N às plantas. Estas constatações podem se dever ao fato de que o K^+ compete com o NH_4^+ pelos sítios de complexo de troca do solo, e níveis maiores de potássio no solo

deixaria mais NH_4^+ livre em solução para ser absorvida pelo tomateiro. Outro fato que também pode ter contribuído para a influência dos níveis de potássio sobre os teores de nitrogênio foi que a quantidade encontrada de nitrogênio da massa seca da folha (g/kg) foi menor que a quantidade de K da massa seca da folha (g/kg), indicando que, proporcionalmente, houve uma maior absorção do potássio e o que pode ter resultado numa maior influência deste nutriente sobre o nitrogênio.

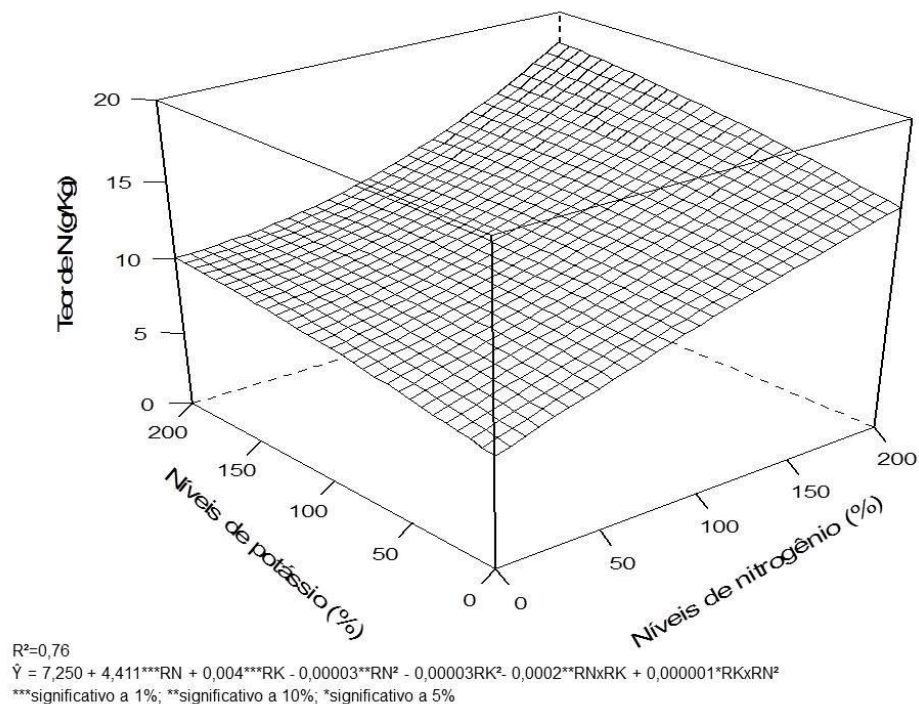
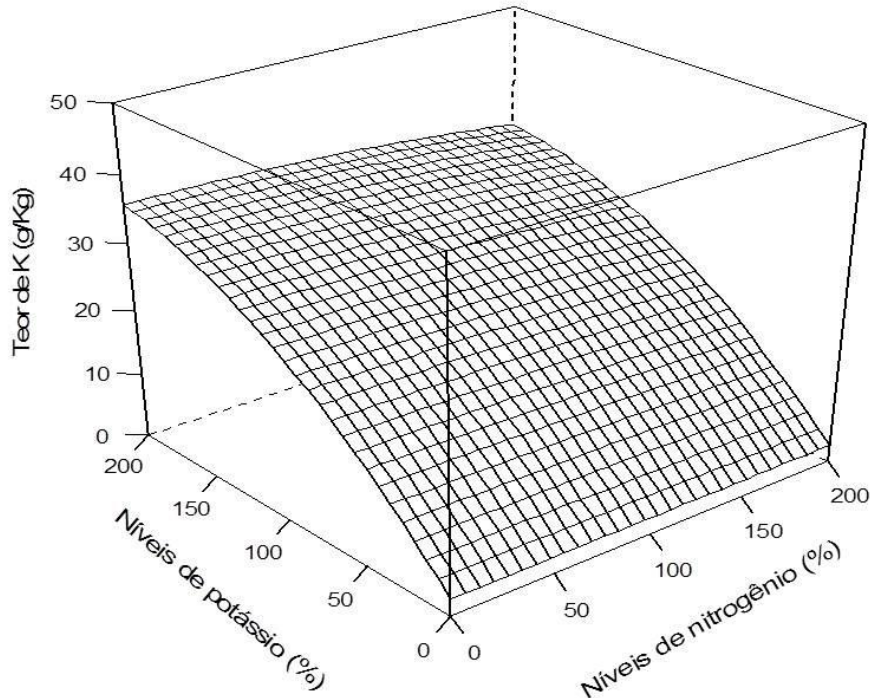


Figura 1 - Teores de nitrogênio (g/kg) da 3ª ou 4ª folha do tomateiro (*Solanum lycopersicon*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados.

Os teores de potássio da 3ª ou 4ª folha do tomateiro apresentaram ajustes quadráticos significativos ($p < 0,05$) para a interação entre os níveis de nitrogênio e potássio (Figura 2). Os menores teores médios de K (18,89 g/Kg) foram encontrados no nível 0% de potássio combinado com todos os níveis de N (Figura 2). O maior valor médio foi obtido na dose 200% de K e 50% de N, correspondendo a 37,58 g/kg. À medida que se aumentou os níveis de K de 0% a 200%, independentemente da combinação que se estabelecia com o N, observou-se crescimento do teor médio de potássio (Figura 2) indicando que este nutriente não foi afetado pelo nitrogênio quanto a sua absorção, talvez devido ao fato de que, proporcionalmente, o potássio foi absorvido em maior quantidade que o nitrogênio, não sendo, portanto, influenciado por este nutriente. Na combinação entre as doses 200% de K e os

diferentes níveis de nitrogênio, notou-se que houve crescimento dos teores médios de potássio entre 0, 50 e 100N, decrescendo em 150 e 200N, sendo 30,76 g/Kg, 37,01 g/Kg, 37,58 g/Kg, 32,68 g/Kg e 28,69 g/Kg, respectivamente (Figura 2).

Este resultado evidenciou que não houve influência da fonte nitrogenada sobre os teores de potássio, o que permitiu que as plantas absorvessem e alocassem nas folhas sob confinamento teores de K em função dos níveis aplicados. A interação entre o K e N normalmente é do tipo não-competitiva, permitindo que a absorção de nitrogênio eleve a demanda pelo potássio (ROSOLEM, 2005). Epstein e Bloom (2006) destacam que, embora haja disputa entre o NH_4^+ e o K^+ por ambos se ligarem igualmente as partículas do solo, esta competição é unidirecional já que K^+ tem um efeito insignificante quando comparado à quantidade de absorção radicular de NH_4^+ . Os efeitos obtidos sobre os teores de potássio encontrados nos níveis 150% e 200% de nitrogênio pode se dever ao estímulo do crescimento provocado pela oferta extra de N ao tomateiro, ocasionando provavelmente o fenômeno da diluição (ROSOLEM, 2005).



$$R^2=0,94$$

$$\hat{Y} = 2,608 + 0,2831^{**}RK - 0,00058^{**}RK^2 - 0,0000004^{**}RK \times RN^2$$

***significativo a 1%; **significativo a 10%; *significativo a 5%

Figura 2 - Teores de potássio (g/kg) da 3ª ou 4ª folha do tomateiro (*Solanum lycopersicon*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados.

3.2 ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS

As menores viabilidades larvais (VL) da mosca-minadora confinadas na 3ª ou 4ª folha foram obtidas nos tratamentos em que as relações entre os níveis foram de 0% de nitrogênio e 0% de potássio, 0% de nitrogênio e 100% de potássio, 50% de nitrogênio e 0% de potássio, 100% de nitrogênio e 0% de potássio, 100% de nitrogênio e 100% de potássio e 200% de nitrogênio e 0% de potássio (TABELA 4), indicando que estes níveis proporcionaram ao tomateiro uma resistência induzida ao ataque de *L. sativae*, uma vez que não permitiu que a praga iniciasse seu ciclo de vida, não causando danos a cultura. A viabilidade da fase larval representa um dos fatores mais importantes para o crescimento populacional (Dahms, 1972), já que, à medida que se diminui a viabilidade larval, o aumento da população do inseto é desfavorecido. São vários os fatores que corroboram para este resultado. O nitrogênio é importante para a síntese de aminoácidos e proteínas, que são os substâncias limitantes para a sobrevivência dos insetos. À medida que seu fornecimento é inadequado ao tomateiro (níveis 0% e 50%) que por sua vez foi a fonte de alimento para as larvas de mosca-minadora, a produção de aminoácidos e proteínas no tecido foliar fica comprometido. Por sua vez no nível adequado (100%) o surgimento de aminoácidos livres produzidos nas folhas é quase nulo, o que permite aumentar a resistência das plantas (CHABOUSSOU, 1999). Quanto aos níveis de K, Faquin e Andrade (2004) afirmam que em plantas cultivadas sem adição de potássio, podem promover alterações químicas no interior da célula, tais como acúmulo de compostos nitrogenados solúveis. Associado a isto, a ausência de potássio contribui para a incidência da praga por permitir, de acordo com Malavolta e Moraes (2006), o aumento do teor de substâncias solúveis nos vacúolos celulares. No entanto, isto não foi observado talvez em função de que os níveis de nitrogênio associados à ausência de potássio serem insuficientes para proporcionar uma maior viabilidade larval (N/K 0/0; N/K 0,5/0). Por sua vez, em N/K 1/0 e N/K 2/0 embora o nível de N seja adequado ou maior, ele não foi capaz de proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento larval. Isto pode estar relacionado ao fato de que, embora houvesse uma disponibilidade de N suficiente para o fornecimento foliar de aminoácidos e proteínas, a ausência de potássio tornou o tecido foliar inadequada para alimentação da *L. sativae*, provavelmente por ser o potássio

essencial aos dípteros. Quanto ao nível adequado para nitrogênio e potássio (relação N/K 1/1), Chaboussou (1999) afirma que o aporte de 100% K é necessário para que os aminoácidos sejam utilizados de maneira adequada pelas plantas na síntese de proteínas. Por sua vez, vale destacar que dentre as relações que apresentaram maior potencial em induzir a resistência a *L. sativae*, apenas a relação N/K 1/1 contempla o proposto por Liebig através da Lei do Mínimo, indicando que no uso dos níveis 100% adequados de nitrogênio e potássio não houve nutriente limitante a produção do tomateiro (LOPES; GUILHERME, 2007).

As análises das relações entre o nitrogênio e o potássio na resistência do tomateiro à mosca-minadora discutido para o parâmetro viabilidade larval permite também verificar seus efeitos sobre a suscetibilidade, uma vez que a medida que a resistência diminui, a suscetibilidade aumenta (Lara, 1991). Os parâmetros que obtiveram médias distintas daquelas observadas quando as plantas manifestaram resistência induzida indicam as relações N/K mais favoráveis a praga, ou seja, aquelas em que as plantas tornaram-se mais suscetíveis e serão discutidas a seguir.

A duração da fase larval (larvas viáveis) foi menor nos tratamentos em que a relação nitrogênio e potássio foram de 0/0,5; 0/1,5; 0/2; 1,5/0 e 1,5/2, indicando que estes níveis colaboram para o encurtamento do ciclo de vida da mosca-minadora, aumentando assim a sua suscetibilidade. Na ausência de aplicação de nitrogênio, verificou-se que os níveis de potássio encontrados foram variados, mostrando que, quando viáveis, houve maior dependência de K pelas larvas comparativamente ao N. Na dose 1,5 de nitrogênio as combinações com potássio ocorreram em 1,5/0 e 1,5/2, indicando que, quando a dose de N é 50% maior que o adequado, não há dependência de K para a redução desta fase. Porém, quando presente, o potássio deve ser superior ao nitrogênio (1,5/2) (TABELA 4). A duração da fase de larva variou de 3,00 a 3,25 dias. Fornazier, Pratisoli e Martins (2009) observaram para esta mesma praga uma duração de fase larval que varia de 6 a 10 dias. A qualidade nutricional dos alimentos dos insetos possui influencia direta sobre a duração da fase larval, já que a duração do ciclo biológico pode ser alterado de acordo com a quantidade e qualidade do alimento consumido nesta fase (PANIZZI; PARRA, 2009). A menor duração da fase larval em que as relações N/K possuíam ausência de nitrogênio e presença de potássio na fertilização dos vasos sugere que estas condições nutricionais, para os adultos de mosca-minadora sob confinamento,

asseguram uma condição de alimentação fornecedora de nutrientes essenciais para larvas e que ao mesmo tempo proporcionaram maior eficiência de desenvolvimento para esta fase. Vale destacar que, embora não tenha sido fornecido N, as plantas apresentaram teores mínimos deste nutriente.

A viabilidade pupal (VP) foi maior nas relações N/K 0/0,5; 1,5/2; 2/1; 0,5/0,5; 1,5/0; 1/0,5; 2/2; 1,5/0,5; 0,5/1; 1/1,5; 1,5/1,5; 1,5/1; 0,5/1,5; 0,5/2; 2/0,5; 1/2 e 2/1,5 (Tabela 4). Nota-se que as relações de nitrogênio e potássio observadas apresentaram ao menos a adição mínima destes nutrientes, exceto nas relações N/K 0/0,5 e N/K 1,5/0. A necessidade da ocorrência de uma quantidade mínima de nitrogênio e potássio para a obtenção das maiores médias observadas demonstra que os nutrientes N e K são indispensáveis para a VP, mostrando que a ausência destes nutrientes favorecem a mortalidade pupal, indicando desta maneira a ocorrência de impropriedades nutricionais para a mosca-minadora por estar N e K associados a produção de aminoácidos solúveis que é a principal fonte de alimentação de *L. sativae*.

A duração da fase pupal (DFP) foi menor nos relações N/K que apresentaram ausência de nitrogênio combinada com diferentes níveis de potássio (0%, 50% e 100%); ausência de potássio combinada com diferentes níveis de nitrogênio (50%, 100% e 200%) e na relação 1/0 (TABELA 4). Porém, estes menores valores de DFP se deve a ausência de oviposição, portanto, não houve desenvolvimento pupal. Nas relações N/K que apresentaram ao menos a adição mínima de nitrogênio e/ou potássio, exceto em N/K 1/1, obteve-se as maiores durações da fase pupal.

As menores médias encontradas para a duração de fase de larva variaram de 4,5 a 6,5 dias e de pupa de 4,33 a 6,33 dias (TABELA 4). Fornazier, Pratissoli e Martins (2009) observaram para esta mesma praga uma duração de fase larval que varia de 6 a 10 dias e a fase de pupa de 5 a 12 dias. As maiores médias obtidas em relações N/K que possuíam ao menos a adição mínima de nitrogênio e potássio (50% abaixo do adequado) sugere que os adultos de mosca-minadora sob confinamento procuraram ovipositar em condições de assegurar uma condição mínima de alimentação fornecedora de nutrientes essenciais para larvas. O nitrogênio possui papel destacado em vários processos metabólicos e na codificação genética, interferindo desta maneira sobre o crescimento e a fecundidade dos insetos

(PANIZZI; PARRA, 2009). Por sua vez o potássio afeta ainda mais a mosca-minadora, por ser, de maneira geral, indispensável aos dípteros (CHABOUSSOU, 1999) e sua demanda ser considerável para auxiliar os processos de crescimento e desenvolvimento, além de serem importantes para o balanceamento iônico e a permeabilidade das membranas.

Para o parâmetro longevidade (LG) (dias) nota-se que as maiores médias obtidas encontraram-se entre 4,33 e 5,00 dias e observadas nos tratamentos onde havia a adição máxima de nitrogênio associado ao uso de potássio (Tabela 4). As diferenças obtidas na longevidade podem estar associada a às características próprias do indivíduo ou à sua capacidade de conversão do alimento assimilado na fase larval, gerando consequências na longevidade de adultos. O resultado obtido é semelhante ao verificado por Oscar, Minkenber e Ottcnheim (1990) que observaram aumento da longevidade à medida que havia incremento das doses de nitrogênio em cultivo do tomateiro. Oliveira et al. (2009) e Panizzi & Parra (2009) afirmam que muitos aspectos da biologia dos insetos, incluindo seu comportamento e fisiologia, estão de uma ou de outra maneira relacionados ao estado nutricional das plantas.

As maiores médias obtidas para o parâmetro razão sexual foram encontradas em razões em que o número de machos é semelhante ao número de fêmeas (1:1) nas relações NK 1/0,5, NK 1,5/0,5 e NK 2/2 e em razões em que o número de fêmeas foram superiores aos de machos obtidos nas relações N/K 0,5/0,5, NK 0,5/2, NK1,5/1,5, NK 2/0,5 e NK 2/1 (TABELA 4). Os resultados obtidos são concordantes com os verificados por Parrela (1987), que pondera que a proporção entre sexos de *Liriomyza sp* observada de acordo com o padrão do gênero é de 1:1.

Tabela 4 – Duração média da viabilidade larval e pupal, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em função das relações nitrogênio/potássio para adubação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

Relações N/K	Viabilidade larval (%)	Relações N/K	Duração da fase larval (dias)	Relações N/K	Viabilidade pupal (dias)	Relações N/K	Duração da fase pupal (dias)	Relações N/K	Longevidade (dias)	Relações N/K	Razão sexual
1/0	0,00c	0/0	-	2/0	-	0/0,5	-	1/1	-	0/0	-
0/0	0,00c	1/1	-	0/0	-	0/0	-	0/0	-	1/1	-
0/1	0,00c	2/0	-	0/1	-	0/1	-	1/0	-	0/1	-
2/0	0,00c	0,5/0	-	1/1	-	1/0	-	0/1	-	1/0	-
0,5/0	0,00c	0/1	-	0,5/0	-	1/1	-	0,5/0	-	2/0	-
1/1	0,00c	1/0	-	1/0	-	0,5/0	-	2/0	-	0,5/0	-
0/0,5	44,24b	1,5/0	3,00b	0/1,5	33,33b	2/0	0,00b	0/0,5	1,00d	0/0,5	0,30b
1,5/1	45,83b	0/1,5	3,00b	0/2	36,50b	1,5/2	4,33a	1/2,0	1,00d	1,5/2	0,30b
0/2	47,77b	0/0,5	3,00b	0/0,5	54,16a	0,5/0,5	4,66a	1,5/0,5	1,33c	2/1,5	0,30b
1,5/0	57,57a	1,5/2	3,25b	1,5/2	58,33a	2/1,5	5,00a	1/1,5	1,66c	0/2	0,33b
0/1,5	58,62a	0/2	3,25b	2/1	61,32a	1,5/1	5,33a	1,5/1	2,00c	1,5/1	0,33b
1,5/2	60,00a	0,5/1,5	4,50a	0,5/0,5	61,32a	2/1	5,33a	1,5/2	2,00c	1,5/0	0,37b
1,5/1,5	81,48a	1/0,5	5,00a	1,5/0	66,66a	0,5/1,5	5,33a	0/2	2,00c	1/1,5	0,37b
0,5/0,5	92,92a	2/1,5	5,00a	1/0,5	70,47a	0/2	5,51a	0/1,5	2,00c	0,5/1,5	0,38b
0,5/2	94,21a	0,5/0,5	5,00a	2/2	77,77a	0/1,5	5,51a	0,5/0,5	2,00c	1/2,0	0,40b
2/1,5	94,44a	0,5/1	5,00a	1,5/0,5	78,31a	2/0,5	5,66a	0,5/1	2,00c	0,5/1	0,42b
0,5/1	95,00a	1,5/1	5,00a	0,5/1	78,82a	0,5/1	5,66a	0,5/2	2,33c	0/1,5	0,46b
2/1	99,25a	2/1	5,25a	1/1,5	85,60a	1/2,0	6,00a	0,5/1,5	2,33c	1/0,5	0,50a
2/0,5	100,00a	2/2	6,00a	1,5/1,5	87,08a	2/2	6,00a	1,5/1,5	2,33c	1,5/0,5	0,50a
2/2	100,00a	2/0,5	6,50a	1,5/1	88,88a	1,5/0	6,00a	1/0,5	2,33c	2/2	0,50a
0,5/1,5	100,00a	1,5/0,5	6,50a	0,5/1,5	90,47a	1,5/1,5	6,00a	1,5/0	3,00b	2/1	0,55a
1,5/0,5	100,00a	1,5/1,5	6,50a	0,5/2	92,60a	1/0,5	6,00a	2/0,5	4,33a	2/0,5	0,59a
1/0,5	100,00a	0,5/2	6,50a	2/0,5	93,73a	1/1,5	6,00a	2/2	4,66a	0,5/2	0,60a
1/2	100,00a	1/2	6,50a	1/2	100,00a	1,5/0,5	6,33a	2/1	5,00a	1,5/1,5	0,60a
1/1,5	100,00a	1/1,5	6,50a	2/1,5	100,00a	0,5/2	6,33a	2/1,5	5,00a	0,5/0,5	0,66a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-knott

4 CONCLUSÕES

1 – A aplicação de níveis crescentes de K, associado a níveis crescentes de N, favoreceu a absorção de N, proporcionando maiores teores deste nutriente na folha; contudo, esse efeito não foi observado para os teores de K foliares.

2 – A relação N/K 1/1 foi a que proporcionou maior resistência induzido ao tomateiro à mosca-minadora.

3 – As plantas de tomate que apresentaram a relação N/K 1/0, 0/0, 0/1, 2/0 e 0,5/0 apresentaram algum efeito inibidor de oviposição e alimentação dos insetos.

4 - As diferentes proporções da relação N/K 1/1 utilizadas na adubação do tomateiro onde as moscas-minadoras foram confinadas (com exceção de N/K 1/0, 0/0, 0/1, 2/0 e 0,5/0) mostraram-se suscetíveis a oviposição e alimentação dos insetos.

5 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2013: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: AgraFNP, 2013.

BORSOI, G. A.; COSTA, E. C. Avaliação nutricional de plantas de erva-mate atacadas e não atacadas pelo *Hedypathes betulinus* (KLUG, 1825). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, 2001, p. 131-142.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; POLL, H.; NEUMANN, R. I.; JUNGBLUT, G. **Anuário brasileiro de hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013.

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. S.; Respostas de uma espécie de *Brachiaria* à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, 1991, p. 195-200.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999.

DAHMS, R.G. The role of host plant resistance in integrated insect control. In: JOTWANI, M.G.; YOUNG, W.R. (Eds.). *Control of sorghum shoot fly*. New Delhi: Oxford & IBH, 1., , 1972. p.152-167.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Brasília: Embrapa,1997.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; FURLANI, P. R.; CARVALHO, C. R. L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1,2005, p. 17-24.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 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.

FORNAZIER, J. M.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D. dos. S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo. In. INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Tomate**. Vitória: INCAPER, 2010.

FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 5-8, 1980.

GRANSEE, A. **Interação do K com amônio**. Palestra proferida no Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, São Pedro, SP: Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 22 – 24 set. 2004.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Alegre em mapas**. 2013. Disponível em:<<http://www.idaf.es.gov.br/images/Mapas/Alegre.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

KORNDÖRFER G.H. et al. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23 n. 1, p. 101-106, 1999.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. SBCS, Viçosa, 1017 p., 2007.

MALAVOLTA, I.; MORAES, M.F. O nitrogênio na agricultura brasileira. **Série e Estudos**. São Paulo: Centro de Tecnologia Mineral, 2006.

MARSCHNER, H. Relations hip between mineral nutrition and plant disease and pests. In: Marschner, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London. Academic Press. 1986. p. 369-390.

MINKENBERG, O. J. M.; OTTCNHEIM, J.G.W. *Effect of leaf nitrogen content of tomato plants on preference and performance of a leafmining fly*. **Oecologia**. n. 83, 1990, p.291-298.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J.; Garrido, W.E.; Araújo, J.D.; Lourenço, S. (Eds.). **Métodos de Pesquisa em Fertilidade do Solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, Brasília, DF. p. 189-255. 1991.

OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, H. A. S. S.; VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Influência de relações Nitrogênio/Potássio na preferência para alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B na cultura do tomateiro. **Agrociencia**, v. 23, n.1, 2009, p. 19 – 26.

PANIZZI, A., PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, 2009.

PASSOS, R. R.; OLIVEIRA, C. M. R.; HOLTZ, A. M.; RANGEL, O. J. P. Nutrição de plantas relacionada à incidência de insetos-praga. In. PRATISSOLI, D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAGO, H. B.; ALVES, F. R.; VIANA, U. R.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G. dos.; RODRIGUES, C. **Tópicos Especiais em Produção Vegetal III**. Universidade Federal do Espírito Santos. Centro de Ciências Agrárias: Alegre, 2012.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

ROSOLEM, C.A. Interação de potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 239-256.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Solos, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

CAPÍTULO II – DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO E SUSCETIBILIDADE DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*) AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA (*Liriomyza sativae* Blanchard) SOB LIVRE ESCOLHA

RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma hortaliça de destaque na agricultura atual devido a vários fatores, tais como o grande consumo entre os brasileiros e o alto nível da tecnologia exigida em adubação, tratos culturais e controle de pragas e doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes relações entre nitrogênio e potássio sobre a nutrição mineral e a suscetibilidade do tomateiro ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em condições de escolha de alimento. Amostras de 5 dm³ de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, incubadas por 21 dias, elevando a saturação por bases a 80%. Em paralelo, foram plantadas sementes de tomate da variedade Alambra F1. O experimento foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) em delineamento em blocos casualizados num esquema fatorial 5 x 5, sendo cinco níveis de nitrogênio e potássio contendo 0, 50, 100, 150 e 200% dos níveis necessários para os respectivos nutrientes na cultura do tomate, que posteriormente foram analisados como parâmetros nutricionais. Para a análise de parâmetros entomológicos relacionados à mosca-minadora, a condução do experimento ocorreu em um delineamento em blocos casualizados contendo em cada bloco 25 tratamentos decorrentes de todas as combinações possíveis entre as quantidades necessárias para estabelecer 0, 50, 100, 150 e 200% do nível necessário de nitrogênio e 0, 50, 100, 150 e 200% do nível necessário de potássio. Para ambos os experimentos foram usadas 4 repetições. Para avaliação da infestação de *Liriomyza sativae* foi montada em casa de vegetação uma gaiola cilíndrica de tecido voal com 1,5 m de raio e 1,5m de altura. Em seu interior foram alocadas 25 plantas de tomate cultivadas com diferentes relações N/K. Posteriormente, 250 adultos de mosca-minadora com 24 horas de vida foram liberados no centro da gaiola e confinados por 24 horas. Os parâmetros vegetativos e nutricionais avaliados foram: matéria seca do caule (MSC), das folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio e potássio no caule e nas folhas, acúmulo de nitrogênio e potássio na parte aérea. Os parâmetros entomológicos avaliados foram: duração da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade da fase pupal, longevidade e razão sexual. Os resultados experimentais mostraram que aplicações crescentes de N e K até o limite de 200% para ambos nutrientes proporcionaram valores crescentes de MSF, MSC, MSPA e acúmulos de N e K. A proporção de nitrogênio e potássio na relação N/K 2/1,5 foi a que o tomateiro apresentou-se mais suscetível a mosca-minadora.

Palavras-Chave: Trofobiose. Nutrição. Manejo de pragas. Tomate.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) tem se destacado no Brasil nos últimos dois anos em função do impacto que causou na cesta básica do brasileiro. Na entressafra 2012/2013, os preços internos aumentaram 74,82% (CARVALHO et al., 2013).

Embora tenha havido um aumento de 5,8% na área plantada entre 2012 e 2013 (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2014) o tomateiro é classificado como um empreendimento agrícola de alto risco por ser uma lavoura sensível às variações do clima e também muito atacada por pragas e doenças (LEITE et al., 2003).

Para maximizar a produção do tomate, é necessário que se conheça profundamente todos os fatores que influenciam no crescimento, desenvolvimento e composição da planta do tomateiro. Destacam-se entre tais fatores: temperatura do ar e do solo, luminosidade, época de plantio, umidade relativa, sistema de condução das plantas, genótipo, manejo cultural e nutrição mineral (ALVARENGA, 2004).

Paralelamente à compreensão da nutrição mineral, o entendimento das exigências nutricionais dos insetos, tanto qualitativa como quantitativamente, é importante para se conhecer o comportamento das pragas do tomateiro. O desequilíbrio mineral do solo, a utilização de adubos minerais solúveis e agrotóxicos interfere no processo de proteossíntese, no metabolismo de carboidratos e teores nutricionais nas folhas, levando a planta a acumular aminoácidos e açúcares redutores nos tecidos vegetais, tornando-as mais atraentes às pragas e doenças. Com isto, a planta ou suas partes são atacadas à medida que seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor em substâncias solúveis, corresponda às exigências das pragas e patógenos (CHABOUSSOU, 1999).

Dentre todos os nutrientes requeridos pela cultura do tomate, o nitrogênio e o potássio compõem o grupo daqueles necessários a produção de aminoácidos e proteínas. Os aminoácidos são a principal forma de transporte do nitrogênio, fato este que confere alta especificidade a composição da seiva do floema nas espécies

vegetais (Lohaus 1995). Por sua vez, o potássio é um importante cofator na produção de enzimas que desencadearão a produção de proteínas.

O tomateiro é hospedeiro de uma gama de artrópodes fitófagos, dentre eles a mosca-minadora, o que torna esta cultura um bom modelo para se estudar as interações das pragas com fatores ambientais em uma perspectiva agroecológica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes relações entre nitrogênio e potássio sobre a nutrição mineral e a suscetibilidade do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em condições de escolha de alimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no município de Alegre, situado a 20°45'48" de latitude Sul e 41°31'57" de longitude oeste, com altitude de 150 metros. De acordo com o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013) o clima predominante é quente e úmido no verão e inverno seco, precipitação anual média de 1.200 mm e temperatura média anual de 22,2°C, com máximas diárias de 29°C e mínimas de 16,9°C.

2.1.1 Coleta e preparo do solo

O solo utilizado é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, coletado na profundidade de 0 – 20 cm na Fazenda Querência, município de São José do Calçado, Estado do Espírito Santo (ES), conforme discutido no capítulo I.

2.1.2 Caracterização do solo

2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo

Após coletado, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), sendo separada uma amostra representativa para a caracterização química, conforme dados apresentados no capítulo I.

2.1.3 Montagem dos experimentos

Após a caracterização química e física do solo, foram separadas amostras com volume de 5 dm³ de TFSA e aplicado o corretivo calcário dolomítico, o qual foi devidamente homogeneizado, buscando atingir a saturação por bases de 80%, conforme Prezotti et al. (2007). Posteriormente, o solo foi acondicionado em sacos plásticos e incubado por 21 dias, com umidade próxima a 70% do volume total de poros (VTP). Durante o período de incubação, os sacos plásticos foram abertos durante 2 horas à noite. Após o período de incubação e com o plantio, a umidade de 70% do VTP foi mantida através de pesagens diárias, de acordo com Freire et al. (1980).

Paralelamente ao período de incubação, sementes de tomate da variedade Alambra F1 foram semeados de maneira individualizada em bandejas de isopor com 128 células, contendo substrato Plantmax. Ao atingirem a altura de 10 cm, considerando-se da base do colo até a extremidade superior da muda, as mesmas foram retiradas, sendo transplantada uma muda por vaso. Ao atingirem a altura de 30 cm⁻¹, as plantas foram tutoradas.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram feitas com sulfato de amônio P.A., fosfato de cálcio P.A e cloreto de potássio monobásico P.A. via água de irrigação. O controle de plantas daninhas foi feito mecanicamente. O período experimental foi de 45 dias após o transplântio.

2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais

Para a análise dos parâmetros nutricionais, relacionados aos teores de nitrogênio e potássio foliares do tomateiro, deu-se a condução do experimento num delineamento em blocos casualizados, distribuídos num esquema fatorial 5 x 5, sendo: cinco níveis de nitrogênio: N₁ (0% do nível de nitrogênio recomendado), N₂ (50% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 50 mg/kg de N), N₃ (100% do nível de nitrogênio recomendado correspondente a 100 mg/kg de N), N₄ (150% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 150 mg/kg de N) e N₅ (200% do nível de nitrogênio recomendado, correspondente a 200 mg/kg de N) e cinco doses de potássio: K₁ (0% do nível de potássio recomendado), K₂ (50% do nível de potássio recomendado, correspondente a 75 mg/kg de K₂O), K₃ (100% do nível de potássio recomendado, correspondente a 150 mg/kg de K₂O)), K₄ (150% do nível de potássio recomendado, correspondente a 225 mg/kg de K₂O) e K₅ (200% do nível de potássio recomendado, correspondente a 300 mg/kg de K₂O), com 4 repetições. O fósforo foi aplicado em parcela única e sua quantidade foi a mesma para todos os tratamentos, correspondendo a 300 mg kg⁻¹. Neste mesmo momento foi colocado a metade das doses de nitrogênio e potássio, aplicadas momentos antes do transplântio das plantas de tomate. Após 15 dias do transplântio a outra metade das doses de N e K foram aplicadas, também via água de irrigação, em cobertura. A quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicada baseou-se em Novais et al. (1991).

2.1.5 Condução para análise dos parâmetros entomológicos

Para a análise de parâmetros entomológicos relacionados à mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunchard), a condução do experimento ocorreu em um delineamento em blocos casualizados contendo em cada bloco 25 tratamentos (relações do nível adequado de nitrogênio/potássio), com 4 repetições, conforme descrito no capítulo I.

2.1.5.1 Criação e multiplicação da mosca minadora

Os adultos de mosca-minadora utilizados foram retirados da criação estoque do NUDEMAFI conforme descrito no capítulo I.

2.1.5.2 Teste de Livre escolha

Para avaliar a susceptibilidade do tomateiro à mosca-minadora sob diferentes relações entre nitrogênio e potássio (N/K), foi realizado um teste de livre-escolha em plantas de tomateiro com 40 dias de transplantadas. Para isto, foi montada em casa de vegetação uma gaiola cilíndrica de tecido voal com 1,5 m de raio e 1,5m de altura, fechada por todos os lados exceto lateralmente onde se fez uma abertura flexível que permitia ser fechada com velcro. Em seu interior foram alocadas plantas de tomate cultivadas com diferentes relações N/K. Posteriormente, 250 adultos de mosca-minadora com 24 horas de vida foram aspirados a partir de placas de petri utilizadas para manutenção da criação estoque e liberados no centro da gaiola. Os adultos de *Liriomyza sativae* foram confinados durante 24 horas para possibilitar o cruzamento e a oviposição no folíolo. Depois deste período, as plantas eram retiradas e ficavam em bancadas na casa de vegetação. Entre um bloco e outro era colocado dentro da gaiola uma armadilha atraente, de cor amarela, visando à captura dos insetos confinados. Após um período de 24 horas o número de adultos era contado e novamente iniciava-se o processo.

As plantas infestadas eram mantidas na casa de vegetação e monitoradas diariamente durante a fase de ovo e estádios iniciais da fase de larva com o auxílio de uma lupa de bolso com aumento de 30 vezes. A partir da observância de desenvolvimento larval, sacolas de tecido do tipo voal eram colocadas novamente nas folhas ovipositadas e permaneciam até emergência da pupa, quando então eram retiradas da folha. As pupas de cada repetição eram contadas e separadas individualmente em placas do tipo minigerbox (2,5 cm⁻¹ de diâmetro de 1,5 cm⁻¹ de altura), forradas com papel filtro e acondicionadas em B.O.D com fotoperíodo de 12 horas e termoperíodo de 28 °C diários e umidade de 50%.

2.2 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS

2.2.1 Análises de Parâmetros Vegetativos e Nutricionais

Após a retirada das pupas foi realizado o corte da parte aérea do tomateiro 45 dias após o transplântio, separando-se o caule e as folhas, acondicionando-se as partes individuais em sacolas de papel devidamente identificadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até peso constante para a determinação da matéria seca das folhas (MSF) e da matéria seca do caule (MSC) do tomateiro. A partir da soma da MSF e da MSC, obteve-se a matéria seca da parte aérea (MSPA) do tomateiro.

O material seco da parte aérea (folha e caule) do tomateiro foi triturado em moinho Wiley, provido de peneira de aço inoxidável com malhas de 0,42 mm e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados para análises químicas dos teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K). A partir dos resultados de produção de MSF e MSC e dos teores de N e K foram calculados os acúmulos destes nutrientes na parte aérea (folha e caule) do tomateiro.

2.2.2. Análises de Parâmetros Entomológicos

Os parâmetros entomológicos foram analisados no Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI. As análises consistiram nas seguintes avaliações: duração da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade da fase pupal, longevidade e razão sexual. Para a medição da fase larval observaram-se as folhas em que foram submetidas ao confinamento, identificando-se as puncturas e acompanhando o seu desenvolvimento através de lupa de aumento de 30 vezes. A partir da eclosão deu-se início a contagem do período larval até a saída da pupa. A razão sexual foi calculada através da fórmula: $rs = \frac{n.^{\circ} \text{ de fêmeas}}{n.^{\circ} \text{ de fêmeas} + n.^{\circ} \text{ de machos}}$.

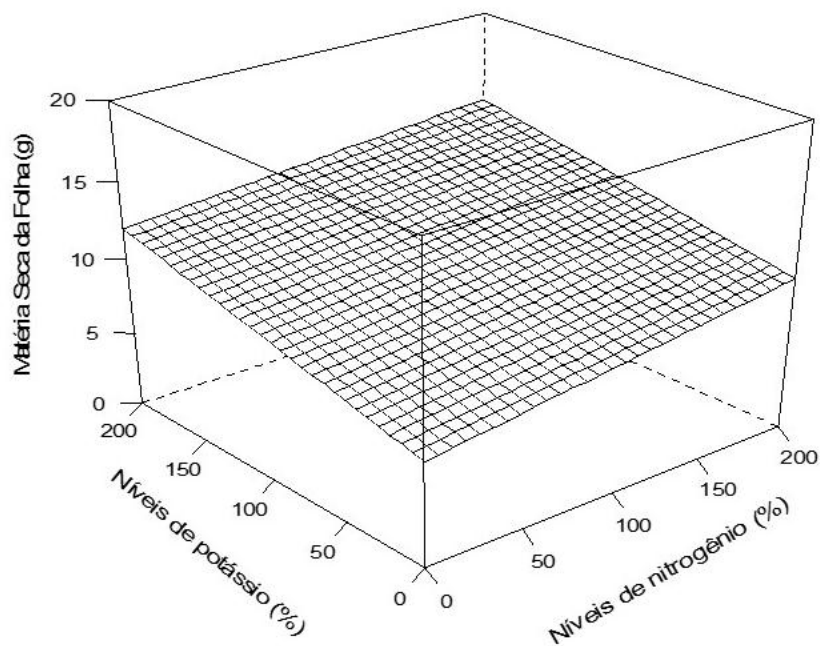
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Software SISVAR (Ferreira, 2000) e quando significativos para os fatores quantitativos (teores de nitrogênio e potássio), utilizou-se superfície de resposta quando houve interação significativa entre os níveis de N e K. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes da superfície de resposta, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2). Quando não houve interação significativa entre os níveis de N e K, foram realizadas análises de regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2). Para os fatores qualitativos significativos relacionados às variáveis entomológicas (viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval e pupal, razão sexual e longevidade) foi utilizado o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para comparação dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES NUTRICIONAIS

A interação entre os níveis de nitrogênio e potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro matéria seca das folhas, apresentando ajustes dos resultados ao modelo linear (Figura 1). Observou-se, na superfície de resposta, um aumento da MSF à medida que se obtinha um incremento nas combinações entre nitrogênio e potássio até o maior nível estudado para ambos os nutrientes. Notou-se na combinação de 200N e 200K os maiores valores para a matéria seca da folha, com valor médio de 13,43 g. Este resultado é similar ao encontrado por Prado et al (2011) que, ao analisarem a marcha de absorção de tomateiro, cultivar Raíssa, verificaram que aos 45 dias a MSF obteve o valor médio de 16,33 g.



$$\text{MSF} = 6,49 + 0,026^{**}\text{N} + 0,028^{**}\text{K}$$

$$R^2 = 0,87$$

Figura 1 – Matéria Seca da Folha (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados.

Na análise do parâmetro matéria seca do caule (MSC) não foi possível obter interação significativa ($p < 0,05$) entre os níveis de nitrogênio e potássio, impedindo a obtenção de ajustes que permitisse a construção do gráfico de superfície de resposta. Ao se analisar cada fator isoladamente, foi possível obter ajustes de modelos lineares de regressão para os parâmetros níveis de nitrogênio e o potássio. Observa-se pela Figura 2 a ocorrência de modelo linear de regressão para o parâmetro MSC até o nível de 200% de nitrogênio. Embora sejam os nutrientes mais absorvidos pelo tomateiro, o nitrogênio e o potássio não foram capazes de promover, através de sua interação, um aumento da massa do caule à medida que os níveis de cada um destes nutrientes aumentavam. Uma hipótese que pode explicar esta ausência de incremento é o fato de que talvez o tempo de cultivo após o transplante (45 dias) não foi suficiente para que o caule obtivesse um desenvolvimento maior de seus componentes estruturais, com conseqüente lignificação destes tecidos, o que desencadeou uma pequena diferença entre os tratamentos quanto ao parâmetro MSC. Supõe-se que esta pouca lignificação até os 45 dias pode estar relacionada ao fato de que a planta manteve seus tecidos tenros durante a fase vegetativa em todo o experimento, já que as inflorescências eram

retiradas assim que surgiam. Uma vez ausentes, os frutos não exerceram seu papel de dreno, fato este que pode ter inviabilizado o endurecimento e aumento do peso do caule. Porém, ao se estudar o parâmetro níveis de nitrogênio e potássio isoladamente, é possível notar que os teores de N e K no caule aumentaram a medida que seus respectivos níveis aplicados cresciam de 0 a 200%.

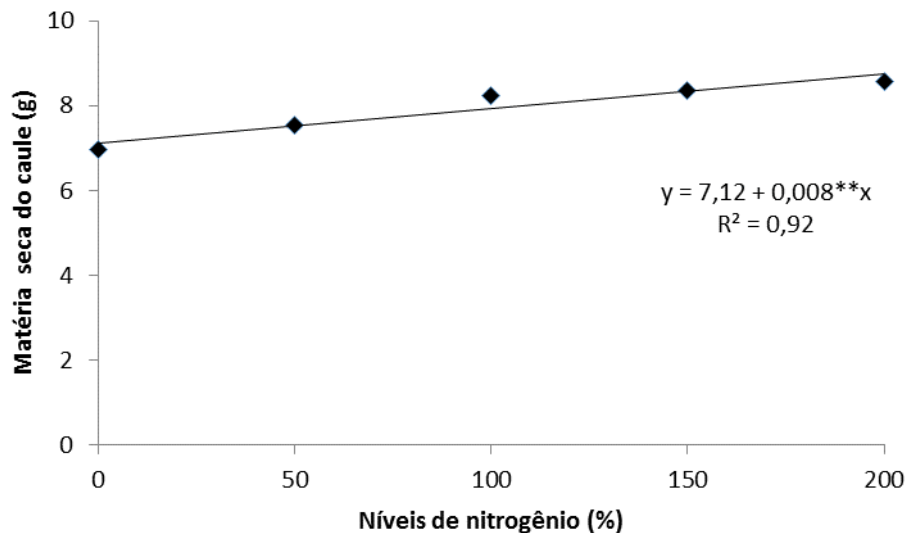


Figura 2 – Matéria seca do caule (g/vaso) de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos níveis de nitrogênio aplicados

Nota-se pela Figura 3 a obtenção de modelo linear de regressão para o parâmetro MSC até o nível de 200% de potássio.

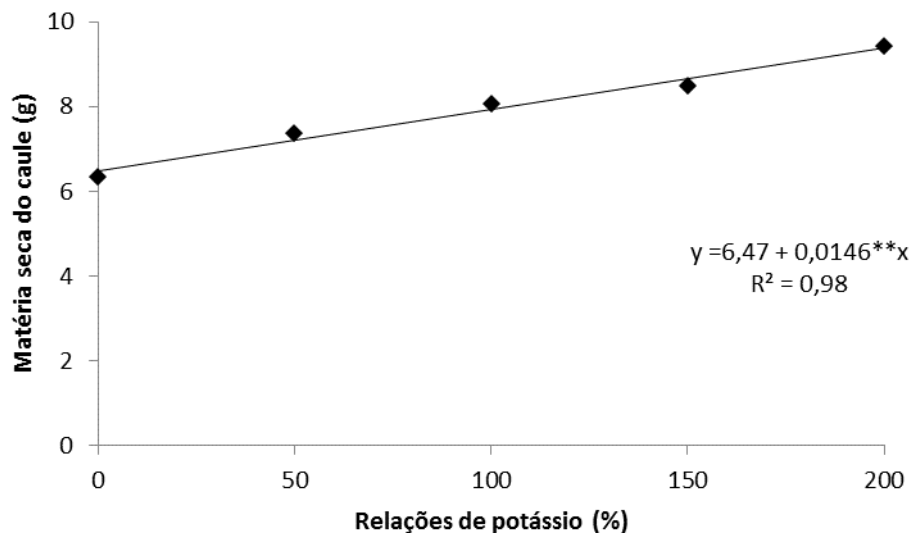
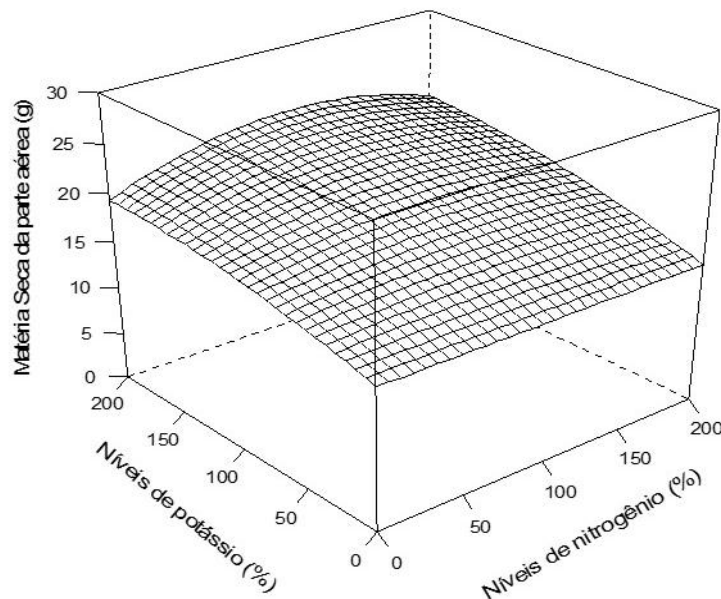


Figura 3 – Matéria seca do caule (g/vaso) de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos níveis de nitrogênio aplicados

A interação entre os níveis de nitrogênio e potássio mostrou-se significativa ($p < 0,05$) para a matéria seca da parte aérea (MSPA) do tomateiro com ajustes dos resultados

ao modelo polinomial (Figura 4). Observou-se, na superfície de resposta, um aumento da MSPA à medida que se obtinha um incremento nas combinações entre nitrogênio e potássio até a combinação dos níveis 100%N e 200%K. Aliás, ao se utilizar a teoria da derivada de segunda ordem, é possível notar que as combinações entre 200%K com 110,34%N proporcionou o maior valor para MSPA que foi de 23,40g. Dentre os elementos que constituem a matéria seca da parte aérea, as folhas foram as que mais contribuíram para o peso final deste parâmetro, afinal, isto ocorreu em função da ausência da produção de frutos, conforme destaca Lucena et al (2013) que ponderam que, durante o período vegetativo, as folhas são o órgão da planta com maior produção de massa seca. A folha é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais (HERMANN; CÂMARA, 1999), sendo desta forma, os órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética (BENINCASA et al., 1988).



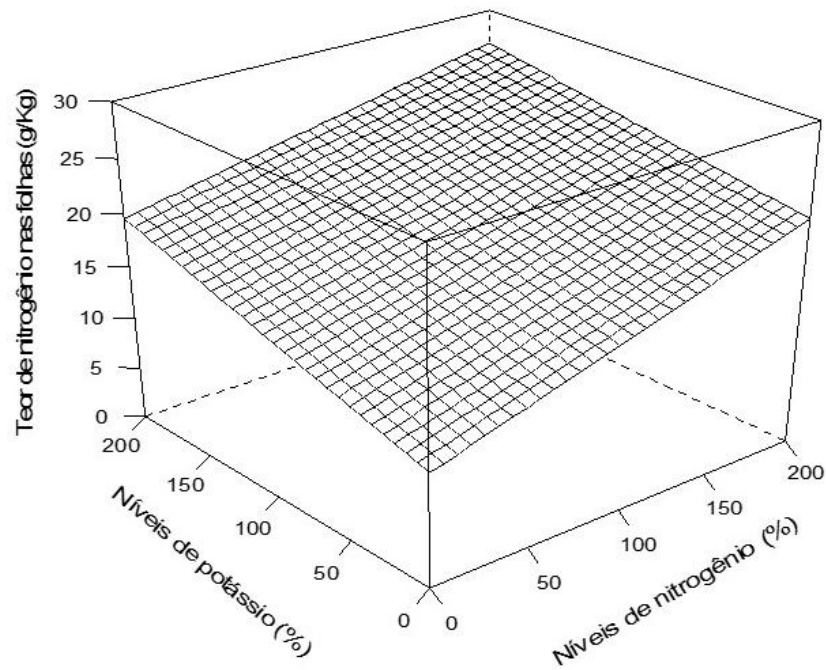
$$\text{MSPA} = 14,75 + 0,0487 \text{ *** K} - 0,0001 \text{ ** K}^2 + 0,000002 \text{ * N x K} - 0,000004 \text{ ** N}^2 \text{ x K}$$

$$R^2 = 0,91$$

Figura 4 – Matéria Seca da parte aérea (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

Os teores de nitrogênio das folhas do tomateiro apresentaram ajustes lineares significativos ($p \leq 0,05$) para a interação entre os níveis de nitrogênio e potássio (Figura 5). O maior valor médio foi obtido na combinação de 200% de N e 200% de K, correspondendo a 28,66 g/kg. O teor obtido está abaixo do adequado para a cultura do tomateiro, que é de 40 a 60g/kg (PREZOTTI et al. (2007). Contudo, os

valores observados nas folhas do tomateiro correspondem à fase do período vegetativo, enquanto que o teor adequado proposto por Prezotti et al. (2007) contempla principalmente a fase de frutificação. À medida que se aumentaram os níveis de nitrogênio de 0% a 200%, independentemente da combinação crescente que se estabelecia com o potássio, verificou-se incremento do teor de nitrogênio. Esta relação positiva entre N e K e sua respectiva influencia favorável aos teores foliares de nitrogênio revelam que a sua absorção, transporte e redistribuição foram beneficiados pelos níveis crescentes de potássio. Concordante com esta constatação, Xu et al (2002) afirmam que, em plantas, o metabolismo do nitrogênio requer adequadas quantidades de potássio. Fayad et al (2002) observaram que a absorção de nitrogênio pelo tomateiro é crescente até os 46 dias. A observação de teores crescentes de NH_4^+ pode ter ocorrido em função de que esta forma é facilmente absorvida e translocada ao longo da planta, conforme destaca Faquin e Andrade (2004). Esses autores consideram que quase todo o amônio aplicado ao solo é absorvido e assimilado, ou seja, incorporado aos compostos orgânicos presentes na planta e transportados na forma de aminoácidos. No entanto, o resultado obtido é contrário ao verificado por Prado et al. (2011), que analisando o tomateiro cultivar Raísa em sistema hidropônico obteve teores lineares decrescentes de nitrogênio em função do tempo de cultivo. Porém, estes autores destacam que isto provavelmente tenha ocorrido por efeito de diluição uma vez que o acúmulo de nitrogênio foi crescente. Além disto, a observação dos resultados obtidos para os teores de nitrogênio na folha do tomateiro demonstram que não houve competição entre os cátion K^+ e NH_4^+ , o que poderia acarretar diferenças nos teores de nitrogênio encontrados.

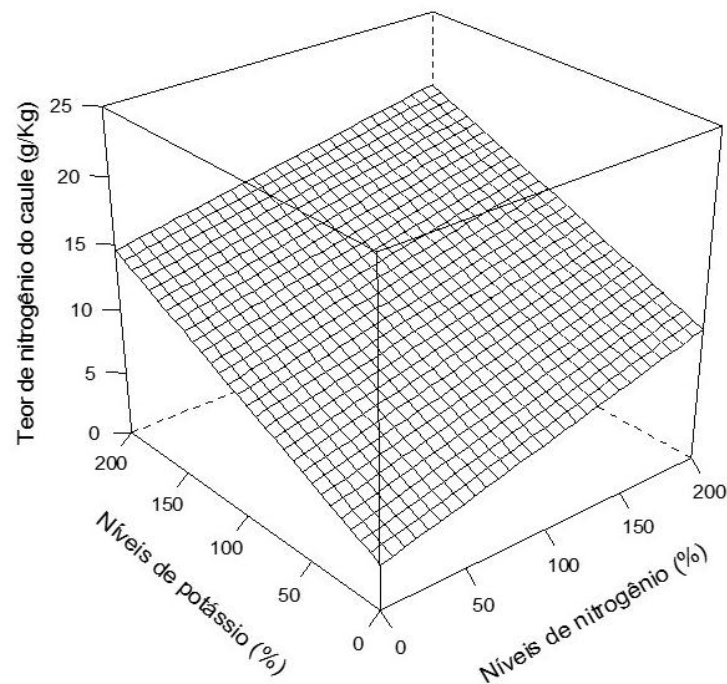


$$TN = 0,107 + 0,005 ** N + 0,044 ** K - 0,0008 ** N \times K$$

$$R^2 = 0,83$$

Figura 5 – Teor de nitrogênio das folhas (g/kg) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

Observa-se pela Figura 6 que houve interação significativa ($p \leq 0,05$) para os fatores níveis de nitrogênio e potássio, obtendo-se um ajuste linear do modelo proposto para o parâmetro teor de nitrogênio no caule do tomateiro, comportamento semelhante ao observado para as folhas. Verificou-se, na superfície de resposta, aumento dos teores de nitrogênio no caule à medida que se obtinha um incremento dos nutrientes nas combinações dos níveis de N e K até o limite de 200%, onde se encontrou o maior teor médio de nitrogênio (20,89 g/kg).



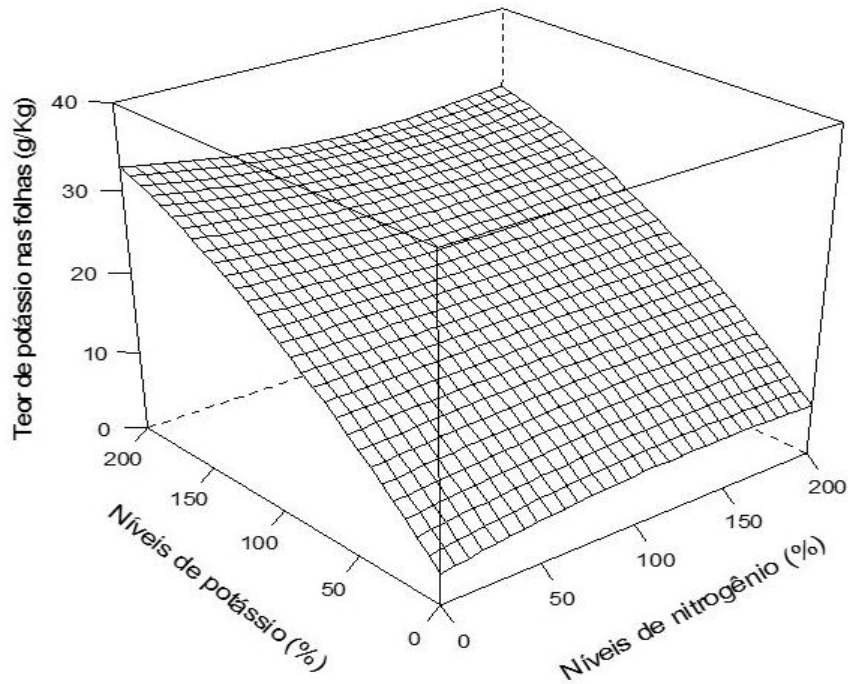
$$\text{NMSC} = 3,97 + 0,029 ** N + 0,050 ** K$$

$$R^2 = 0,83$$

Figura 6 – Teor de nitrogênio do caule (g/kg) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

Nota-se pela Figura 7 que, ao se analisar o parâmetro teor de potássio nas folhas, observou-se interação significativa ($p \leq 0,05$) para os fatores níveis de nitrogênio e potássio aplicados no tomateiro. O modelo encontrado apresentou ajuste polinomial. Verificou-se, na superfície de resposta, que o maior teor de potássio foi obtido na combinação entre a dose de 200% de K e 0% de N, com 34,65 g/kg de K e que, segundo Prezotti et al. (2007) encontra-se na faixa adequada para o tomateiro (30-50 g/kg). Nota-se que o incremento de nitrogênio até o limite de 200% contribui positivamente para a absorção e deslocamento do potássio nas folhas, sendo consenso com o ponderado por Rosolem (2005) que considera que a resposta de uma cultura ao K depende em grande parte ao nível em que se encontra a nutrição nitrogenada. Fayad et al. (2002) observaram que a taxa de absorção de potássio diária do tomateiro é crescente até os 46 dias. Malavolta e Moraes (2006) descreve que o potássio pode ser considerado o nutriente mais móvel na associação solo-planta-atmosfera e que os teores encontrados em seus tecidos está diretamente relacionada à sua disponibilidade as plantas na solução do solo. Prado et al. (2011), analisando o tomateiro cultivar Raísa, obtiveram teores lineares decrescentes de potássio em função da duração do cultivo. No entanto, os mesmos autores

ponderam que este efeito pode ter sido causado em função de efeito de diluição uma vez que o acúmulo de potássio foi linearmente crescente. Este resultado também indica que as doses crescentes de nitrogênio não afetaram a absorção de potássio, embora, de acordo com Marschener (1995) possa existir competição entre o nitrogênio e o potássio pelo mesmo sítio de troca na membrana plasmática das células radiculares por levar o NH_4^+ a inibir a absorção de K^+ .



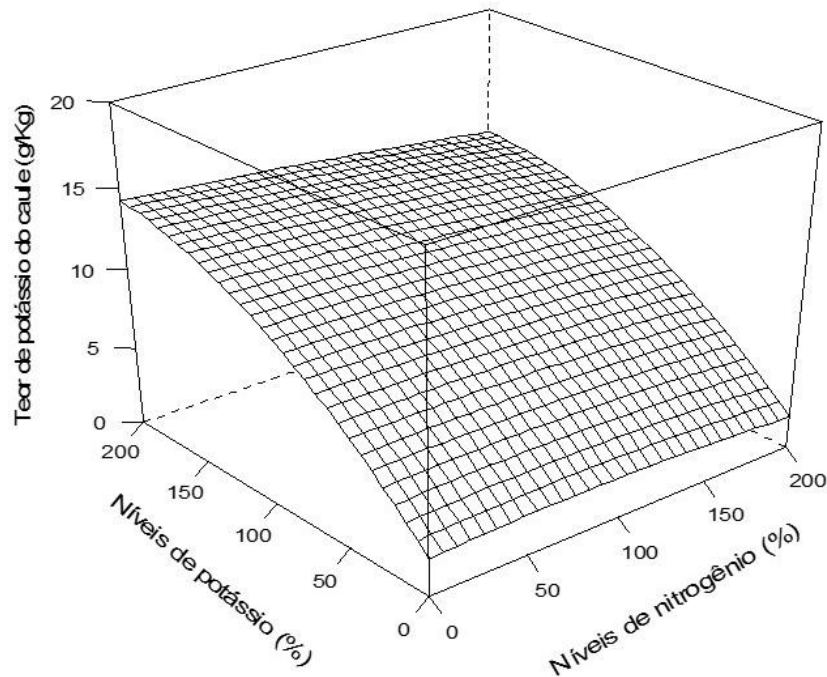
$$KF = 3,836 + 0,038 ** N + 0,209 ** K - 0,0004 ** NK + 0,000001 ** KN^2$$

$$R^2 = 0,92$$

Figura 7 – Teor de potássio das folhas (g/kg) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

Observa-se na análise do parâmetro teor de potássio no caule, que os mesmos apresentaram ajustes quadráticos significativos ($p \leq 0,05$) para a interação entre os níveis de nitrogênio e potássio (Figura 8). O maior valor médio de K foi obtido no nível 0% de N e 200% de K, correspondendo a 14,38 g/kg de K. À medida que se aumentaram os níveis de potássio de 0% a 200%, independentemente da combinação que se estabelecia com o nitrogênio, observou-se crescimento do teor médio de potássio. Nota-se, portanto, para este parâmetro, que os níveis de potássio exercem papel destacado quanto aos teores de K no caule, enquanto que níveis crescentes de nitrogênio até o limite de 200% pouco influenciam os teores de

potássio neste tecido vegetal, uma vez que o maior valor observado encontra-se no nível 0% de N.



$$\text{KMSC} = 4,519 + 0,005 \text{ ** N} - 0,054 \text{ ** K}^2$$

$$R^2 = 0,97$$

Figura 8 – Teor de potássio do caule (g/kg) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

A interação entre os níveis de nitrogênio e potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro acúmulo de nitrogênio na parte aérea do tomateiro, com ajustes dos resultados seguindo o modelo linear (Figura 9). Observou-se, na superfície de resposta, que o maior valor médio de N (0,935 g/planta) foi obtido na combinação de 200% de nitrogênio e 200% de potássio. Este incremento no acúmulo de nitrogênio à medida que se aumentou os níveis de potássio se deve a ausência de competição entre estes nutrientes conforme alguns autores admitiam (Scherer et al., 1984). Diante do verificado, notou-se uma ação favorável do potássio ao acúmulo de nitrogênio. Esta percepção também foi notada por Ajay et al (1970) que, embora não desconsidere o efeito de competição entre N e K, sugere que esta não é a interação mais importante entre estes nutrientes mais sim o fato de que uma maior absorção de potássio contribui para uma rápida assimilação de NH_4^+ .

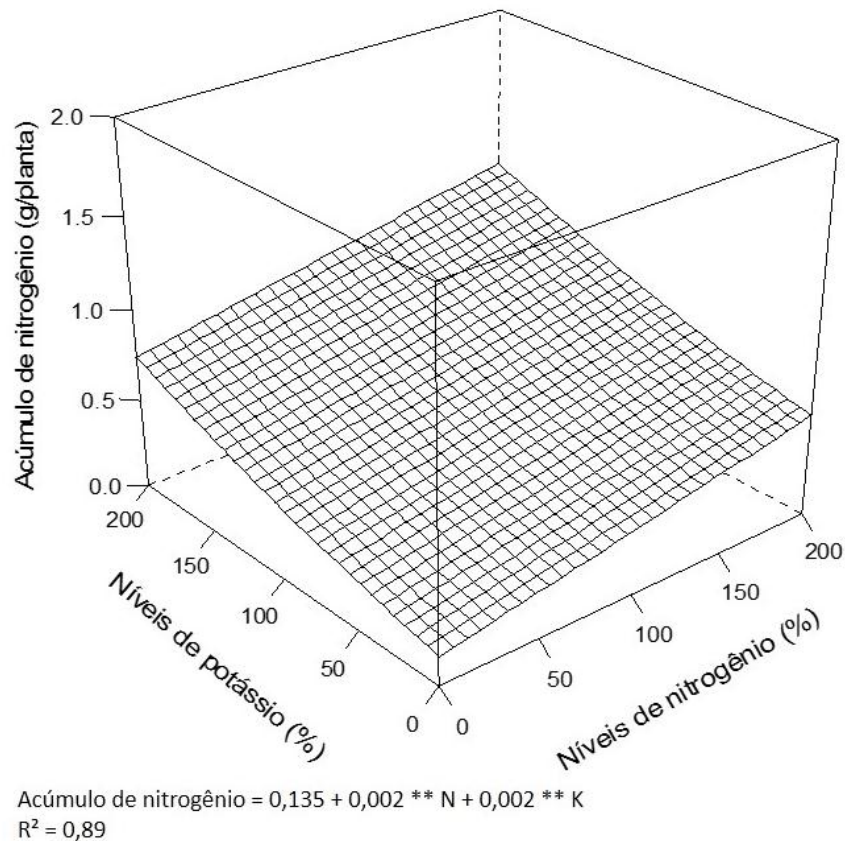


Figura 9 – Acúmulo de nitrogênio (g/planta) na parte aérea (folha e caule) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

Na análise do parâmetro acúmulo de potássio na parte aérea do tomateiro, observou-se uma interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os níveis de nitrogênio e potássio estudados, sendo que o modelo estudado apresentou ajuste linear (Figura 10). Observou-se, na superfície de resposta, que os maiores valores médios de acúmulo de K ocorreram na combinação entre todos os níveis de N testados (0%, 50%, 100%, 150% e 200%) com a maior dose de potássio utilizada (200%). Ajay et al (1971) afirmam que, diferente do que defendem alguns autores (Marschener, 1995; Scherer et al., 1984), o potássio não compete com o nitrogênio durante o processo de absorção. O efeito linear do acúmulo de potássio no tomateiro pode ser consequência do aporte crescente de K alocado nos tecidos vegetais, tais como o crescimento meristemático, transporte de aminoácidos e abertura e fechamento de estômatos nas plantas (FAQUIN; ANDRADE, 2004). O resultado obtido é concordante com o verificado por Prado et al (2011) que constataram que o acúmulo de potássio apresenta resposta linear à aplicação de K.

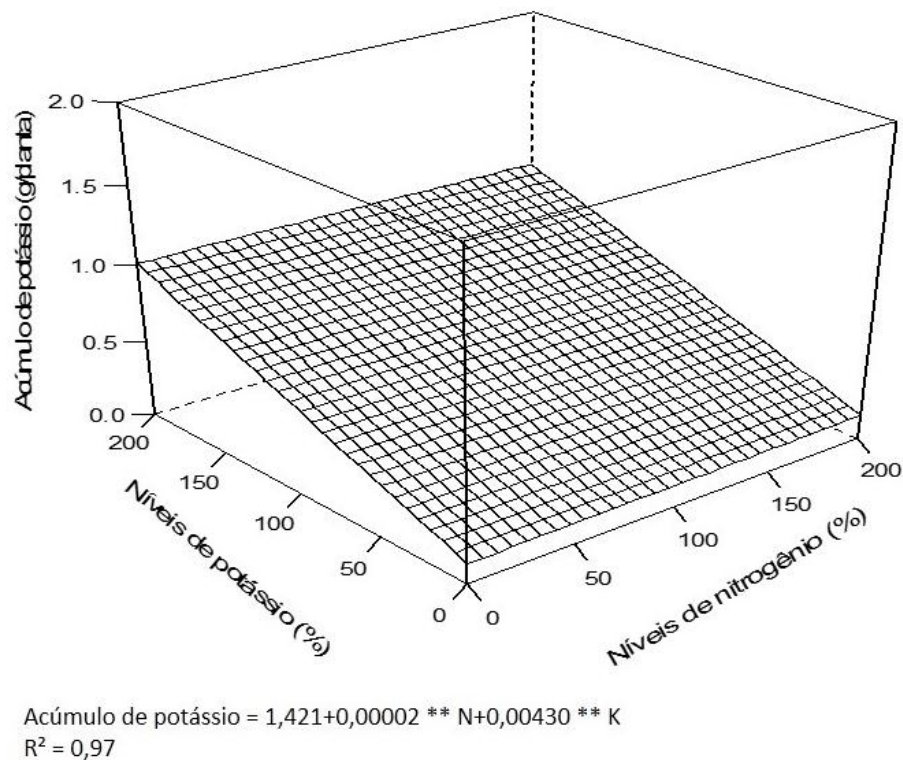


Figura 10 – Acúmulo de potássio (g/planta) na parte aérea (folha e caule) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função nos níveis de potássio e nitrogênio aplicados

3.2 ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS

Pode-se constatar através do experimento de livre escolha que o inseto escolheu sua fonte de alimento preferencial. Merece destaque o fato de que não se pode afirmar que as plantas não atacadas apresentaram algum tipo de resistência, já que como visto no capítulo I, algumas relações N/K manifestaram-se adequadas para a oviposição da mosca-minadora em condições de confinamento, respondendo positivamente quanto aos parâmetros avaliados. Por sua vez, em livre escolha, destaca-se também que a escolha de plantas de tomate cultivadas em diferentes relações de N/K influenciaram a biologia da mosca-minadora.

Para os parâmetros viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval e pupal, as relações N/K 2/0, 2/0,5, 2/1, 2/1,5 e 2/2 apresentaram médias superiores as demais relações indicando serem preferenciais a mosca-minadora. Dentre as relações preferenciais, a relação N/K 2/1,5 foi a que apresentou maiores valores médios (Tabela 1). Os resultados encontrados demonstram que o nível em que

foram aplicados o dobro do nitrogênio e 50% a mais do necessário para o potássio tornou a planta altamente suscetível. De acordo com Lara (1991) uma planta que apresenta alta suscetibilidade é aquela que sofre dano bem maior que o dano médio sofrido com as quais foi comparada. Além disto, o fato de ter ocorrido o desenvolvimento da mosca-minadora até a fase adulta demonstra que nenhum fator foi capaz de reduzir a viabilidade larval e pupal. Pizzamiglio (1991) destaca que alterações nos níveis nutricionais das fontes de forrageamento faz com que os insetos, principalmente aqueles que atingiram a maturidade sexual, sejam rapidamente percebidos, tornando fêmeas e machos mais exigentes quanto a nutrientes, visando a formação de óvulos e espermatozoides, respectivamente. Panizzi e Parra (2009) afirmam que os insetos mastigadores, conforme se observa com a mosca-minadora em sua fase larval, apresentam melhores performances em alimentos com altos teores de nitrogênio. O nível 1,5 de potássio mostra que a mosca-minadora não o reconhece no tomateiro como uma fonte de proteção as plantas, conforme é largamente explorado por diferentes autores (PANIZZI; PARRA, 2009, CHABOUSSOU, 1999; OLIVEIRA et al, 2009). Isto pode estar associado ao fato de que o potássio é essencial aos dípteros (CHABOUSSOU, 1999).

A grande preferência pela oviposição da mosca-minadora em doses na relação N/K 2/1,5 pode indicar que, aonde houve preferência para a postura, existiu uma cadeia de estímulos para que a mosca-minadora se orientasse para a planta e fazer a postura. Também há de se considerar que o inseto se dirige e alimenta em folhas mais favoráveis, uma vez que, em regra geral, os insetos apresentam comportamento de ovipositar em substratos que garantem o desenvolvimento de suas larvas, fato este que permite a sobrevivência da espécie (LARA, 1991). No entanto, há de se considerar que, na presença de livre escolha, para haver preferência para a oviposição foi necessário que a mosca-minadora se guiasse por uma cadeia de estímulos, de natureza visual ou olfativa, já que a mesma teve que se orientar entre as plantas dispostas em círculo para fazer a punctura de oviposição ou não, dependendo do estímulo existente. Outra fator que demonstra a preferência das plantas cultivadas com a relação N/K 2/1,5 é que as fêmeas após atingirem sua maturidade sexual somente conseguem produzir óvulos viáveis quando se alimentam de hospedeiros que proporcionam o desenvolvimento normal da prole (OLIVEIRA et al, 2009).

Por se tratar de um inseto mastigador durante a sua fase larval e se alimentar do mesófilo foliar, a mosca-minadora pode, após a punctura de alimentação, ter identificado no vacúolo das células vegetais em que teve contato, a presença de nitrogênio e potássio acumulados. Epstein e Bloom (2004) descrevem que o vacúolo vegetal é o compartimento central aonde nutrientes em excesso, tais como potássio e nitrogênio, são estocados.

Para os parâmetros razão sexual e longevidade nota-se que os maiores valores médios foram obtidos em tratamentos com as relações N/K em 2/0,5, 2/1 e 2/1,5 (Tabela 2). A ocorrência destes parâmetros no nível mais elevado de nitrogênio demonstra que este nutriente é limitante quanto à sobrevivência da mosca-minadora. Crocomo e Parra (1985) afirmam que o nitrogênio é limitante para o crescimento, desenvolvimento e fecundidade dos insetos. Por sua vez, o potássio afeta ainda mais a mosca-minadora, por ser, de maneira geral, indispensável aos dípteros (CHABOUSSOU, 1999) e além disso, sua demanda pelas plantas ser considerável por auxiliar nos processos de crescimento e desenvolvimento, além de serem importantes para o balanceamento iônico e a permeabilidade das membranas das vegetais.

Após se observar os resultados é possível destacar que dentre as relações de nitrogênio e potássio que não foram preferenciais a mosca-minadora encontra-se a relação N/K 1/1, que reflete a adubação ótima para a cultura do tomateiro e se apresentou resistente a *L. sativae* no experimento realizado no capítulo I. Esta falta de atratividade notada no capítulo II pode indicar que N/K 1/1 não apresenta condições nutricionais favoráveis a praga, o que inviabilizaria sua alimentação e oviposição, talvez em função de uma oferta inadequada de aminoácidos livres em sua dieta. Chaboussou (1999) destaca que uma planta nutrida adequadamente deixa as plantas em condições fisiológicas ótimas, conferindo assim o máximo de resistência ao vegetal.

Tabela 1 – Avaliação dos parâmetros entomológicos da mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) em função das relações nitrogênio/potássio para adubação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

Relações N/K	Viabilidade larval (%)	Relações N/K	Duração da fase larval (dias)	Relações N/K	Viabilidade pupal (%)	Relações N/K	Duração da fase pupal (dias)	Relações N/K	Longevidade de adultos (dias)	Relações N/K	Razão sexual
1,5/2	0,00d	1,5/2	-	1,5/1,5	-	1,5/1,5	-	1,5/1,5	-	1,5/1,5	-
1/0	0,00d	1/0	-	1,5/2	-	1,5/2	-	1,5/2	-	1,5/2	-
1,5/1,5	0,00d	1,5/1,5	-	1,5/1	-	1,5/1	-	1,5/1	-	1,5/1	-
1,5/0,5	0,00d	1,5/0,5	-	1,5/0	-	1,5/0	-	1,5/0	-	1,5/0	-
1,5/1	0,00d	1,5/1	-	1,5/0,5	-	1,5/0,5	-	1,5/0,5	-	1,5/0,5	-
1/2,0	0,00d	1/2	-	1/1,5	-	1/1,5	-	1/1,5	-	1/0	-
0/0,5	0,00d	0/0,5	-	1/2,0	-	1/2	-	1/2	-	1/2,0	-
1/1,5	0,00d	1/1,5	-	1/1	-	1/1	-	1/1	-	0/0,5	-
1/0,5	0,00d	1/0,5	-	1/0	-	1/0	-	1/0	-	1/1,5	-
1/1	0,00d	1/1	-	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-
1,5/0	0,00d	1,5/0	-	0/2	-	0/2	-	0/2	-	1/1	-
0,5/1,5	0,00d	0,5/1,5	-	0,5/1,5	-	0,5/1,5	-	0,5/1,5	-	0,5/1,5	-
0,5/2	0,00d	0,5/2	-	0,5/2	-	0,5/2	-	0,5/2	-	0,5/2	-
0,5/1	0,00d	0,5/1	-	0,5/1	-	0,5/1	-	0,5/1	-	0,5/1	-
0,5/0	0,00d	0,5/0	-	0,5/0	-	0,5/0	-	0,5/0	-	0,5/0	-
0,5/0,5	0,00d	0,5/0,5	-	0,5/0,5	-	0,5/0,5	-	0,5/0,5	-	0,5/0,5	-
0/1,5	0,00d	0/1,5	-	0/1	-	0/1	-	0/1	-	0/1,5	-
0/2	0,00d	0/2	-	0/1,5	-	0/1,5	-	0/1,5	-	0/2	-
0/1	0,00d	0/1	-	0/0,5	-	0/0,5	-	0/0,5	-	0/1	-
0/0	0,00d	0/0	-	0/0	-	0/0	-	0/0	-	0/0	-
2/2	23,20c	2/2	3,00d	2/2	12,50c	2/0	2,00c	2/2	0,33c	2/2	
2/0	23,33c	2/0	4,00c	2/0	50,00b	2/2	2,00c	2/0	1,16b	2/0	0,08b
2/1	84,40b	2/0,5	6,00b	2/0,5	55,63b	2/0,5	2,50c	2/0,5	1,69a	2/0,5	0,17b
2/0,5	86,35b	2/1	6,33b	2/1	57,13b	2/1,5	4,32b	2/1	1,75a	2/1	0,20b
2/1,5	100,00a	2/1,5	8,33a	2/1,5	87,50a	2/1	6,39a	2/1,5	2,12a	2/1,5	0,70a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

4 CONCLUSÕES

1. A aplicação de níveis crescentes de K, associado a níveis crescentes de N, proporcionaram valores crescentes para a MSF, MSC e MSPA.
2. O tomateiro apresentou teores e acúmulos crescentes de nitrogênio e potássio à medida que se aumentou seus respectivos níveis nas combinações estudadas.
3. As relações N/K 2/0, 2/0,5, 2/1, 2/1,5 e 2/2 apresentaram atratividade superior as demais relações entre nitrogênio e potássio.
4. A proporção de nitrogênio e potássio na relação N/K 2/1,5 foi a que o tomateiro apresentou-se mais suscetível a mosca-minadora.

5 REFERÊNCIAS

AJAY, O.; MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V. The effects of potassium on ammonium nutrition of tomato. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 818-821, 1970.

ALVARENGA M.A.R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia, Lavras, 2004. 391 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. UNESP – FCAV. Jaboticabal, S.P., 1988, 41 p.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; POLL, H.; NEUMANN, R. I.; JUNGBLUT, G. **Anuário brasileiro de hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Notícias: Após pico na Semana Santa, retração do consumidor faz preço recuar 40% no atacado. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil>>. Acesso em: 10 out. 2014.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999.

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**. n.2, 1985, p. 225 -260.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Brasília: Embrapa, 1997.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

FAYAD J. A; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. n. 20, 2002, p. 90-94.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 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.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**, n.17, 1999, p.32-34.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Alegre em mapas**. 2013. Disponível em:<<http://www.idaf.es.gov.br/images/Mapas/Alegre.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

KORNDÖRFER G.H. et al. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23 n. 1, p. 101-106, 1999.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: ÍCONE, 1991. 336p.

LEITE, G. L. D.; Costa, C. A.; Almeida, C. I. M. e Picanço, M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternária em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**. n.3, 2003, p.448-451.

LOHAUS, G. **Vom Source zum Sink: Phloemtransport verschiedener Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen**. Ph.D. thesis. Gottingen University, Cuvillier Verlag, Gottingen, Germany, 1995.

LUCENA RRM; NEGREIROS MZ; MEDEIROS JF; BATISTA TMV; BESSA ATM; LOPES WAR. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, n. 31, 2013, p.401-409.

MALAVOLTA, I.; MORAES, M.F. O nitrogênio na agricultura brasileira. **Série e Estudos**. São Paulo: Centro de Tecnologia Mineral, 2006.

MARSCHNER, H. Relations hip between mineral nutrition and plant disease and pests. In: Marschner, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 7^a ed. London. Academic Press. 1995. p. 369-390.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J.; Garrido, W.E.; Araújo, J.D.; Lourenço, S. (Eds.). **Métodos de Pesquisa em Fertilidade do Solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, Brasília, DF. p. 189-255. 1991.

OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, H. A. S. S.; VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Influência de relações Nitrogênio/Potássio na preferência para alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B na cultura do tomateiro. **Agrociencia**, v. 23, n.1, 2009, p. 19 – 26.

PANIZZI, A., PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, 2009.

PIZZAMIGLIO, M. A. Ecologia das interações inseto/planta. In: Panizzi, A. R., Parra, J. R. P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole, São Paulo. 1991, p. 101-129.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIRA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, 2011, jan./mar., p. 19-30,

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

ROSOLEM, C.A. Interação de potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 239-256.

SCHERER, H.W.; MACKOWN, C.T.; LEGGETT, J.E. Potassium-ammonium uptake interactions in Tobacco seedlings. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 35, p. 1060-1070, 1984.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Solos, 1997.

XU, G.; WOLF, S.; KAFKAFI, U. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 4, p. 719-734, 2002.

CAPÍTULO III – INDUTORES DE RESISTÊNCIA EM TOMATEIRO SUSCETIVEL AO ATAQUE DE MOSCA-MINADORA CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE POTÁSSIO

RESUMO

Para uma produção eficiente do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), diferentes técnicas de manejo tem sido utilizadas, sendo o uso de indutores de resistência de plantas a insetos uma dessas práticas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso dos indutores de resistência e níveis de potássio sob a nutrição mineral, aminoácidos livres totais, açúcares solúveis totais e a suscetibilidade do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunchar) sob confinamento e livre-escolha. O experimento foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI). Para a análise dos parâmetros nutricionais foi conduzido um delineamento em blocos casualizados num esquema fatorial 4 x 5, sendo 4 indutores de resistência (silicato de potássio, potássio solúvel em água, dióxido de silício e água) e 5 níveis de potássio: 0, 50, 100, 150 e 200% dos níveis necessários para este nutriente na cultura do tomate. Para a análise de parâmetros entomológicos relacionados à mosca-minadora, a condução do experimento ocorreu em um delineamento em blocos casualizados contendo em cada bloco 20 tratamentos decorrentes de todas as combinações possíveis entre os indutores de resistência silicato de potássio, potássio solúvel em água, dióxido de silício e água (testemunha) e 0, 50, 100, 150 e 200% do nível necessário de potássio. Para ambos os experimentos foram usadas 4 repetições. Os indutores foram aplicados utilizando-se pulverizador manual. Foi montada em casa de vegetação uma gaiola cilíndrica de tecido voal com 1,5 m de raio e 1,5m de altura. Em seu interior foram alocadas plantas de tomate cultivadas com diferentes indutores/K. Posteriormente, foi selecionada uma folha das plantas cultivadas, localizados no terço superior (3º ou 4º folha a partir do ápice da planta) para ser colocada a gaiola de voal para o teste de confinamento com 10 adultos cada. Depois, 250 adultos de mosca-minadora também com 24 horas de vida foram liberados no centro da gaiola e confinados por 24 horas. Os parâmetros vegetativos e nutricionais avaliados foram: matéria seca do caule (MSC), das folhas (MSF), matéria seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio e potássio no caule e nas folhas, acúmulo de nitrogênio e potássio na parte aérea, teor de silício, aminoácidos livres totais e açúcar solúvel total. Os parâmetros entomológicos avaliados foram: duração da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade da fase pupal, longevidade e razão sexual. A aplicação de níveis crescentes de K, associado aos indutores de resistência utilizados e a testemunha proporcionaram valores crescentes para a MSF, MSC e MSPA, teor e acúmulo de potássio e valores decrescentes de aminoácidos livres totais e açúcares solúveis totais. Os teores de silício foram influenciados apenas pelos níveis de potássio, estando presente onde houve a adição de silicato de potássio e dióxido de silício. O silicato de potássio, potássio solúvel e dióxido de silício mostraram-se eficientes na redução da suscetibilidade do tomateiro a mosca-minadora. Os tratamentos mais suscetíveis a mosca-minadora em confinamento foram IND4/0,5, IND4/1,5 e IND4/2 enquanto que no teste de livre escolha foram IND4/1,5 e IND4/2.

Palavras-chave: Silício. Nutrição Mineral. Trofobiose. Aminoácidos livres.

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum*) apresenta grande destaque no agronegócio brasileiro por contribuir com cerca de 16% do Produto Interno Bruto gerado somente com o cultivo de hortaliças no Brasil. Anualmente, o tomate movimenta mais de 2 bilhões de reais e tem se destacado por ser um dos grandes geradores de empregos diretos e indiretos no Brasil, tanto no campo como na cidade (CARVALHO et al., 2013).

É estimado para a safra 2013/2014 o plantio de 60 milhões de pés de tomate de mesa (BORTEON, 2014). O cultivo do tomateiro exige algumas práticas que requerem atenção diária tais como a adubação, irrigação e com maior intensidade o manejo fitossanitário de pragas e doenças, pois essa cultura é altamente susceptível a esses infestantes (BALBINO; SALGADO e MARTINS, 2010).

Dentre as pragas do tomateiro, com grande potencial biótico destaca-se a mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunchar). O principal método de manejo utilizado para reduzir a população desta praga em cultivos comerciais de tomate é o uso de agrotóxicos. No entanto, o uso prolongado deste método pode acarretar o surgimento de insetos resistentes aos princípios ativos utilizados, como também reduzir a população de inimigos naturais presente no campo.

O uso de substâncias capazes de ativar os mecanismos de defesa estrutural e bioquímico das plantas (indutores de resistência), tem se tornado uma alternativa sustentável quando comparado ao uso de agrotóxicos na agricultura (SOARES; MACHADO, 2007). Dentre as substâncias mais conhecidas, o silício tem se destacado por sua capacidade em ativar mecanismos de defesa de plantas (REIS et al, 2007). No Brasil, estudos sobre o uso do silício no manejo de pragas tem se destacado na última década (OLIVEIRA, 2009).

Associado ao uso de indutores de resistência, o manejo correto da adubação foliar pode auxiliar a planta a suportar o ataque de pragas. Além do fornecimento de nutrientes na parte aérea das plantas, a adubação foliar tem sido utilizada no controle de pragas em cultivos agroecológicos (DIAS et al, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso dos indutores de resistência e níveis de potássio sob a nutrição mineral, aminoácidos livres totais, açúcares solúveis totais e a suscetibilidade do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) ao ataque de mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunckard) sob confinamento e livre-escolha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no Município de Alegre, situado a 20°45'48" de latitude Sul e 41°31'57" de longitude oeste, com altitude de 150 metros. De acordo com o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013) o clima predominante é quente e úmido no verão e inverno seco, precipitação anual média de 1.200 mm e temperatura média anual de 22,2°C, com máximas diárias de 29°C e mínimas de 16,9°C.

2.1.1 Coleta e preparo do solo

O solo utilizado é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, coletado na profundidade de 0 – 20 cm na Fazenda Querência, município de São José do Calçado, Estado do Espírito Santo (ES), conforme descrito no capítulo I.

2.1.2 Caracterização do solo

2.1.2.1 Análises químicas e físicas do solo

Amostra representativa de TFSA foi separada para a caracterização química, conforme descrito no capítulo I.

2.1.3 Montagem dos experimentos

Sementes de tomate da variedade Alambra F1 foram semeadas de maneira individualizada em bandejas de isopor com 128 células, contendo substrato Plantmax. Ao atingirem a altura de 10 cm, considerando-se da base do colo até a extremidade superior da muda, as mesmas foram retiradas, sendo transplantada uma muda por vaso. Ao atingirem a altura de 30 cm, as plantas foram tutoradas.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram feitas, respectivamente, com sulfato de amônio P.A., fosfato de cálcio P.A e cloreto de potássio monobásico P.A. via água de irrigação. O controle de plantas daninhas foi feito mecanicamente. O período experimental foi de 45 dias após o transplântio. A quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicada baseou-se em Novais et al. (1991).

2.1.4 Condução para análise dos parâmetros nutricionais

Para a análise dos parâmetros nutricionais, relacionados aos teores de nitrogênio e potássio foliares do tomateiro, deu-se a condução do experimento num delineamento em blocos casualizados, distribuídos num esquema fatorial 4 x 5, sendo: quatro indutores de resistência: IND 1 (silicato de potássio); IND2 (potássio solúvel em água); IND3 (dióxido de silício) e IND4 (água = testemunha) e cinco doses de potássio: K1 (0% do nível de potássio recomendado), K₂ (50% do nível de potássio recomendado, correspondente a 75 mg/kg de K₂O), K₃ (100% do nível de potássio recomendado, correspondente a 150 mg/kg de K₂O), K₄ (150% do nível de potássio recomendado, correspondente a 225 mg/kg de K₂O) e K₅ (200% do nível de potássio recomendado, correspondente a 300 mg/kg de K₂O), com 4 repetições. A dose de nitrogênio utilizada foi de 200 mg/kg de N para todos os tratamentos, correspondendo a 200% do nível de nitrogênio recomendado. Esta dose foi escolhida por ter sido a que proporcionou maior preferência a mosca-minadora, conforme descrito no capítulo II. O fósforo foi aplicado em parcela única, sendo devidamente revolvido ao solo, e sua quantidade foi a mesma para todos os tratamentos, correspondendo a 300 mg kg⁻¹. Após revolvimento do fósforo ao solo foi

colocado a metade das doses de nitrogênio e potássio e também homogeneizadas, aplicadas 24 horas antes do transplântio das plantas de tomate. Após 15 dias do transplântio a outra metade das doses de N e K foi aplicada, também via água de irrigação, em cobertura.

2.5 CONDUÇÃO PARA ANÁLISE DOS PARÂMETROS ENTOMOLÓGICOS

Para a análise de parâmetros entomológicos relacionados à mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blunhard), a condução do experimento ocorreu em um delineamento em blocos casualizados contendo em cada bloco 20 tratamentos (relações entre indutores de resistência e uma correspondência da dose adequada de potássio (g/vaso), com 4 repetições, conforme se observa: IND1/0K (indutor de resistência silicato de potássio e 0% do nível adequado para o potássio), IND1/0,5 (indutor de resistência silicato de potássio e 50% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,07g/vaso de K) IND1/1 (indutor de resistência silicato de potássio e 100% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,15 g/vaso de K), IND1/1,5 (indutor de resistência silicato de potássio e 150% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,22 g/vaso de K), IND1/2 (indutor de resistência silicato de potássio e 200% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,30 g/vaso de K); IND2/0K (indutor de resistência potássio solúvel em água e 0% do nível adequado para o potássio), IND2/0,5 (indutor de resistência potássio solúvel em água e 50% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,07 g/vaso de K) IND2/1 (indutor de resistência potássio solúvel em água e 100% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,15 g/vaso de K), IND2/1,5 (indutor de resistência potássio solúvel em água e 150% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,22 g/vaso de K), IND2/2 (indutor de resistência potássio solúvel em água e 200% do nível adequado para o potássio que corresponde a 0,30 g/vaso de K); IND3/0K (indutor de resistência dióxido de silício e 0% do nível adequado para o potássio), IND3/0,5 (indutor de resistência dióxido de silício e 50% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,07 g/vaso de K) IND3/1 (indutor de resistência dióxido de silício e 100% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,15 g/vaso de K), IND3/1,5 (indutor de resistência

dióxido de silício e 150% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,22 g/vaso de K), IND3/2 (indutor de resistência dióxido de silício e 200% do nível adequado para o potássio que corresponde a 0,30 g/vaso de K); IND4/0K (água e 0% do nível adequado para o potássio), IND4/0,5 (água e 50% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,07 g/vaso de K) IND4/1 (água e 100% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,15 g/vaso de K), IND4/1,5 (água e 150% do nível adequado para o potássio, que corresponde a 0,22 g/vaso de K), IND4/2 (água e 200% do nível adequado para o potássio que corresponde a 0,30 g/vaso de K).

2.5.1 Criação e multiplicação da mosca minadora

Os adultos de mosca-minadora utilizados foram retirados da criação estoque do NUDEMAFI, conforme descrito no capítulo I. Nesta criação, adultos de mosca-minadora de diferentes idades são mantidas em gaiolas de tela anti-afídeo, em sala com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h. Vasos com plantas de feijão-deporco (*Canavalia ensiforme* L.) com 15 dias de emergidas são colocadas por 24 h no interior das gaiolas, para que, após alimentação e cruzamento dos adultos, suas folhas sejam usadas para oviposição. Após este período as plantas são retiradas e alocadas em casa-de-vegetação por 5 dias. Após este período, as folhas são destacadas das plantas e retornam para sala de criação, colocando-se o pecíolo em tubo com água suspenso até a saída da pupa, que posteriormente é acomodada em placa de petri vedada com plástico filme até a emergência do adulto.

2.5.2 Condução dos indutores de resistência

Para a aplicação dos indutores de resistência primeiramente foi determinado a fração que correspondia a quantidade de silício e de potássio fornecida através do indutor silicato de potássio na dose indicada pelo fabricante (8,95 g/L de silício e 3,21 g/L de potássio). As doses dos indutores potássio e dióxido de silício usados

corresponderam a 8,95 g/L e 3,21 g/L, respectivamente, de maneira a igualar os níveis de potássio e silício aplicados nos indutores de resistência.

Para determinar o volume de calda a ser utilizada, foi realizada uma pulverização de pré-teste com água em plantas de diferentes tamanhos, definindo-se posteriormente três volumes de solução, sendo 20 mL; 30 mL (20 mL de calda e 10 mL de água) e 40mL (20mL de calda e 20mL de água) para plantas de porte pequeno, médio e grande, respectivamente. Os indutores de resistência foram aplicados ao cultivo de tomate quando as plantas atingiram 39 dias de idade.

2.5.3 Teste de confinamento

Para avaliar a susceptibilidade do tomateiro à mosca-minadora (*Liriomyza sativae*) sob diferentes indutores de resistência e diferentes relações de níveis de potássio (IND/K), foi realizado um teste de confinamento em plantas de tomateiro com 40 dias de transplantadas e com 24 horas da indução de resistência. Para infestação, foi selecionada uma folha das plantas cultivadas, localizada no terço superior (3^o ou 4^o folha a partir do ápice da planta). A gaiola consistiu de um saco de tecido tipo Voal de 22 cm de comprimento e 15 cm de largura, a qual foi instalada em cada folha. Posteriormente, dez adultos de mosca-minadora com 24 horas de vida foram aspirados a partir de placas de petri utilizadas para manutenção da criação estoque para tubos de acrílico de 1,5 cm de diâmetro por 2,5 cm de altura, que então eram fechados com filme plástico. Posteriormente, os tubos de acrílico eram introduzidos a partir da base de cada saco de voal, o filme plástico retirado e depois o voal era preso à bainha das folhas por meio de fita crepe. Os adultos de *Liriomyza sativae* foram confinados durante 24 horas para possibilitar o cruzamento e a oviposição no folíolo.

Após esse período, as gaiolas com insetos foram retiradas das folhas, as quais foram devidamente identificadas. As plantas infestadas eram mantidas na casa de vegetação e monitoradas diariamente durante a fase de ovo e estádios iniciais da fase de larva com o auxílio de uma lupa de bolso com aumento de 30 vezes. A partir da observância de desenvolvimento larval, as gaiolas eram colocadas novamente nas folhas e permaneciam até emergência da pupa, quando então eram retiradas da

folha. As pupas de cada repetição eram contadas e separadas individualmente em placas do tipo minigerbox (2,5 cm de diâmetro de 1,5 cm de altura), forradas com papel filtro e acondicionadas em câmara climatizada B.O.D com fotoperíodo de 12 horas e termoperíodo de 28°C diários e umidade de 50%.

2.5.4 Teste de Livre escolha

Para avaliar a susceptibilidade do tomateiro à mosca-minadora sob diferentes indutores de resistência e relações de níveis de potássio (IND/K), foi realizado um teste de livre-escolha em plantas de tomateiro com 40 dias de transplantadas e com 24 horas de indução de resistência. Para isto, foi montada em casa de vegetação uma gaiola cilíndrica de tecido voal com 1,5 m de raio e 1,5m de altura, fechada por todos os lados exceto lateralmente onde se fez uma abertura flexível que permitia ser fechada com velcro. Em seu interior foram alocadas plantas de tomate cultivadas com diferentes combinações de níveis de K e indutores de resistência. Posteriormente, 250 adultos de mosca-minadora com 24 horas de vida foram aspirados a partir de placas de petri utilizadas para manutenção da criação estoque e liberados no centro da gaiola. Os adultos de *Liriomyza sativae* foram confinados durante 24 horas para possibilitar o cruzamento e a oviposição no folíolo. Depois deste período, as plantas eram retiradas e ficavam em bancadas na casa de vegetação. Foi feito um intervalo de 24 horas entre a saída das plantas de um bloco e a entrada de outro para que fosse colocado dentro da gaiola uma armadilha atraente, de cor amarela, visando à captura dos insetos confinados. Após um período de 24 horas o número de adultos era contado e novamente iniciava-se o processo.

As plantas infestadas eram mantidas na casa de vegetação e monitoradas diariamente durante a fase de ovo e estádios iniciais da fase de larva com o auxílio de uma lupa de bolso com aumento de 30x. A partir da observância de desenvolvimento larval, sacolas de tecido do tipo voal eram colocadas novamente nas folhas ovipositadas e permaneciam até emergência da pupa, quando então eram retiradas da folha. As pupas de cada repetição eram contadas e separadas individualmente em placas do tipo minigerbox (2,5 cm¹ de diâmetro de 1,5 cm¹ de

altura), forradas com papel filtro e acondicionadas em B.O.D com fotoperíodo de 12 horas e termoperíodo de 28 °C diários e umidade de 50%.

2.6 DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAIS

2.6.1 Análises de Parâmetros Vegetativos, Nutricionais e Bioquímicos

Após a retirada das pupas das folhas sob confinamento (55 dias após o transplante), foi realizado o corte da 3ª ou 4ª folha do tomateiro onde estava instalada a gaiola de voal. Após serem colocadas em sacolas de papel devidamente identificadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C durante 72 horas.

Após a retirada das pupas no teste de livre-escolha foi realizado o corte da parte aérea do tomateiro 55 dias após o transplante, separando-se o caule e as folhas, acondicionando-se as partes individuais em sacolas de papel devidamente identificadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até peso constante para a determinação da matéria seca da 3ª ou 4ª folha (MSF3/4), matéria seca das folhas (MSF) e da matéria seca do caule (MSC) do tomateiro. A partir da soma da (MSF3/4), MSF e da MSC, obteve-se a matéria seca da parte aérea (MSPA) do tomateiro.

O material seco da parte aérea (folha e caule) do tomateiro foi triturado em moinho Wiley, provido de peneira de aço inoxidável com malhas de 0,42 mm e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados para análises químicas dos teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K) e a determinações químicas de aminoácidos livres totais (Moore e Stein, 1948) e açúcares solúveis totais (Yemm e Willis, 1957). A partir dos resultados de produção de MSF e MSC e dos teores de N e K foram calculados os acúmulos destes nutrientes na parte aérea (folha e caule) do tomateiro.

2.6.2. Análises de Parâmetros Entomológicos

As variáveis entomológicas foram analisadas no Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI. As análises consistiram nas seguintes avaliações: viabilidade larval (VL), duração da fase larval (DFL), viabilidade da fase pupal (VFP), duração da fase pupal (DFP), longevidade dos descendentes (LG) e razão sexual (RS). Para a medição da fase larval observaram-se as folhas em que foram submetidas ao confinamento, identificando-se as puncturas e acompanhando o seu desenvolvimento através de lupa de aumento de 30 vezes. A partir da eclosão deu-se início a contagem do período larval até a saída da pupa. A razão sexual foi calculada através da fórmula: $rs = n.^{\circ} \text{ de fêmeas} / n.^{\circ} \text{ de fêmeas} + n.^{\circ} \text{ de machos}$.

2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Software SISVAR (Ferreira, 2000) e quando significativos foi utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para os fatores quantitativos. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2). Para os fatores qualitativos significativos relacionados às variáveis entomológicas (viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval e pupal, razão sexual e longevidade) foi utilizado o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para comparação das médias dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISES NUTRICIONAIS

A interação dupla entre os indutores de resistência e os níveis de potássio no solo mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro matéria seca das folhas. Observa-se na Tabela 2 que a testemunha e o dióxido de silício apresentaram as maiores médias no nível 0% de K, embora o dióxido de silício não tenha diferido

estatisticamente do potássio solúvel em água e este por sua vez do silicato de potássio. No nível 50% de K as maiores médias foram a testemunha e o dióxido de silício. Em 100% de K, a testemunha apresentou maior média para o parâmetro MSF. Nos níveis 150% e 200% de potássio as maiores médias se encontraram na testemunha e no potássio solúvel em água. Para a ocorrência de maiores médias de MSF na testemunha (água) se deve, de alguma maneira, a mecanismos bioquímicos que governam a resistência induzida no tomateiro, que deslocam a energia destinada a produção de tecidos foliares para a produção de substâncias inibidoras ao ataque e desenvolvimento da mosca-minadora. Este fato é corroborado por Gayler et al (2004) e Bostock (2005) que destacam que o processo de indução de resistência gera custos para a planta e na presença de agentes danosos, o vegetal aloca recursos visando a sua defesa, em detrimento dos demais custos ecológicos.

Tabela 2 – Matéria seca da folha (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	5,68b	7,96b	8,93b	9,79b	10,15b
Potássio solúvel em água	7,02ab	7,83b	9,29b	11,86a	12,38a
Dióxido de silício	7,75a	9,53a	9,90b	10,06b	10,94b
Água	7,96a	9,79a	11,89a	12,00a	12,32a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Visualiza-se na Figura 1 que o parâmetro MSF apresentou ajustes lineares crescentes até o limite de 200% de potássio para todos os indutores de resistência estudados, demonstrando a importância da adubação potássica para o tomateiro. O potássio é o cátion monovalente mais abundante nos tecidos foliares das plantas e, mesmo não ocupando nenhum composto estrutural, ele desempenha papel de destaque em vários processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (MARSCHNER, 1995). O fornecimento inadequado de potássio influencia de maneira direta a eficiência da fotossíntese na planta, ocasionando a redução do crescimento vegetal, devido à baixa ativação de diversas enzimas, promovendo desta forma uma menor extensão foliar (HUBER, 1985).

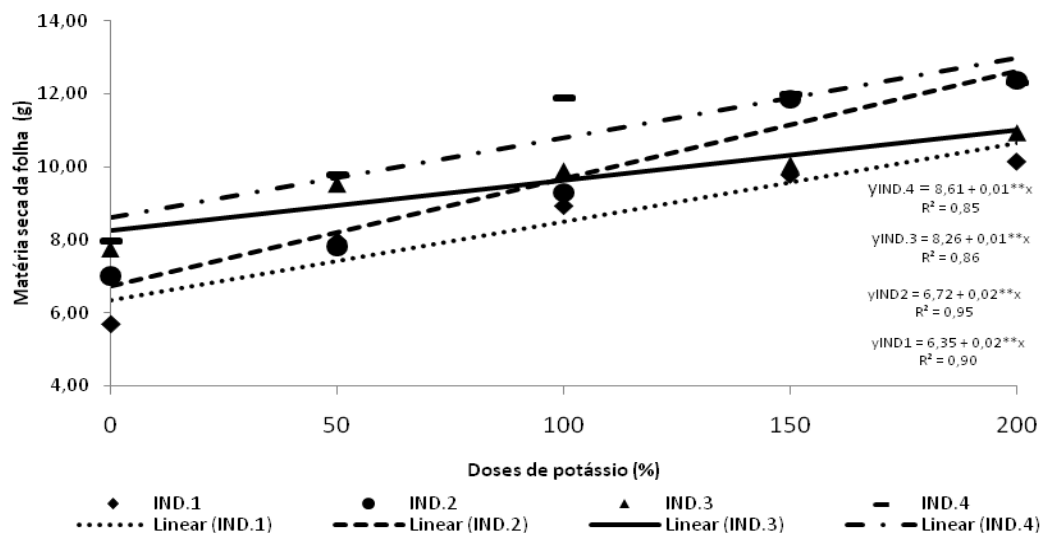


Figura 1 – Matéria seca da folha (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado

** 5% de probabilidade

É possível verificar na Figura 2 que não observou-se diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) na análise do parâmetro matéria seca do caule na interação dupla entre os fatores indutor de resistência e níveis de potássio e também no estudo isolado do fator indutor de resistência, sendo possível apenas obter diferença estatística significativa para o fator níveis de potássio. Nota-se que a MSC apresentou ajustes para o modelo linear de maneira crescente até o limite de 200% de potássio. A ausência de interação significativa e também de significância ($p \leq 0,05$) para o fator indutores de resistência pode ser consequência da maneira como foi feita a aplicação do silicato de potássio, do potássio, do dióxido de silício e da testemunha, uma vez que os mesmos foram aspergidos somente sobre as folhas.

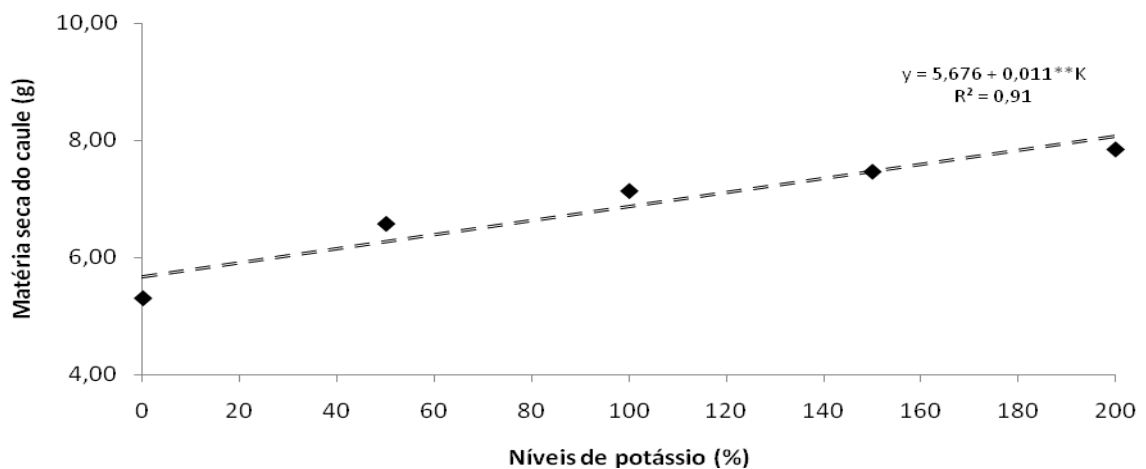


Figura 2 – Matéria seca do caule (g/vaso) em função de níveis de potássio (%)

** 5% de probabilidade

Para a matéria seca da parte aérea (MSPA), semelhantemente ao observado para a MSF, nota-se uma interação significativa ($p < 0,05$) entre os indutores de resistência e os níveis potássio para o tomateiro. Na ausência da adubação potássica, não houve diferença entre os tratamentos. Contudo, quando se utilizou potássio na adubação, verificou-se que o dióxido de silício (50%K) apresentou maior média para MSPA, porém, não diferiu da testemunha, que por sua vez está no mesmo grupo de médias do silicato de potássio e do potássio solúvel em água. O potássio solúvel em água e a testemunha apresentaram maiores médias nos níveis 100% e 200% de K e a testemunha apresentou as maiores médias para MSPA em 100%K (TABELA 3). Ao se comparar a contribuição da massa do caule e das folhas, nota-se que a MSF (Tabela 2) contribuiu significativamente para os resultados de MSPA obtidos. As se analisar o conjunto de componentes que formam a MSPA, Benincasa et al (1988) afirmam que as folhas são responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética.

Tabela 3 – Matéria seca da parte aérea (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	11,8a	15,33b	16,28b	17,83b	18,73b
Potássio solúvel em água	12,97a	14,97b	20,23a	17,5b	21,55a
Dióxido de silício	13,19a	18,13a	17,75b	17,64b	19,20b
Água	13,42a	16,54ab	19,89a	20,22a	21,56a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Observa-se através da Figura 3 que a MSPA apresentou ajustes lineares crescentes para os indutores de resistência estudados em sua interação com os níveis de potássio até o limite de 200% de K. Os resultados encontrados eram esperados uma vez que são semelhantes aos obtidos para a MSF, fração esta que contribuiu de maneira destacada para a MSPA. Este resultado pode se dever a grande mobilidade que o potássio possui no sistema solo-planta, relacionando-se diretamente a sua oferta as plantas, já que a quantidade absorvida está diretamente relacionada à sua disponibilidade as plantas na solução do solo (MALAVOLTA, MORAES, 2006).

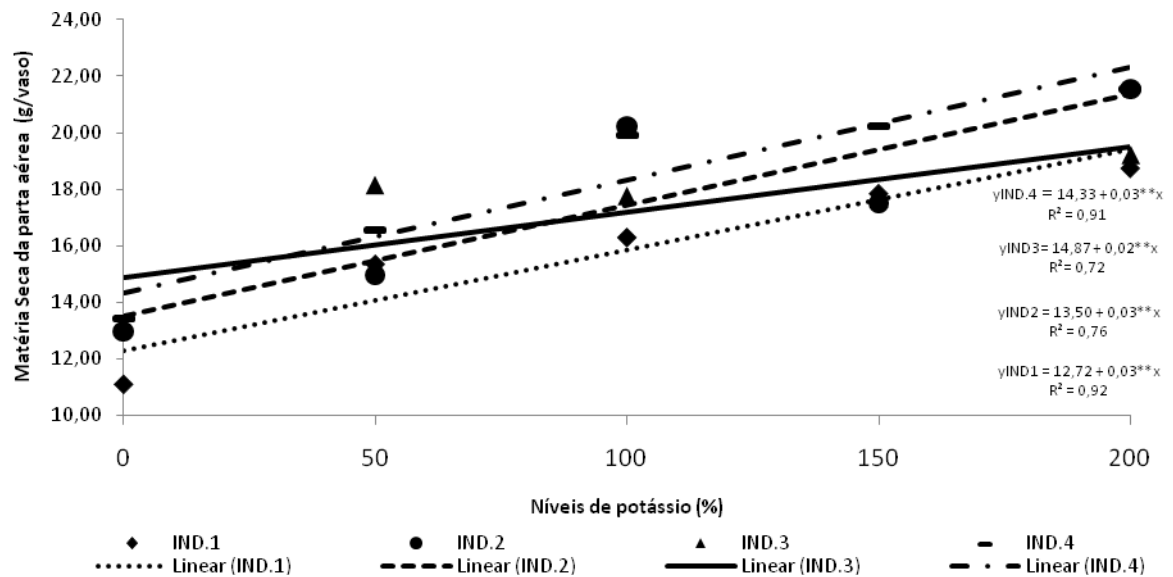


Figura 3 – Matéria seca da parte aérea (g/vaso) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado
** 5% de probabilidade

Os teores de nitrogênio da 3ª ou 4ª folha em confinamento não apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) na interação dupla entre indutores de resistência e níveis de potássio e nos fatores isolados indutores de resistência e níveis de potássio para o parâmetro teor de nitrogênio. Esta ausência de significância pode ter ocorrido em função das folhas sob análise encontrarem-se no terço superior do tomateiro e as imposições do manejo experimental (indutores de resistência e níveis de potássio) foram insuficientes para influenciar os teores de nitrogênio na 3ª ou 4ª folha.

Não foi possível obter diferença estatística significativa na análise do parâmetro teor de nitrogênio nas folhas na interação dupla entre os fatores indutor de resistência e níveis de potássio e também no estudo isolado do fator indutor de resistência, sendo possível apenas para o fator níveis de potássio (Figura 4). Observou-se que os teores de nitrogênio nas folhas apresentaram ajustes significativos e decresceram linearmente de 0% de K até o limite de 200% de potássio. Segundo Jarrel e Beverly (1981), isto se deve ao efeito de diluição do elemento na parte aérea da planta, pois o aumento da produção de matéria seca resultou na redução do teor de N na folha, à medida que se aumentaram as doses de K. De acordo com Blevins (1985) um das principais contribuições do potássio para a síntese proteica está relacionada ao seu

papel no transporte de compostos nitrogenados para o local onde ocorre a síntese e vacúolos.

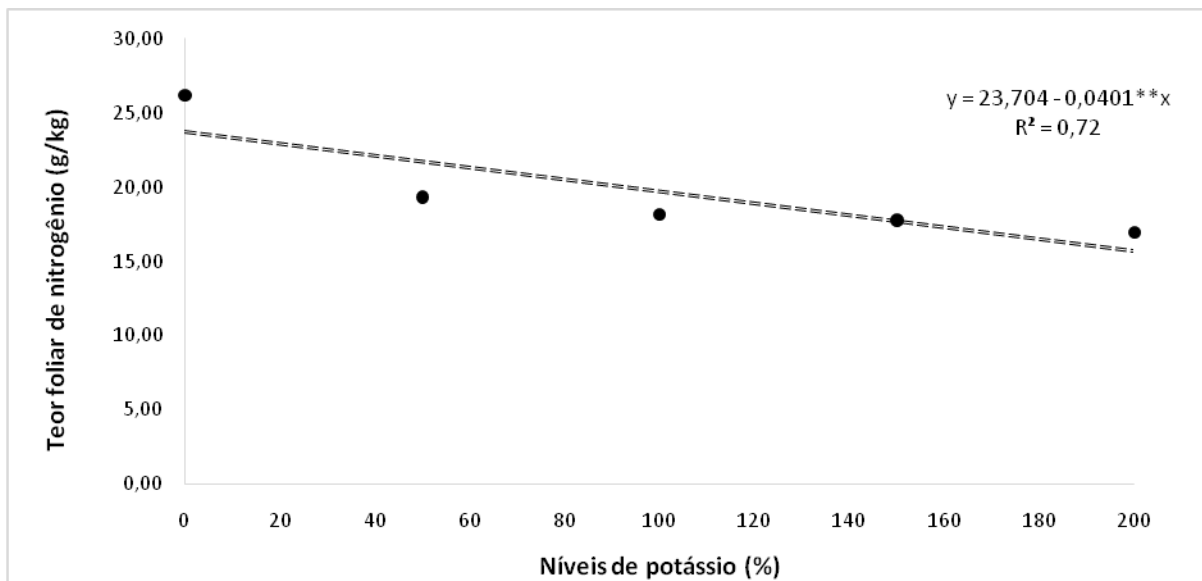


Figura 4 – Teor de nitrogênio foliar (g/kg) em função de níveis de potássio (%)

** 5% de probabilidade

Os teores de nitrogênio do caule do tomateiro apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) para o fator indutor de resistência. Nota-se na Tabela 4 que os indutores de resistência potássio solúvel em água e silicato de potássio proporcionaram maiores valores de nitrogênio no caule.

Tabela 4 – Teor de nitrogênio (g/kg) do caule do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados

Indutores de resistência	Teor de nitrogênio (g/kg)
Silicato de potássio	10,14ab
Potássio solúvel em água	11,11a
Dióxido de silício	9,44c
Água	10,11b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Observa-se na Figura 5 que, semelhantemente ao observado para os teores de nitrogênio na folha, os teores de nitrogênio no caule do tomateiro apresentaram comportamento linear decrescente à medida que se aumentavam os níveis de potássio, o que também é atribuído ao efeito diluição (JARREL; BEVERLY, 1981).

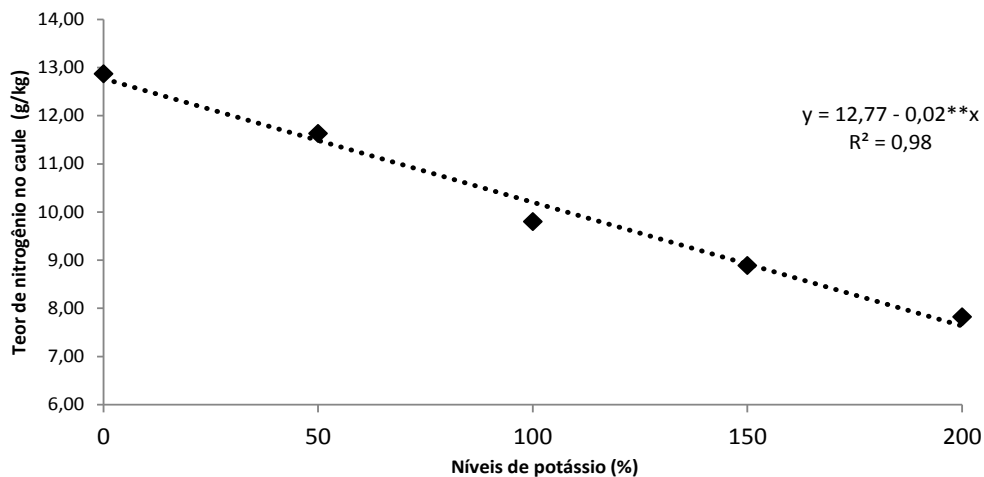


Figura 5 – Teor de nitrogênio (g/kg) do caule do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio

** 5% de probabilidade

A interação entre os indutores de resistência e os níveis de potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro acúmulo de nitrogênio na parte aérea do tomateiro. Verifica-se na Tabela 5 que na ausência de adubação potássica, o indutor de resistência potássio solúvel em água proporcionou menor acúmulo de nitrogênio em relação aos demais indutores de resistência. Para a dose de 50% de K, o dióxido de silício mostrou-se superior, enquanto que na dose 100% de K não houve diferença entre os tratamentos. Portanto, percebe-se que a resposta ao indutor de resistência variou em função da dose de potássio. Nas doses 150 e 200% K o potássio solúvel em água foi superior, respectivamente ao dióxido de silício e aos indutores de resistência dióxido de silício e silicato de potássio.

Tabela 5 – Acúmulo de nitrogênio (g/planta) na parte aérea do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	0,70a	0,74b	0,71a	0,83ab	0,77b
Potássio solúvel em água	0,63b	0,70b	0,83a	0,98a	1,00a
Dióxido de silício	0,82a	0,87a	0,72a	0,78b	0,74b
Água	0,70a	0,73b	0,87a	0,88ab	0,91ab

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Quanto ao acúmulo de nitrogênio na parte aérea do tomateiro, é possível notar que os diferentes níveis de potássio utilizados possibilitaram ajustes lineares crescentes até o nível de 200% de K para o indutor de resistência potássio solúvel em água e

na testemunha (Figura 6). O mesmo não foi observado para os indutores silicato de potássio e dióxido de potássio que não apresentaram diferenças estatísticas entre as médias observadas, não sendo possível a obtenção de modelos de regressão com coeficientes significativos. De acordo com os resultados obtidos, pode-se supor que a presença de silício no silicato de potássio e no dióxido de silício, na dose de 3,21 g/L, influenciou negativamente o acúmulo de nitrogênio no tomateiro em condições de acréscimo de potássio até o limite de 200% do adequado, uma vez que impossibilitou a obtenção de acúmulos significativos de N na parte aérea do tomateiro. Esta ausência de acúmulo pode se dever a uma melhor eficiência no uso do nitrogênio nas plantas tratadas com indutores de resistência com silício, conforme destacam Köehle et al. (1994) e Malavolta (2006) ao considerarem que silício tem sido estudado pelo fato de minimizar os estresses de diferentes naturezas, e pelo melhor aproveitamento de alguns nutrientes pelas plantas, especialmente o nitrogênio.

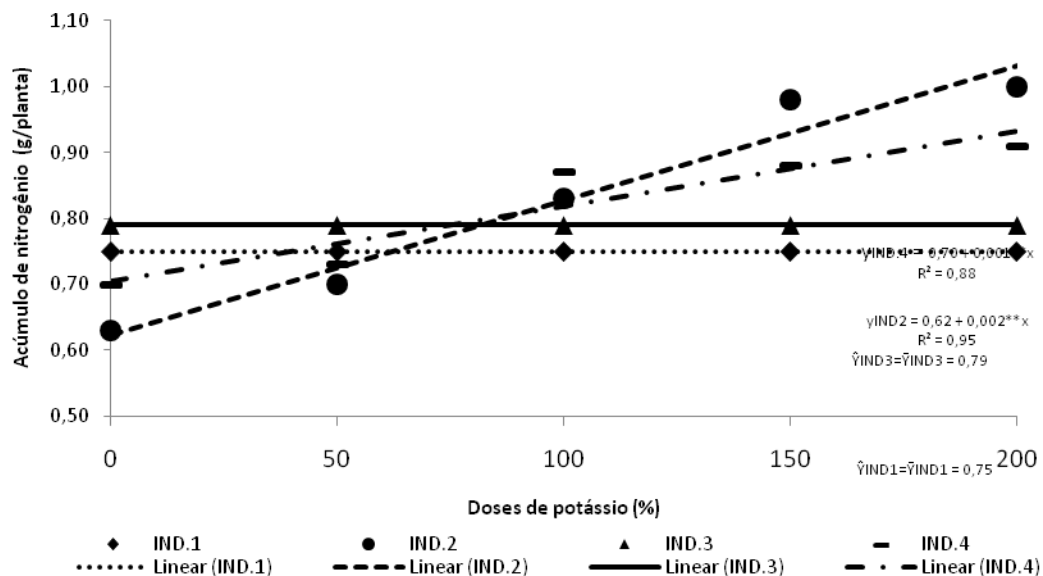


Figura 6 – Acúmulo de nitrogênio (g/planta) na parte aérea do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (g/kg), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado

** 5% de probabilidade

Os teores de potássio presentes na 3ª ou 4ª folha do tomateiro apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) para a interação entre os indutores de resistência e os níveis de potássio. Nota-se na Tabela 7 que para o parâmetro teor de potássio na 3ª ou 4ª folha do tomateiro houve diferença estatística entre as

médias observadas, no nível 150% de potássio, com maiores valores para o indutor de resistência potássio solúvel em água.

Tabela 7 – Teores foliares de potássio (g/kg) da 3ª ou 4ª folha do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	4,23a	11,46a	13,22a	17,56b	28,31a
Potássio solúvel em água	4,13a	11,15a	12,19a	19,21a	27,13a
Dióxido de silício	4,13a	10,77a	13,73a	15,60c	27,15a
Água	5,00a	11,26a	13,84a	17,48b	27,08a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Observa-se na Figura 7 que os teores de potássio da 3ª ou 4ª folha apresentaram ajustes lineares crescentes para os níveis de potássio estudados até 200% de K e em cada indutor de resistência testado. Nota-se, desta maneira, que os resultados verificados apontam para o fato de que a medida que se aumentou os níveis de potássio incrementou-se os teores foliares na 3ª ou 4ª folha, conforme era esperado pelo proposto por Malavolta (2006) que afirma que os teores de potássio dos vegetais são fortemente influenciados pela disponibilidade de potássio no solo.

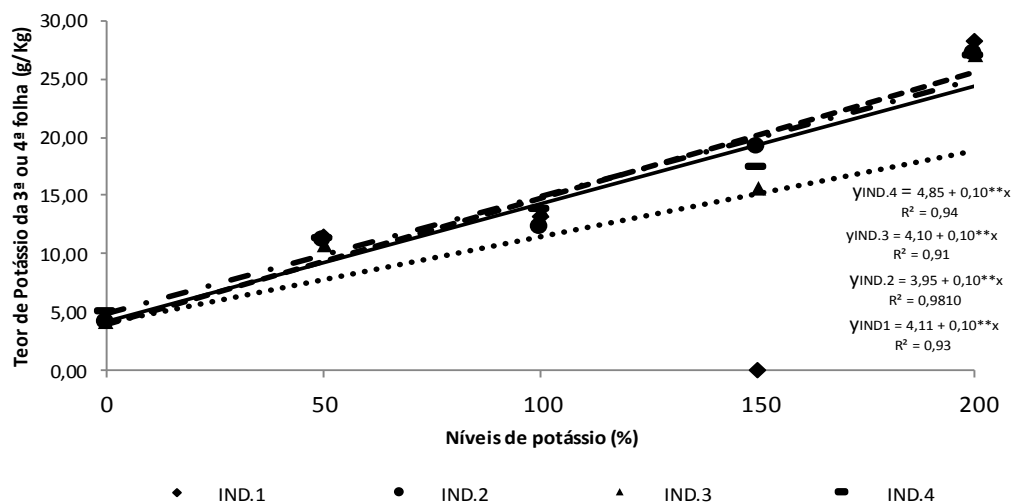


Figura 7 – Teor de potássio (g/kg) da 3ª ou 4ª folha do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (g/kg), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado. ** 5% de probabilidade

A interação entre os indutores de resistência e os níveis de potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro teor foliar de potássio no tomateiro. Observa-se na Tabela 8 que os teores de potássio na folha foram estatisticamente significativos apenas para as doses mais elevadas de K (150 e 200% K). A

testemunha (água) apresentou valores inferiores significativamente em relação aos tratamentos onde foram utilizados indutores de resistência nas doses 150 e 200%K, demonstrando que em doses mais elevadas de potássio pode haver um efeito positivo dos indutores de resistência no aumento da absorção de K pelo tomateiro. O silicato de potássio, além de fornecer o silício, também fornece o potássio. Por sua vez Savant et al (1999) afirmam que o fornecimento de silício possibilita um melhor aproveitamento de alguns nutrientes pelas plantas, fato este que pode ter ocorrido com o potássio quando submetidos ao silicato de potássio e dióxido de silício.

Tabela 8 – Teor foliar de potássio (g/kg) no tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	4,51a	14,62a	26,87a	36,78a	41,22a
Potássio solúvel em água	5,98a	14,27a	27,35a	33,75a	40,24a
Dióxido de silício	6,21a	14,76a	29,76a	36,32a	38,84a
Água	5,35a	14,06a	27,82a	29,10b	31,07b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Verifica-se pela Figura 8 que os níveis de potássio estudados proporcionaram ajustes lineares crescentes até 200% de K para os teores de potássio na folha em todos os indutores de resistência avaliados. O resultado encontrado demonstra que os teores de potássio obtidos foram fortemente influenciados pelos níveis de potássio aplicados no cultivo em vaso do tomateiro. De acordo com Malavolta (2006) os teores de potássio nas plantas são influenciados, de maneira direta, pelos níveis de K disponíveis na solução do solo, uma vez que este nutriente é considerado um dos mais móveis na associação solo-planta-atmosfera.

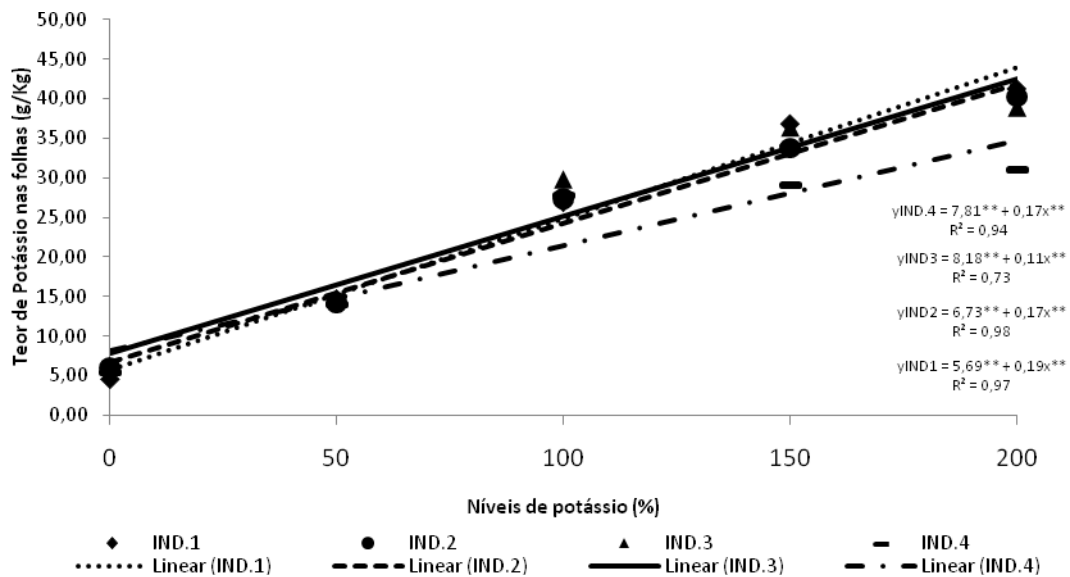


Figura 8 – Teor de potássio nas folhas (g/kg) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado
 ** 5% de probabilidade

Foi possível notar, na análise do parâmetro teor de potássio no caule, que a interação dupla entre indutores de resistência e níveis de potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$). Contudo, só foram observadas diferenças significativas entre os indutores de resistência para as doses de 100 e 150% de potássio. Para a dose 100% K, a água apresentou desempenho inferior aos indutores de resistência, já para a dose 150 % K, o dióxido de silício foi o tratamento que proporcionou menor teor de potássio no caule.

Tabela 6 – Teores de potássio (g/kg) do caule do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	4,55a	9,61a	13,01a	16,06a	17,42a
Potássio solúvel em água	4,46a	8,80a	12,59a	15,27a	17,06a
Dióxido de silício	3,51a	7,82a	12,10ab	12,70b	17,06a
Água	4,19a	8,50a	10,58b	16,06a	17,11a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Percebe-se na Figura 9 que os teores de potássio no caule apresentaram ajuste linear crescente em todos os níveis de potássio estudados até o nível de 200% de K para cada indutor de resistência utilizado. Diante dos resultados apresentados pode-

se ponderar que os níveis lineares crescentes de potássio sobressaíram-se aos indutores de resistência testados, quanto ao parâmetro teor de K no caule.

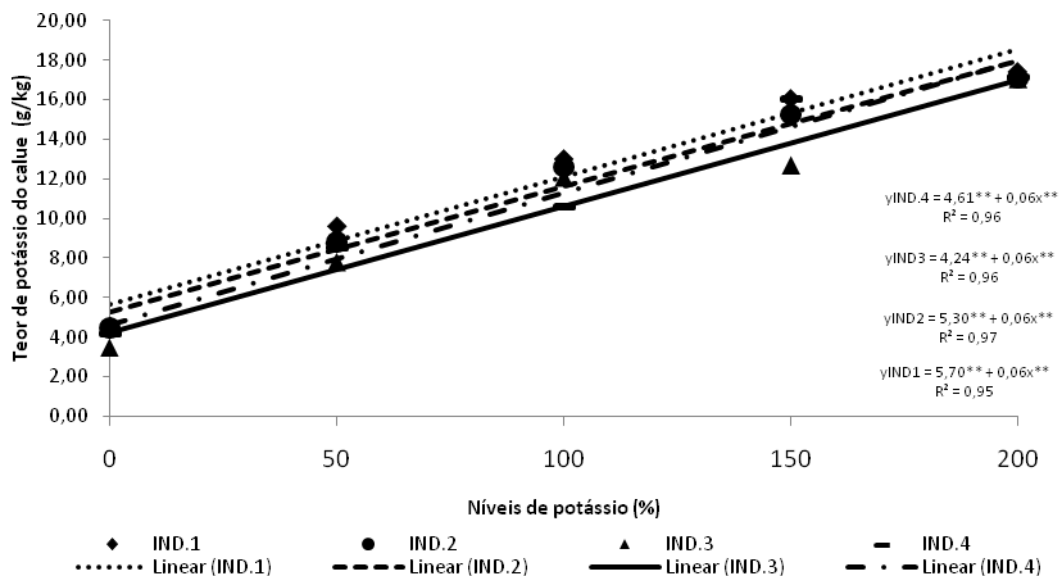


Figura 6 – Teor de potássio (g/kg) do caule do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (g/kg), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado
 ** 5% de probabilidade

Foi possível notar, na análise do parâmetro acúmulo de potássio na parte aérea do tomateiro, que a interação dupla entre indutores de resistência e níveis de potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$). Da mesma forma que para o teor de K foliar, só foram observadas diferenças entre indutores de resistência para as doses mais elevadas de potássio, com destaque para o potássio solúvel em água e o dióxido de silício que proporcionaram maiores acúmulos (Tabela 9).

Tabela 9 – Acúmulo de potássio (g/planta) na parte aérea do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	0,15a	0,49a	0,65a	0,89ab	1,41ab
Potássio Solúvel em água	0,14a	0,46a	0,63a	1,09a	1,53a
Dióxido de silício	0,13a	0,49a	0,71a	1,02a	1,45a
Água	0,16a	0,52a	0,76a	0,80b	1,39b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

É possível notar na Figura 9 que todos os diferentes níveis de potássio utilizados possibilitaram ajustes lineares crescentes até o nível de 200% de K para os indutores de resistência pesquisados quanto ao acúmulo de potássio. Esta resposta indica que o acúmulo de potássio é crescente em tomateiro quando cultivados em níveis crescentes de potássio até o limite de 200% do adequado e altas doses fixas de nitrogênio em plantios feitos em vasos. O efeito linear crescente de acúmulo dos teores de potássio podem estar associados ao fato de que este nutriente é importante para o crescimento meristemático e intensidade fotossintética (FAQUIN, 2005). Resultado similar foi obtido por Prado et al (2011) que observaram que o acúmulo de potássio apresenta comportamento linear quando plantas de tomate são submetidas a doses crescentes deste nutriente.

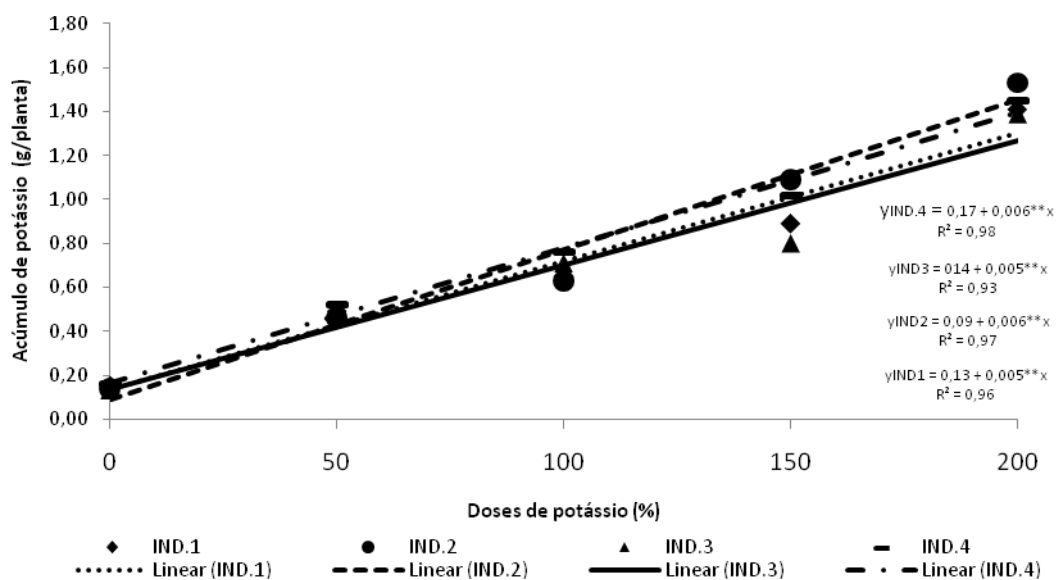


Figura 9 – Acúmulo de potássio na parte aérea (g/planta) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (g/kg), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado

** 5% de probabilidade

Os teores de silício obtidos na 3ª ou 4ª folha sob confinamento e nas demais folhas não apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) na interação dupla entre indutores de resistência e níveis de potássio e isoladamente para o fator níveis de potássio. Em ambos os casos, apenas o estudo isolado do fator indutor de resistência possibilitou a obtenção de médias estatisticamente significativas. É possível notar pela Tabela 10 que, na 3ª ou 4ª folha e também nas demais folhas do tomateiro as maiores médias de silício foram observadas nos indutores de resistência silicato de potássio e dióxido de silício. Isto pode ter ocorrido por efeito de

presença de silício nestes indutores de resistência, que ao serem aplicados via foliar, permaneceram na superfície das folhas do tomateiro, já que o tomateiro é considerado uma planta não acumuladora de silício, que de acordo com Myake e Takahashi (1983) são aquelas que apresentam concentrações de silício abaixo de 5 g/kg. Segundo Ma et al (2004), plantas consideradas não acumuladoras, como tomate, por exemplo, possuem menor densidade de transportadores de Si do apoplasto para o simplasto e um defeito nos transportadores de Si das células do córtex para o xilema, comparadas as plantas acumuladoras. Pereira et al. (2003) relatam que maior absorção de silício pelo tomateiro ocorre quando se tem maior disponibilidade de elemento no solo.

Tabela 10 – Teor de silício (g/kg) no tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados

Indutores de resistência	Teor de silício (g/kg)	
	3ª ou 4ª folha	Folhas
Silicato de potássio	0,07a	0,29a
Potássio solúvel em água	0,05b	0,07b
Dióxido de silício	0,07a	0,28a
Água	0,05b	0,05b

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Ao se analisar o parâmetro aminoácidos livres totais na 3ª ou 4ª folha do tomateiro foi possível verificar a ocorrência de interação dupla significativa ($p \leq 0,05$) entre indutores de resistência e níveis de potássio. Percebe-se pela Tabela 11 que na ausência da adubação potássica, os menores valores médios obtidos para o parâmetro aminoácidos livres totais na 3ª ou 4ª folha do tomateiro foram encontrados quando se utilizaram o silicato de potássio e a água; na dose 50% K, o dióxido de silício apresentou valores inferiores aos demais tratamentos; na dose 100% K, o potássio solúvel em água apresentou maiores valores, diferindo significativamente da água; na dose 150% K, o dióxido de silício proporcionou menores valores, não diferindo significativamente do silicato de potássio e da água; e na dose mais elevada de potássio (200% K), o silicato de potássio seguido do dióxido de silício apresentaram valores mais baixos. Portanto, percebe-se que, dentre os indutores de resistência estudados, os indutores que tem silício em sua composição (silicato de potássio e dióxido de silício) merecem destaque, por ter proporcionado menores valores de aminoácidos livres totais, indicando que estes

compostos são capazes de proporcionar a estas folhas condições de se tornarem menos suscetíveis a mosca-minadora. Köehle et al. (1994) indicam que o silício pode tornar o uso de nitrogênio mais eficiente pelas plantas (Silva, 2013), fato este que poderia reduzir a concentração de aminoácidos na folha (ARAÚJO, MENEZES, 2009).

Tabela 11 – Aminoácidos livres totais (mmol/kg MS) da 3ª ou 4ª folha de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	2,03c	10,39a	8,16ab	6,11ab	2,03c
Potássio Solúvel em água	9,40a	10,19a	10,30a	8,56a	9,65a
Dióxido de silício	8,96b	7,57b	7,67ab	5,77b	3,92b
Água	4,17c	9,82a	6,03b	6,41ab	9,71a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Observa-se na Figura 10 que os diferentes níveis de potássio utilizados possibilitaram ajustes lineares decrescentes de regressões nos indutores de resistência silicato de potássio e dióxido de silício na 3ª ou 4ª folhas de tomateiro até o limite de 200%K. Nota-se diante do exposto que os indutores que possuem silício em sua composição contribuíram para a redução da disponibilidade de aminoácidos livres totais na 3ª ou 4ª folha podendo inferir que o silício aumenta a eficiência da nutrição nitrogenada (Silva, 2013). No caso dos valores decrescentes de aminoácidos a medida que se aumentou os níveis de potássio no uso dos indutores potássio solúvel em água e na testemunha indicam que possa haver algum mecanismo bioquímico que permita o acolhimento destes aminoácidos em cadeias, reconstituição ou incorporação a proteínas. Mengel et al (1976) sugeriram que o potássio favorece a incorporação dos compostos nitrogenados solúveis em proteínas.

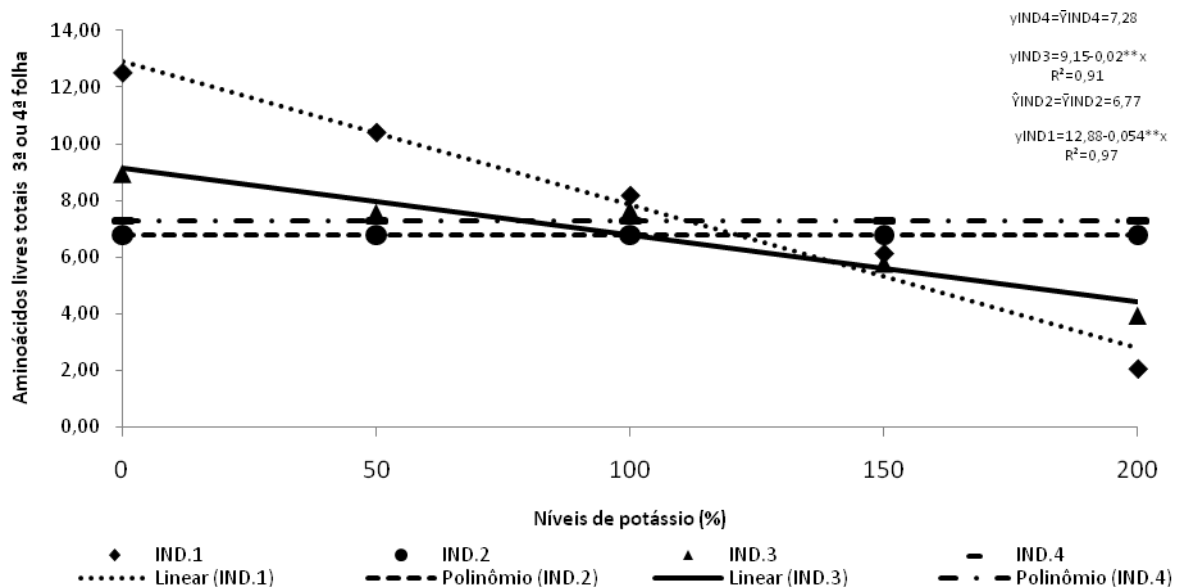


Figura 10 – Aminoácidos livres totais (mmol/kg MS) da 3ª ou 4ª folha do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado

** 5% de probabilidade

A interação entre os indutores de resistência e os níveis de potássio mostrou-se significativa ($p \leq 0,05$) para o parâmetro aminoácidos livres totais na 3ª ou 4ª folha do tomateiro. Percebe-se na Tabela 12 que os indutores de resistência não diferiram estatisticamente para o parâmetro aminoácidos livres totais nos níveis de potássio 0%, 50% e 100% de K. Contudo, nível de 150% K, os indutores de resistência silicato de potássio, potássio solúvel em água e dióxido de silício apresentaram valores significativamente inferiores à testemunha (água). Para o nível mais elevado de K (200%), os menores valores foram encontrados para o silicato de potássio, seguido do dióxido de silício, potássio solúvel em água e água. Os efeitos obtidos demonstram que, para os níveis de potássio 150% e 200%, os indutores de resistência colaboraram para a redução das médias obtidas para este parâmetro, diferente do que foi verificado nos níveis mais baixos de potássio, já que os mesmos não diferiram da testemunha.

Tabela 12 – Aminoácidos livres totais (mmol/kg MS) de folhas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados para cada nível de potássio aplicado

Indutores de resistência	Potássio (%)				
	0	50	100	150	200
Silicato de potássio	19,81a	18,46a	14,37a	14,13b	6,40d
Potássio solúvel em água	20,55a	16,90a	15,86a	14,42b	14,40b
Dióxido de silício	19,65a	18,08a	14,91a	14,94b	11,58c
Água	19,55a	18,70a	16,47a	18,51a	18,33a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Verifica-se na Figura 11 que os diferentes níveis de potássio utilizados possibilitaram ajustes nas regressões testadas para os indutores de resistência silicato de potássio, potássio e dióxido de potássio, apresentando um comportamento linear decrescente até o limite de 200%K quanto ao parâmetro aminoácidos livres totais das folhas do tomateiro. A testemunha não apresentou ajuste para o parâmetro avaliado. Alguns autores relatam que o aumento do fornecimento de potássio reduz o teor de aminoácidos livres (SILVEIRA; CROCOMO, 1989; MARTINEZ et al, 1994). O decréscimo de aminoácidos livres totais à medida que se aumentaram as doses de potássio era esperado, uma vez que a deficiência de potássio, assim como o excesso de nitrogênio, principalmente na forma amoniacal, contribui para uma maior concentração de substâncias solúveis nos vacúolos celulares, destacando-se os aminoácidos solúveis (MALAVOLTA, 2006). Por sua vez, a ausência deste decréscimo na ausência de uso de indutores conforme ocorreu na testemunha pode indicar que o silicato de potássio, potássio solúvel em água e dióxido de silício contribuem para esta redução. A deficiência de potássio pode associar-se também ao acúmulo de compostos nitrogenados nos tecidos vegetais (AZEREDO, LIMA, CASSINO, 2004). Pragas sugador como a mosca-minadora podem atacar plantas que disponham em seus tecidos aminoácidos livres ainda não incorporados em macromoléculas insolúveis (CHABOUSSOU, 1999).

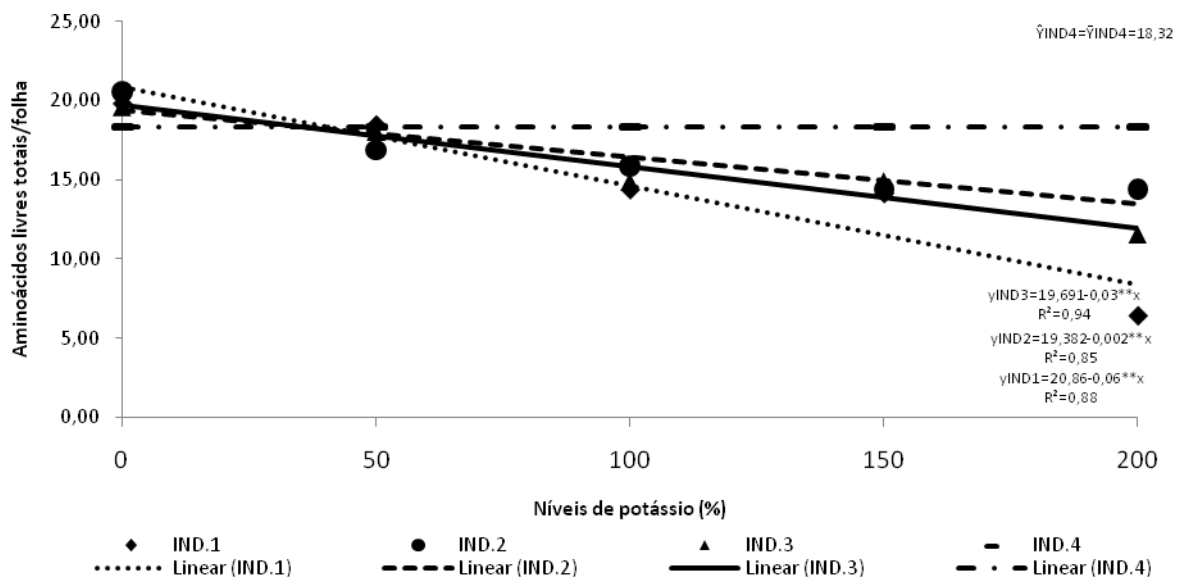


Figura 11 – Aminoácidos livres totais das folhas (mmol/kg MS) do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados para cada tipo de indutor de resistência utilizado

** 5% de probabilidade

Os valores obtidos para o parâmetro açúcar solúvel total na 3ª ou 4ª folha de tomateiro não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) para a interação entre indutores de resistência e nível de potássio, ocorrendo esta distinção isoladamente para os fatores indutores de resistência e os níveis de potássio. Nota-se na Tabela 13 que os indutores de resistência potássio solúvel em água e dióxido de silício apresentaram valores superiores de açúcar solúvel total na 3ª ou 4ª folha em relação ao silicato de potássio.

Tabela 13 – Açúcar solúvel total (g/Kg MS) da 3ª ou 4ª folha de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados

Indutores de resistência	Açúcar solúvel total (g/Kg MS) da 3ª ou 4ª folha
Silicato de potássio	0,48b
Potássio solúvel em água	0,63a
Dióxido de silício	0,60a
Água	0,55ab

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Nota-se na Figura 12 que os diferentes níveis de potássio utilizados possibilitaram ajuste de regressão linear decrescente para o parâmetro açúcar solúvel total da 3ª ou 4ª folhas de tomateiro, ou seja, houve redução deste parâmetro com o aumento dos níveis de potássio. O resultado se aproxima do verificado por Azeredo, Lima e

Cassino (2004) que afirmam que os níveis de açúcares solúveis totais são maiores em condições de deficiência de potássio.

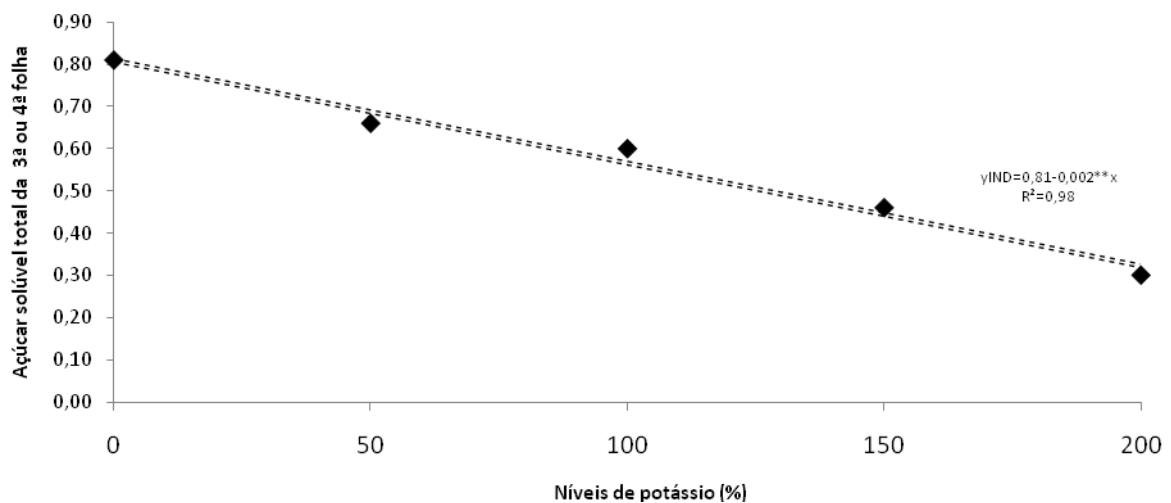


Figura 12 – Açúcar solúvel total (g/Kg MS) da 3ª ou 4ª folhas do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados
** 5% de probabilidade

Os valores obtidos para o parâmetro açúcar solúvel total nas folhas de tomateiro não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) para a interação entre indutores de resistência e níveis de potássio, ocorrendo esta distinção isoladamente entre os fatores indutores de resistência e níveis de potássio. Nota-se na Tabela 14 que os indutores de resistência silicato de potássio e dióxido de silício apresentaram os maiores valores de açúcar solúvel total nas folhas de tomate.

Tabela 14 – Açúcar solúvel total (g AST/Kg MS) das folhas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes indutores de resistência utilizados

Indutores de resistência	Açúcar solúvel total (g AST/Kg MS) da 3ª ou 4ª folha
Silicato de potássio	1,00a
Potássio	0,68bc
Dióxido de silício	0,93a
Água	0,59c

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Pode-se verificar através da Figura 13 que os diferentes níveis de potássio aplicados favoreceu o ajuste de regressão linear decrescente para o parâmetro açúcar solúvel total das folhas de tomateiro. O potássio quando não fornecido de maneira adequada às plantas compromete o transporte de carboidratos produzidos nas folhas para outras partes do vegetal, fato este que pode ter contribuído para os

maiores valores de açúcares solúveis nos níveis mais baixos de potássio (FERRI, 1979). Por sua vez Azeredo, Lima e Cassino (2004) ponderam que a deficiência de potássio resulta, usualmente, em acúmulo de açúcares solúveis em plantas.

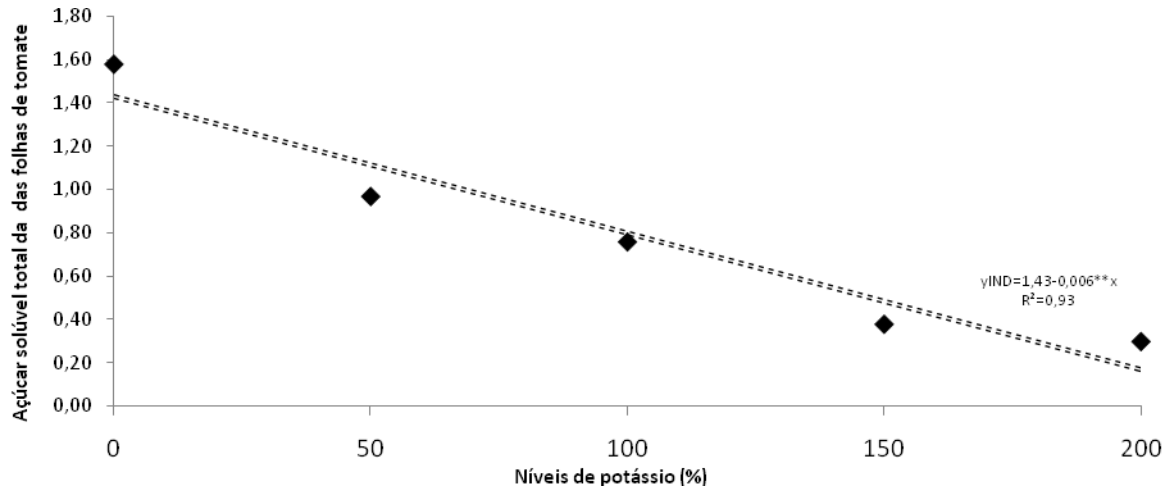


Figura 13 – Açúcar solúvel total (g AST/Kg MS) das folhas do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), em função dos diferentes níveis de potássio aplicados

** 5% de probabilidade

3.2. ANÁLISES ENTOMOLÓGICAS

3.2.1. Teste de confinamento

As menores médias de viabilidades larvais (VL) para a mosca-minadora sob confinamento foram obtidas em tratamentos que haviam a aplicação de indutores de resistência (silicato de potássio, potássio solúvel em água e dióxido de silício) e também na testemunha nos níveis 0%K e 100%K (Tabela 15). O baixo valor obtido (VL menor que 75%) para a viabilidade larval na 3ª ou 4ª folha na presença de indutores de resistência demonstra que estes compostos foram capazes de inibir a sobrevivência larval, depreciando assim a ocorrência da mosca-minadora nestas condições. Os indutores de resistência tornaram as plantas inadequadas para a alimentação de *Liriomyza sativae* já que a VL foi inferior a 75%, fato este apontado por Singh (1983) e Bavaresco *et al.* (2004) como o mínimo necessário para determinar que uma dieta seja considerada adequada ao bom desenvolvimento de insetos. Também é preciso considerar que as folhas sob confinamento apresentaram médias decrescentes de aminoácidos solúveis totais e açúcares solúveis totais, à medida que se aumentavam os níveis de potássio nas plantas

submetidas ao uso de indutores de resistência, fato este que pode ter contribuído para a redução da VL por inadequação alimentar ou redução na atratividade da praga. Também merece destaque o fato de que os níveis 0%K e 100%K mostraram-se inadequados para a alimentação da mosca-minadora mesmo na ausência da aplicação de indutores de resistência, demonstrando que estes níveis são impróprios nutricionalmente para esta praga.

A duração média da fase larval (larvas viáveis) da mosca-minadora sob confinamento foi menor nos tratamentos em que havia a adição de indutor de resistência e potássio solúvel em água nas combinações de silicato de potássio e 150% de K (2,75 dias de VL), silicato de potássio e 50% e 100% de K (2,75 e 3,25 dias de DFL, respectivamente), potássio solúvel em água e 50% e 100% de K (3,00 e 3,25 dias de DFL, respectivamente) e na testemunha em 0% e 50% de K (3,00 e 3,25 dias de DFL, respectivamente) (Tabela 15). Uma menor média de duração de fase larval normalmente é associada à eficiência alimentar do inseto sobre o substrato utilizado. Isto ocorre porque normalmente, os alimentos mais adequados aos insetos propiciam uma menor duração das fases de desenvolvimento e maior sobrevivência (Parra, 2000; Nava, Parra, 2005). Neste trabalho, no entanto, estes parâmetros não puderam ser associados a condições favoráveis ao inseto, já que nas relações onde ocorreram menores valores de duração da fase larval (DFL) houve aplicações de indutores de resistência, fato este que inibiu a viabilidade das larvas.

As menores médias de viabilidades pupais das moscas-minadoras sob confinamento foram obtidas nos tratamentos em que houveram adição de indutores de resistência (silicato de potássio, potássio solúvel em água e dióxido de silício) em todos os níveis de potássio testados e também nos níveis 0%K, 100%K e 200%K (Tabela 15). As baixas médias encontradas relacionam-se diretamente com os valores obtidos para VL, indicando desta maneira que o uso de indutores compromete o desenvolvimento do ciclo biológico da *L. sativae*.

As menores durações médias de fase pupal das moscas-minadoras sob confinamento ocorreram nos tratamentos em que houveram a adição de indutores de resistência combinados com diferentes níveis de potássio, exceto em 2/0,5 e 2/1 (potássio solúvel em água e 50% e 150% de potássio). Vale destacar que este

resultado também foi obtido para a testemunha e a dose 0% de K (Tabela 15). Lara (1991) descreve que os insetos ovipositam mais nos substratos que garantam o melhor desenvolvimento das larvas. Em mosca-minadora, as pupas sobrevivem com as reservas coletadas durante a fase larval e desta maneira, neste trabalho, pode associar-se a baixa duração da fase pupal a interferências decorrentes da aplicação de indutores de resistência, que também reduziram a viabilidade das pupas. Pode-se deduzir que o efeito obtido no uso do silicato de potássio, potássio solúvel em água e dióxido de potássio como indutores de resistência na duração da fase pupal ocorreram em decorrência da natureza do próprio inseto incitadas a partir de modificações do alimento ofertado.

Para o parâmetro longevidade dos descendentes (LG) das moscas-minadoras sob confinamento, nota-se que as menores médias obtidas (valores inferiores a 2,5 dias) foram observadas nos tratamentos com adição de indutores de resistência em todas as combinações de potássio e também na testemunha e os níveis 0%, 50%, 100% e 200% de potássio (Tabela 15). Vale destacar que, como os adultos não receberam alimento, a duração do período de sua fase adulta se deve à reserva alimentar obtida durante a fase larval. Segundo Rodrigues (2004) um alimento de qualidade para o inseto pode influenciar diferentes aspectos do ciclo de uma praga, destacando-se a longevidade, já que será ela que permitirá a sobrevivência do adulto. De acordo com Santos *et al.* (2000) essa característica é influenciada pela adequação da dieta alimentar.

Quanto ao parâmetro razão sexual da mosca-minadora sob confinamento observou-se que aonde foram aplicados indutores de resistência e suas combinações com K e na testemunha em 0%, 100%, 150% e 200% de potássio, as razões encontradas favoreceram o número de machos (razão sexual menores que 0,5) (TABELA 15). Uma hipótese para uma maior proporção de machos obtidos em condições pouco adequadas ao desenvolvimento da mosca-minadora (uso de indutores de resistência e doses inadequadas de potássio) 'pode' estar associado a própria natureza deste inseto, favorecendo um aumento da diversidade genética promovida por um número superior de machos, de maneira que as fêmeas existentes pudessem obter uma prole geneticamente diversa, de modo que os mais adaptados as condições impostas sobrevivessem de maneira mais equilibrada e formasse uma nova

população com este perfil genético. Acrescenta-se a isto o fato de que machos e fêmeas acasalam-se mais de uma vez e as cópulas são múltiplas (COSTA-LIMA, 2007). Porém, com um número de machos superior ao de fêmeas, há de se deduzir que haveria um crescimento mais lento da população.

Tabela 15 – Duração média da viabilidade larval e pupal, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) sob confinamento em função do uso de indutores de resistência e relações de potássio para adubação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

Relações IND/K	Viabilidade larval (%)	Relações IND/K	Duração da fase larval (dias)	Relações IND/K	Viabilidade pupal (%)	Relações IND/K	Duração da fase pupal (dias)	Relações IND/K	Longevidade (dias)	Relações IND/K	Razão sexual
1/0,5	0,00	3/1	-	1/2	-	2/1,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-
1/0	0,00	1/1	-	1/1	-	1/1	-	1/0	-	1/0	-
1/1	0,00	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0	-	1/1	-	1/1	-
4/1	0,00	3/2	-	3/2	-	3/1	-	3/1	-	3/1	-
3/0	0,00	3/0	-	3/0	-	3/0	-	1/2	-	1/2	-
2/2	0,00	4/1	-	4/1	-	1/2	-	2/0	-	2/0	-
2/0	0,00	1/0	-	1/0	-	2/0	-	2/2	-	2/1,5	-
3/2	0,00	2/0	-	2/0	-	2/2	-	3/0	-	4/0	-
3/1	0,00	2/1,5	-	2/2	-	1/0,5	-	3/2	-	3/2	-
2/1,5	0,00	2/2	-	2/1,5	-	4/1	-	4/1	-	4/1	-
1/1,5	15,00e	3/1,5	2,75c	3/1,5	8,33c	1/2	4,50b	4/0	1,50b	1/1,5	0,02d
1/2	20,00d	1/1,5	2,75c	3/0,5	25,00b	3/1,5	4,50b	2/1	1,50b	4/0	0,09c
3/1,5	25,00c	3/0,5	2,75c	4/0	25,00b	1/1,5	5,50b	2/0,5	1,50b	2/1	0,32b
4/0	25,00c	2/0,5	3,00c	1/1,5	25,00b	3/0,5	5,75b	3/1,5	1,75b	3/1,5	0,35b
3/0,5	27,50c	4/0	3,00c	3/0,5	29,16b	4/0	4,50b	3/0,5	1,75b	3/0,5	0,37b
2/0,5	33,33c	1/2	3,25c	2/0,5	50,00b	2/0,5	6,50a	2/1,5	1,75b	2/2	0,45b
2/1	37,00b	2/1	3,25c	2/1	75,00b	4/0,5	7,25a	1/1,5	1,75b	4/1,5	0,46b
4/1,5	80,55b	4/0,5	3,35c	4/2	75,41b	2/1	7,25a	4/0,5	1,75b	4/2	0,48b
4/2	100,00a	4/2	3,95bc	4/1,5	93,65a	4/2	7,50a	4/2	1,75b	2/0,5	0,49b
4/0,5	100,00a	4/1,5	6,75a	4/0,5	100,00a	4/1,5	8,00a	4/1,5	2,50a	4/0,5	0,80a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

3.2.2. Teste de Livre escolha

As menores médias de viabilidade larval (VL) para a mosca-minadora sob livre escolha foi obtida no tratamento em que houve a aplicação de indutores de resistência combinados com todos os níveis de potássio testados e também na testemunha nos níveis 0%, 50% e 100% de potássio (Tabela 16). Lara (1991) descreve que os insetos apresentam comportamento de ovipositar em substratos que garantem o desenvolvimento de suas larvas, fato este não observado quando utilizado silicato de potássio, potássio, dióxido de silício e na testemunha em 0, 50 e 100% de K. Para que uma criação de insetos seja viável em laboratório, é necessário obter-se ao menos 75% de viabilidade larval da praga em condições controladas (SINGH, 1983; BAVARESCO et al, 2004). A alimentação adequada é o principal fator que contribui para um aumento da VL. A dose de nitrogênio aplicada (200 mg/kg de N) é considerada excessiva quanto ao fornecimento deste nutriente para experimentos de vasos (Novais et al., 1991). A grande oferta de nitrogênio favorece a concentração de aminoácidos e açúcares solúveis (Araújo, 2009), enquanto que o fornecimento adequado de potássio restringe este efeito. Porém, nas plantas tratadas com indutores de resistência, a presença de substâncias solúveis como aminoácidos livres e açúcares totais no apoplasto celular foram menores, o que pode ter restringido a ocorrência da mosca-minadora. Dahms (1972) destaca que a viabilidade da fase larval representa um dos fatores mais importantes para o crescimento populacional, pois, ao se incrementar a viabilidade larval, o inseto favorece seu desenvolvimento. Além dos fatores relacionados à alimentação, é preciso destacar que, segundo Epstein (2009), Gomes et al. (2009) o silício é um elemento ativador de defesas químicas endógenas de plantas. As maiores viabilidades larvais obtidas em IND4/1,5 pode indicar uma preferência para oviposição da mosca-minadora em plantas de tomate cultivada nestas condições ou revelar a não-preferência deste inseto por plantas em que os indutores de resistência foram aplicados. De acordo com Camargo et al. (2008); Ferreira et al. (2011); Freitas et al. (2012) alguns trabalhos que fizeram uso de silício via foliar foram capazes de reduzir a incidência da praga por indução da não-preferência de alimentação dos insetos por estas plantas.

A duração média da fase larval (larvas viáveis) da mosca-minadora em livre escolha foram menores nos tratamentos em que haviam a adição de indutor de resistência e potássio nas combinações de potássio e 150% de K (3,00 dias de VL), silicato e 150% e 200% de K (3,00 e 3,25 dias de VL, respectivamente) e na testemunha em 0% (3,25 dias) K (Tabela 16). Embora seja esperado uma menor duração do ciclo do inseto quando a fonte alimentar seja adequada ao consumo (Nava, Parra, 2005), sabe-se que o potássio e o silício contribuem para a defesa de plantas, de maneira que, ao agir sobre a praga, conseqüentemente irá influenciar a duração da fase larval.

As menores médias para a viabilidade pupal da mosca-minadora em livre escolha ocorreram nos tratamentos em que houveram adição de indutores de resistência e na testemunha (exceto no nível 150% de potássio) em suas combinações com K, sendo os valores encontrados inferiores a 87,26% (Tabela 16).

A menor duração média de fase pupal das moscas-minadoras que resultaram em adultos viáveis em livre escolha ocorreram nos tratamento em que houve a aplicação de indutores de resistência (exceto silicato de potássio) combinados com diferentes níveis de potássio, tal como ocorreu com potássio solúvel em água e 50% de potássio (4 dias) e 150% de potássio (4,5 dias); silicato de potássio e 50, 150 e 200% de potássio (4; 4,2 e 4,5 dias, respectivamente). Vale destacar também que este resultado também foi obtido para a testemunha e a dose 0% de K (4 dias de DFP) (Tabela 16). Ao contrário do proposto por Santos et al. (2000) que sugerem que quando se comparam substratos alimentares, aquele que proporciona menor duração do ciclo é considerado o melhor para o desenvolvimento biológico dos indivíduos em estudo. Os menores valores verificados para DFP estão associados à incapacidade da que a larva da mosca-minadora possuiu em se alimentar adequadamente nos tratamentos em que houve a presença de indutores de resistência. Associado a esta incapacidade alimentar está a baixa viabilidade larval encontrada nas combinações que apresentaram menores DFP. De acordo com Panizzi e Parra (2009) a duração das fases dos insetos é fortemente influenciada pela quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval.

Para o parâmetro longevidade (LG) das moscas-minadoras em livre escolha nota-se que as menores médias foram obtidas nos tratamentos em que foram adicionados os indutores de resistência testados e na testemunha para todas as combinações com os níveis de potássio propostos, exceto em IND4/150 e IND4/200. As menores médias obtidas nessas condições são inferiores a 1,75 dias (Tabela 16). Considerando o fato de que os adultos de mosca-minadora decorrentes da livre escolha não entraram em contato com algum tipo de alimento, sugere-se que sua longevidade foi consequência da alimentação presente durante sua fase larval. Embora se saiba que a fonte de nitrogênio ofertada promovia uma abundância deste nutriente nos tecidos do tomateiro, depreende-se que a ausência de potássio pode ter reduzido a longevidade da mosca-minadora já que K é considerado um elemento essencial para os dípteros. Além disto é preciso considerar que o silício, presente na composição de dois dos indutores de resistência utilizados, e capaz de agir negativamente sobre a incidência de insetos em plantas ao qual tenham sido fornecidos (DALASTRA et al., 2011; FREITAS et al., 2012). Luginbill (1928) apud Rosa et al (2009) pondera que a longevidade dos insetos, pode estar relacionada às características próprias do indivíduo ou à capacidade de conversão do alimento assimilado na fase larval, gerando consequências na longevidade de adultos.

As menores médias obtidas para o parâmetro razão sexual da mosca-minadora sob livre escolha foram encontradas na razão em que em que o número de machos é superior ao número de fêmeas e ocorreram nas combinações entre indutores de resistência e a testemunha com os diferentes níveis de potássio, exceto nas combinações existentes entre a testemunha e os níveis 150 e 200% de potássio (Tabela 16). A razão sexual favorável aos machos nas condições inadequadas ao desenvolvimento da mosca-minadora pode indicar que os indutores de resistência e os níveis de potássio da testemunha propiciaram a algum tipo de mecanismo de resistência que agiram negativamente sobre a nutrição destes insetos e desta forma, afetaram a sua bioecologia, com reflexos na variabilidade genética da prole (favorecimento com o aumento do número de machos) e no crescimento da população (redução na velocidade de crescimento) diminuindo o potencial biótico desta praga.

Tabela 16 – Duração média da viabilidade larval e pupal, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora (*Liriomyza sativae* Blanchard) sob livre escolha em função das relações nitrogênio/potássio para adubação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

Relações IND/K	Viabilidade larval (%)	Relações IND/K	Duração da fase larval (dias)	Relações IND/K	Viabilidade pupal (%)	Relações IND/K	Duração da fase pupal (dias)	Relações IND/K	Longevidade (dias)	Relações IND/K	Razão sexual
1/1,5	0,00	1/1,5	-	1/1,5	-	1/1,5	-	1/1,5	-	1/1,5	-
1/1	0,00	1/1	-	1/1	-	1/1	-	1/1	-	1/1	-
1/0,5	0,00	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-	1/0,5	-
1/2	0,00	1/2	-	1/2	-	1/2	-	1/2	-	1/2	-
3/1	0,00	3/1	-	3/1	-	3/1	-	3/1	-	3/1	-
3/0	0,00	3/0	-	3/0	-	3/0	-	3/0	-	3/0	-
4/1	0,00	4/1	-	4/1	-	4/1	-	4/1	-	4/1	-
2/1	0,00	2/1	-	2/1	-	2/1	-	2/1	-	2/2	-
2/0	0,00	2/0	-	2/0	-	2/0	-	2/0	-	2/0	-
1/0	0,00	1/0	-	1/0	-	1/0	-	1/0	-	2/1	-
2/2	0,00	2/2	-	2/2	-	2/2	-	2/2	-	1/0	-
3/2	12,50c	3/1,5	3,00b	3/1,5	8,33d	4/0,5	0,50c	3/1,5	0,25c	2/0,5	0,18c
3/0,5	25,00c	3/2	3,25b	2/1,5	25,00c	3/0,5	4,00c	4/0,5	0,50b	2/1,5	0,18c
2/1,5	25,00c	2/1,5	3,25b	4/0	25,00c	2/0,5	4,00c	2/1,5	0,75b	4/0	0,18c
4/0	25,00c	4/0	3,25b	3/2	25,00c	4/0	4,00c	3/0,5	0,75b	4/0,5	0,25b
3/1,5	25,00c	4/0,5	4,75a	3/0,5	29,16c	3/1,5	4,25c	3/2	1,00b	3/1,5	0,25b
2/0,5	33,33c	3/0,5	5,00a	2/0,5	50,00b	3/2	4,50c	4/0	1,00b	3/2	0,29b
4/0,5	50,00b	2/0,5	5,50a	4/0,5	50,00b	2/1,5	4,50c	2/0,5	1,25b	3/0,5	0,37b
4/2	75,00b	4/2	6,25a	4/2	58,33b	4/2	6,50b	4/1,5	1,75a	4/1,5	0,60a
4/1,5	100,00a	4/1,5	6,75a	4/1,5	87,26a	4/1,5	8,75a	4/2	1,75a	4/2	0,70a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-knott

4 CONCLUSÕES

1. A aplicação de níveis crescentes de K, associados aos indutores de resistência utilizados proporcionaram valores crescentes para a MSF, MSC e MSPA do tomateiro.
2. Os teores de nitrogênio no caule e nas folhas reduziram com o aumento dos níveis de potássio aplicados;
3. Não houve variação no acúmulo de nitrogênio em relação aos níveis de potássio nos tratamentos onde houveram a adição de silicato de potássio e dióxido de silício;
4. O tomateiro apresentou teores e acúmulos crescentes de potássio à medida que se aumentaram seus respectivos níveis nas combinações estudadas.
5. Os teores de silício foram influenciados pelos níveis de potássio, estando presente apenas onde houve a adição de silicato de potássio e dióxido de silício;
6. Os valores de aminoácidos livres totais foram maiores à medida que os níveis de potássio se reduziam nas folhas sob confinamento sujeitas ao silicato de potássio e ao dióxido de silício e com mesmo comportamento para as demais folhas em todos os indutores utilizados e a testemunha.
7. Os valores de açúcares solúveis totais diminuíram com o aumento dos níveis de potássio nos testes de confinamento e livre-escolha;
8. O tomateiro foi capaz de apresentar indução de resistência a mosca-minadora;
9. O silicato de potássio, potássio solúvel e dióxido de silício mostraram-se eficientes no aumento da resistência do tomateiro a mosca-minadora;

5 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R. de. **Tomate**: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras, UFLA, 2004.

ARAÚJO, F.F.; MENEZES, D. Indução de resistência a doenças foliares em tomateiro por indutores biótico (*Bacillus subtilis*) e Abiótico (Acibenzolar-S-Metil). *Summa Phytopathologica*, v.35, n.3, 2009, p.169-172.

- AZEREDO, E. H.; CASSINO, P. C. R.; LIMA, E. Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nas cultivares Achat e Monalisa. **Revista Brasileira de Entomologia**, n. 46, v. 1, 2002, p. 7-14.
- BALBINO, J. M. D.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S. Utilização dos princípios da produção integrada na tomaticultura. In: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Tomate**. Vitória: INCAPER, 2010.
- BAVARESCO, A., M.S. GARCIA, A.D. GRÜTZMACHER, R. RINGENBERG, J. FORESTI. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotrop. Entomol.** n.33, 2004, p.155-161.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. UNESP – FCAV. Jaboticabal, S.P., 1988, 41 p.
- BLEVINS, D. G. Role of potassium in protein metabolism in plants. In: **Potassium in Agriculture**. Atlanta, USA, 1985. P. 413-423.
- BOSTOCK, R. M. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the line between cost and benefit. Palo Alto, USA. **Annual Review of Phytopathology**, v. 43, p. 545-580, 2005.
- BOTEON, M. Desafios da Sustentabilidade Econômica do Tomate de Mesa. 4º **Seminário Nacional de Tomate de Mesa**. São Paulo: CEPEA/ESALQ, 2013, p. 51.
- CAMARGO, J.M.M.; MORAES, J.C.; OLIVEIRA, E.B. et al. Efeito da aplicação do silício em plantas de *Pinus taeda* L., sobre a biologia e morfologia de *Cinara atlantica* (Wilson) (Homoptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, 2008, p.1767-1774.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999.
- COSTA-LIMA, T. C. **Efeito da temperatura e da UR na biologia de *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2007, p.80.
- DALASTRA, C.; CAMPOS, A.R.; FERNANDES, F.M. et al. Silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoimzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, 2011, p.531-538.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Brasília: Embrapa, 1999.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 182 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas** - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. - Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 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, R.S.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S. Silicon influence on resistance induction against *Bemisia tabaci* biotype B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) and on vegetative development in two soybean cultivars. **Neotropical Entomology**, v.40, 2011, p.495-500.

FERRII, M. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: USP, 1979, 350p.

FREITAS, L.M.; JUNQUEIRA, A.M.R.; MICHEREFF FILHO, M. Potencial de uso do silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, em plantas de repolho. **Revista Caatinga**, v.25, 2012, p.8-13.

GAYLER, S. et al. Modelling the effect of environmental factors on the "trade off" between growth and defensive compounds in Young Apple trees. Springer Berlin / Heidelberg. **Trees**. v. 18, 2004, p. 363-371.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, 2009, p.18-23.

HUBER, S. C. Role of potassium in photosynthesis and respiration. In: **Potassium in Agriculture**. Atlanta, USA, 1985, p. 369-395.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Alegre em mapas**. 2013. Disponível em: <<http://www.idaf.es.gov.br/images/Mapas/Alegre.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochem Soe Trans**, v.22, n.65, 1994, 342-365.

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2003. 22 p. (Boletim Técnico, n.1).

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: ÍCONE, 1991. 336p.

MA, J.; MITANI, N.; NAGAO, S.; KONISHI, S.; TAMI, K.; IWASHITA, T.; YANO, M. Characterization of the silicon uptake system and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. **Plant Physiology**, Rockville, v. 136, p. 3248-3289, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MALAVOLTA, I.; MORAES, M.F. O nitrogênio na agricultura brasileira. **Série e Estudos**. São Paulo: Centro de Tecnologia Mineral, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. New York. Academic Press. 1995.

MENGEL, K.; VIRO, M.; HEHL, G. Effects os potassium on uptake and incorporation os ammonium-nitrogen of rice plants. **Plant ans soil**, n.44, 1976, p.547-558.

MOORE, S.; STEIN, W. H. Photometric ninhydrin method for use in the chromatography of amino acids. **J. Biol. Chem**, n. 176, 1948, p.367-388.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 29, p. 71-83, 1983.

NAVA, D.E.; J. R. P. PARRA. Biologia de *Stenoma cantenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. **Neotrop. Entomol.** n.34, 2005, p.751-759.

OLIVEIRA, C.M.R. **Aplicação de corretivos de acidez do solo e níveis de água no desenvolvimento e nutrição da cana-de-açúcar** (Dissertação). Universidade Federal do Espírito Santo, 2009.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 2000, 138p.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIRA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, 2011, jan./mar., p. 19-30.

PEREIRA, H.S.; VITTI, G.C.; KORNDÖRFER, G.H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.27, n.1, 2003, p.101-108.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

REIS, T. H. P. et al. **O silício na nutrição e defesa de plantas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

SANTOS, G.P., ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J. C. Desenvolvimento de *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*. **An. Soc. Entomol. Brasil**, n. 29, 2000, p.13-22.

SAVANT, N. K.; KORNDÖRFER G. H.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon Nutrition and Sugarcane Production: A review. **Journal of Plant Nutrition**. v. 2, n. 22, 1999, p.1853-1903.

SILVA, E. S. **Efeito das concentrações de nitrogênio e silício em plantas de milho e de trigo sob cultivo hidropônico**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Solos, 1997.

SILVA, R. C. S.; COSTA, A. F. S.; COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; SOUZA, F. F.; ALVES, J. C. S. F. Sistema de Produção de Melancia. **Embrapa Semiárido: Sistemas de Produção**. N. 6, ago. 2010, p. 1.

SILVEIRA, J. A.; CROCOMO, O. J. Sintomas de deficiência de potássio induzidos pelo acúmulo de aminoácidos livres e amônia em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n. 13, 1989, p. 329-334.

MALAVOLTA, I.; MORAES, M.F. O nitrogênio na agricultura brasileira. **Série e Estudos**. São Paulo: Centro de Tecnologia Mineral, 2006.

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Ins. Sci. Appl.** n.4, 1983, p.357-362.

SOARES, A.M.S., MACHADO, O.L.T. DEFESA DE PLANTAS: SINALIZAÇÃO QUÍMICA e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica, Ciências Agrárias e Biológicas**. n.1, 2007, p.9.

YEMM, E. W. and WILLIS, A. I. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, London, UK, v.57, p.508-514, 1957.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou perceber que o tomateiro foi fortemente influenciado pelos níveis de nitrogênio e potássio, interferindo diretamente na matéria seca vegetal, nos teores e acúmulos de nutrientes e na resistência e suscetibilidade da mosca-minadora sob condições de confinamento e livre escolha.

As plantas sob estudo apresentaram teores e acúmulos crescentes de nitrogênio e potássio a medida que os níveis aplicados nos vasos seguiam aumentos lineares.

A mosca-minadora mostrou-se sensível a variação de níveis de nitrogênio e potássio, tendo os nutrientes influenciado diretamente sobre os parâmetros viabilidade larval, duração da fase larval, viabilidade pupal, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual.

Nos tomateiros testados, os aminoácidos livres totais e açúcares solúveis totais foram influenciados pelos níveis de potássio aplicados, aumentando e reduzindo seus teores, respectivamente.

Ao se estudar as influencias dos nutrientes nitrogênio e potássio em tomateiros cultivados e fornecidos como alimento a moscas-minadoras sob confinamento foi possível constatar que diferentes níveis de N e K podem tornar o tomateiro resistente ou suscetível a este inseto. Por sua vez, ao se recorrer ao mesmo manejo experimental com as plantas diferindo, porém, a maneira como os insetos tinham acesso aos tomateiros (livre-escolha) constatou-se que as plantas mais suscetíveis eram aquelas que também apresentavam maior atratividade a *L. sativae*.

O silicato de potássio, potássio solúvel e dióxido de silício mostraram-se eficientes no aumento da resistência do tomateiro a mosca-minadora;

APENDICE A – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO PRIMEIRO EXPERIMENTO

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) dos teores de nitrogênio e potássio da 3ª

FV	GL	Quadrado Médio	
		Teor de nitrogênio da 3ª ou 4ª folha	Teor de potássio da 3ª ou 4ª folha
Níveis N	4	87,26	44,87*
Níveis K	4	12,33*	3319,82*
Níveis NxK	16	33,91*	36,30*
Resíduo	72	1,78	12,27
C.V.(%)		10,66	16,38

ou 4ª folha do tomateiro cultivados sob diferentes níveis de nitrogênio e potássio

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora sob confinamento

FV	GL	Quadrado Médio					
		Viabilidade larval	Viabilidade pupal	Duração da fase larval	Duração fase pupal	Longevidade	Razão sexual
Relação N/K	24	4784,60	3879,72	6,22	17,98	6,85	0,14
Resíduo	72	549,49	538,02	1,82	2,65	0,76	0,05
C.V.(%)		17,29	20,97	20,84	21,60	26,52	21,15

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

APENDICE B – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO SEGUNDO EXPERIMENTO

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da matéria seca da folha, caule e da parte aérea, teor de nitrogênio das folhas e do caule, teor de potássio das folhas e do caule, acúmulo de nitrogênio e potássio do tomateiro cultivado sob diferentes níveis de nitrogênio e potássio

FV	GL	Quadrado Médio								
		MSF	MSC	MSPA	TNF	TNC	ACN	TKF	TKC	ACK
Níveis N	4	29,63*	8,90*	68,53*	249,09*	143,22*	526443*	9,97*	3,35	0,01*
Níveis K	4	67,42*	27,21*	178,97*	168,43*	318,57*	999441*	1993,19ns	368,90*	2,33*
Níveis NxK	16	1,98*	0,99	2,96*	18,62*	12,01*	31865*	12,09*	2,17	0,006*
Resíduo	72	0,96	1,06	1,42	6,97	1,23	4453*	4,32*	1,90	0,0007
C.V.(%)		9,07	13,02	6,37	13,23	9,30	10,70	10,52	15,48	4,81

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora sob confinamento

FV	GL	Quadrado Médio					
		Viabilidade larval	Viabilidade pupal	Duração da fase larval	Duração fase pupal	Longevidade	Razão sexual
Relação N/K	24	3,45*	12,47*	2088,51*	14,43*	1,49*	0,09*
Resíduo	72	3,07	0,73	196,70	0,34	0,09	0,01
C.V.(%)		16,49	23,23	26,07	15,04	10,30	19,89

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

APENDICE C – VALORES DO QUADRADO MÉDIO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DE PARÂMETROS AVALIADOS NO TERCEIRO EXPERIMENTO

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da matéria seca da folha, caule e da parte aérea das plantas, teor de nitrogênio, potássio, silício, aminoácidos solúveis totais e açúcar solúvel total da 3ª ou 4ª folha do tomateiro cultivados sob diferentes níveis de nitrogênio e potássio

FV	GL	Quadrado Médio							
		MSF	MSC	MSPA	TNF	TKF	SI	AA	AST
Indutor	3	12,40*	5,02*	33393*	1,88	725,43*	0,002*	90,27*	0,08*
Níveis K	4	42,34*	19,98*	141353*	900,65*	2,51*	0,0004	27,20*	0,60*
Indutor x Níveis K	12	11,12*	1,51*	1,2124*	45,60*	18,48*	0,0004	59,85*	0,02
Resíduo	57	1,74	0,55	1,85	6,35	1,01*	0,0004	1,97	0,01
C.V.(%)		13,84	11,09	2,03	17,36	23,07	21,8	16,47	23,63

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) do teor de nitrogênio das folhas e do caule, teor de potássio das folhas e do caule, acúmulo de nitrogênio e potássio, teor de silício, aminoácidos solúveis totais e açúcar solúvel total do tomateiro cultivados sob diferentes níveis de nitrogênio e potássio

FV	GL	Quadrado Médio								
		TNF	TNC	ACN	TKF	TKC	ACK	SI	AA	AST
Indutor	3	17,50*	79,31*	0,02	1939,8*7	79,31*	1,88	0,34*	26,78*	0,79*
Níveis K	4	48,92*	217,52*	0,06*	4553,56*	217,52*	5,65	0,003*	99,89*	4,24*
Indutor x Níveis K	12	2,03*	40,41*	0,03*	5,87*	40,44*	6,50	0,008	27,95*	0,14
Resíduo	57	0,52	6,33	0,008	2,55	6,33	2,60	0,001	2,16	0,13
C.V.(%)		2,03	7,48	20,65	11,72	19,52	20,66	19,10	9,13	25,24

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora sob confinamento

FV	GL	Quadrado Médio					
		Viabilidade larval	Viabilidade pupal	Duração da fase larval	Duração fase pupal	Longevidade	Razão sexual
Relação IND/K	20	4612,91*	11,16*	5101,72*	17,73*	3,63*	0,25*
Resíduo	44	17,97	0,19	365,53	1,88	0,16	0,01
C.V.(%)		35,35	38,25	35,48	33,18	38,51	35,31

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)

Valores do quadrado médio e coeficiente de variação (CV) da viabilidade larval, viabilidade pupal, duração da fase larval, duração da fase pupal, longevidade e razão sexual da mosca-minadora sob livre escolha

FV	GL	Quadrado Médio					
		Viabilidade larval	Viabilidade pupal	Duração da fase larval	Duração fase pupal	Longevidade	Razão sexual
Relação IND/K	20	3289,20*	12,56*	2746,81*	5,84*	1,58*	0,19*
Resíduo	44	691,66	2,89	771,45	1,77	0,32	0,03
C.V.(%)		34,75	31,41	35,51	37,53	32,35	34,43

* Significativo a 5% pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$)