



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO,
POTÁSSIO E SILÍCIO NA INCIDÊNCIA DA TRAÇA-
DAS-CRUCÍFERAS EM REPOLHO**

LUCIANA MORAIS DE FREITAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2010**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E SILÍCIO NA
INCIDÊNCIA DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS EM REPOLHO**

LUCIANA MORAIS DE FREITAS

ORIENTADORA: ANA MARIA RESENDE JUNQUEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 14/2010

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2010

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E SILÍCIO NA
INCIDÊNCIA DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS EM REPOLHO**

LUCIANA MORAIS DE FREITAS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE
AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM AGRONOMIA NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL.**

APROVADA POR:

**ANA MARIA RESENDE JUNQUEIRA, Ph.D (UnB)
(ORIENTADORA) CPF: 340.665.511-49 E-mail: anamaria@unb.br**

**CRISTINA SCHETINO BASTOS, Dra (UnB)
(EXAMINADORA INTERNA) CPF: 007.369.317-08 E-mail: cschetino@unb.br**

**MIGUEL MICHEREFF FILHO Dr. (EMBRAPA-CNPH)
(EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 719.419.249-72 E-mail:
miguel@cnph.embrapa.br**

BRASÍLIA/DF, 26 DE FEVEREIRO DE 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

FREITAS, LUCIANA MORAIS

Efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício, na incidência da traça-das-crucíferas em repolho, Luciana Morais de Freitas – Brasília, 2010
75 p. ; il.

Orientadora Ana Maria Resende Junqueira.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2010.

1. *Plutella xylostella* L, 2. *Brassica oleracea* var. *capitata*, 3. adubação, 4. silício, 5. controle, 6. manejo integrado de pragas I. Junqueira, A.M.R. II. Título. PhD.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FREITAS, L. M. **Efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício na incidência da traça-das-crucíferas em repolho.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010, 75p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DA AUTORA: Luciana Morais de Freitas

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho.

GRAU: Mestre ANO: 2010

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Luciana Morais de Freitas

CPF: 888.250.603-78

Bl. K. Ap 103, Colina UnB – Asa Norte

CEP: 70.910 -900

(61) 81674486 – moraisluciana@yahoo.com.br

A Deus,

Por tudo que tem realizado em minha vida.

Aos meus irmãos, Wilton e Marcello,

OFEREÇO

Aos meus pais, Hilton
e Vera Lúcia, pela
dedicação e amor
incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não conseguiria nada.

Aos meus pais, por serem meu porto seguro sempre e a minha família pela presença constante

À Professora Dr^a. Ana Maria Resende Junqueira, pela dedicação, atenção, paciência e alegria sempre.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa/UnB, pelo apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Alimentos/FAV da Universidade de Brasília em especial a Márcio pelo companheirismo constante durante as análises.

Aos funcionários do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade de Brasília em especial a João Vitor pelo apoio durante as análises.

Ao professor Reginaldo Constantino pelo repasse da técnica de retirada de mandíbulas das lagartas.

À Embrapa Hortaliças, em especial, ao Dr Miguel Michereff Filho por ter cedido espaço no Laboratório de Entomologia para os ensaios da segunda fase.

Aos amigos da Pós-Graduação e Graduação em Agronomia Renato, Cristina Gravina, Matheus Geraldo, André Luís, Angélica e Karoline que fizeram parte desta conquista.

À Ronaldo Setti, pela ajuda e dedicação incansável e pelo aprendizado.

Aos amigos Alice, Aline, Nádia, Ênio, Ícaro, Flávio, Cristiana, Milena, Jackeline, Susane, Joyce, João, Thaís por terem me acolhido em Brasília.

Às amigas Mayara, Luciane e Sabrine por se fazerem sempre presentes em todos os momentos de minha vida

À amiga Adelana pelo incentivo nessa etapa de minha vida.

Ao Tio Otávio, Tatiana, Hugo Neto, Luciana, Tiago e Otávio Filho, pelo início de tudo, pelo apoio, companhia, carinho, alegrias e tristezas.

Aos Tios Diórgenes e Adriana, Maronilde e Neurací por estarem ao meu lado quando precisei.

Às companheiras Lucinéia, Zélia, Lurdineide, Juliana e Lígia por dividirem um pouco de suas vidas e por me proporcionarem dias alegres e engraçados.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão pela concessão da bolsa durante o curso de Mestrado

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do repolho	3
2.1.1 Aspectos gerais	3
2.1.2 Insetos-praga da cultura	6
2.1.3 Táticas de controle da <i>Plutella xylostella</i>	9
2.2 Adubação e exigências nutricionais do repolho	11
2.3 Importância e função dos nutrientes na nutrição dos vegetais	12
2.3.1 Nitrogênio, fósforo e potássio	12
2.3.2 Silício	13
2.4 Importância da adubação na incidência de pragas	16
3 OBJETIVO GERAL	21
3.1 Objetivos específicos	21
4 REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 1	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO 2	60
RESUMO	61
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
ANEXO	75

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
Tabela 1 – Fertilidade do solo da área experimental – Brasília – DF, UnB – FAV, 2010.	37
Tabela 2 – Diferentes níveis de adubação nitrogenada, potássica e silicatada (kg.ha^{-1}) utilizados em repolho (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) cultivar Kenzan. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	39
Tabela 3 – Números de perfurações totais e por data de amostragem, em repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício, observados até 66 dias após o transplante. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	41
Tabela 4 – Massa fresca média das plantas de repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício e danos da traça-das-crucíferas. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	42
Tabela 5 – Teor de açúcar e proteína em plantas de repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	47
Tabela 6 – Média da nota atribuída no momento da colheita em plantas de repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	52
Tabela 7 – Teor de matéria seca e teor de cinzas em plantas de repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	53
CAPÍTULO 2	
Tabela 1 – Número de lagartas de <i>Plutella xylostella</i> em discos foliares de repolho cv. Kenzan (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>) em função de diferentes doses de silício em teste de livre escolha. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

- Figura 1** – Relação entre doses crescentes de uréia no número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 43
- Figura 2** – Relação entre doses crescentes de cloreto de potássio no número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 43
- Figura 3** – Relação entre doses crescentes de silício no número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 44
- Figura 4** – Relação entre doses crescentes de uréia na matéria fresca das plantas de repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 45
- Figura 5** – Relação de doses crescentes de cloreto de potássio na matéria fresca das plantas de repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 46
- Figura 6** – Relação de doses crescentes de silício na matéria fresca das plantas de repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 46
- Figura 7** – Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 48
- Figura 8** – Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de potássio. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 48
- Figura 9** – Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 49
- Figura 10** – Correlação entre o teor de proteína (%) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 50
- Figura 11** – Correlação entre o teor de proteína (%) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de potássio. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. 51

Figura 12 – Correlação entre o teor de proteína (%) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010. **51**

Figura 13 – Correlação entre o teor de cinzas (%) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília-DF, UnB-FAV, 2010. **55**

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Número de lagartas de *Plutella xylostella* L. mortas após 24 horas sobre discos de folha de repolho tratados com silício. Brasília–DF, UnB-FAV, 2010. **68**

Figura 2 – Ausência de cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento sem silício. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010. **69**

Figura 3 – Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 3 kg.ha⁻¹de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010. **69**

Figura 4 – Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 6 kg.ha⁻¹de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010. **70**

Figura 5 – Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 9 kg.ha⁻¹de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010. **70**

Figura 6 – Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 12 kg.ha⁻¹de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010. **70**

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E SILÍCIO NA INCIDÊNCIA DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS EM REPOLHO

RESUMO GERAL

O trabalho foi realizado entre julho de 2008 a agosto de 2009 e teve como objetivo avaliar o efeito de doses de nitrogênio, potássio e silício na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho e avaliar o efeito do silício em algumas características biológicas da fase larval da praga sob condições de laboratório. Dois experimentos foram realizados, tendo sido o primeiro conduzido a campo, onde se avaliou o efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício na injúria causada pela praga e na produção de repolho. O segundo estudo, composto de três ensaios, foi realizado em laboratório, e objetivou avaliar o efeito de doses de silício na preferência alimentar, mortalidade e desgaste da mandíbula de *P. xylostella*. Observou-se maiores injúrias causadas pela traça nas plantas que receberam doses maiores de nitrogênio e potássio e, menor dano, nas plantas que receberam silício. A maior massa fresca por cabeça de repolho foi observada no tratamento que recebeu adubação corretiva, seguido pelos tratamentos com doses altas de nitrogênio e potássio. Menor massa fresca foi observada em plantas do tratamento testemunha (sem adubação). Plantas que receberam silício produziram cabeças com tamanho desejado pelo mercado, cerca de 900g. Em relação às características biológicas do inseto, observou-se que o produto contendo silício em todas as doses testadas, interferiu aumentando a mortalidade, exercendo efeito de preferência sobre as lagartas e danificando as mandíbulas. O silício apresenta características que indicam que o nutriente pode vir a ser utilizado em programas de manejo da traça-das-crucíferas na cultura do repolho.

Palavras-chave: *Plutella xylostella* L, *Brassica oleracea* var. *capitata*, adubação, silício, controle, manejo integrado de pragas

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF NITROGEN, POTASSIUM AND SILICON IN THE INCIDENCE OF DIAMONDBACK MOTH IN CABBAGE

GENERAL ABSTRACT

The research was carried out from July 2008 to August 2009 to evaluate the effect of nitrogen, potassium, silicon fertilization in the incidence of diamondback moth in cabbage plants and to evaluate silicon effect in some biological characteristics of the insect. Two experiments were established. The first one was developed at UnB-FAL where the effect of different doses of nitrogen, potassium and silicon on insect damages and yield were evaluated. The second one, composed by three trials, was developed at Embrapa Hortaliças to evaluate silicon effect on feeding preference, mortality and jaws mandibles damages. The highest insect damages were observed on plants that received the highest doses of nitrogen and potassium. Fewer damages were observed on plants sprayed with silicon. The highest plant weight was observed on plants that received chemical fertilization according to soil analyses, followed by treatments with highest doses of nitrogen and potassium. The lowest plant weight was observed in plants from the control with no fertilization. Plants with silicon presented a fresh weight desirable by the market, about 900g. For biological characteristics, silicon interfered by increasing mortality, attracting the worms and provoking serious jaws mandible damages. Therefore, fertilization has influenced insect incidence and, consequently, damages. Silicon showed characteristics that indicate a possible use in pest management programs aiming diamondback moth control on cabbage plants.

Keywords: *Plutella xylostella* L, *Brassica oleracea* var. *capitata*, fertilization, silicon, control, integrated pest management

1 INTRODUÇÃO

As brássicas ocupam o terceiro lugar dentre as hortaliças mais consumidas nos países desenvolvidos, depois da batata e do tomate, e são atualmente cultivadas em todas as regiões do mundo (GEVERS *et al.*, 1998). No Brasil, as brássicas representam o segundo grupo dentre as hortaliças mais consumidas, destacando-se o repolho como a mais importante devido a sua ampla distribuição, facilidade na produção e grande consumo (SILVA JUNIOR, 1987). O repolho é uma hortaliça de grande importância para o Distrito Federal, segundo a EMATER-DF (2009), o estado possui 213 produtores cultivando a hortaliça, em uma área estimada de 175 hectares em sistemas de cultivo, alcançando uma produção de 7.795 toneladas com produtividade média anual de 44,5 toneladas por hectare.

São inúmeras as razões que levam a população a inserir o repolho em sua dieta, tanto na forma fresca quanto processada, dentre elas o hábito alimentar, disponibilidade do produto em diversos locais e épocas do ano, versatilidade no uso, baixo valor calórico, além de ser fonte de vitaminas C, B1, B2 e sais minerais, com destaque para o cálcio e fósforo, e também de proteína (LUZ, 2002).

As Brássicas demandam altos teores de nutrientes em função da elevada taxa de conversão em curto espaço de tempo. A intensa necessidade de nutrientes aliada à alta capacidade do sistema radicular em absorver os elementos, tornam o repolho uma das hortaliças mais esgotantes do solo, fazendo com que seja necessária a utilização de adubações freqüentes e em grandes quantidades (FILGUEIRA, 2003).

A praga de maior importância econômica para o repolho é a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L., que em seu estágio larval se alimenta da cabeça e de outras partes do repolho, formando furos que reduzem o valor comercial do produto. Desde o início do século XX, o controle da traça-das-crucíferas tem sido baseado principalmente no uso de inseticidas com aplicações quinzenais e muitas vezes até semanais. Assim com o passar do tempo as populações de traça se tornaram resistentes à maioria dos princípios ativos utilizados (CASTELO BRANCO *et al.*, 1997). Para que haja a redução do uso indiscriminado do controle

químico é necessária a busca de alternativas sustentáveis para o controle da traça.

A prática da adubação pode provocar modificações ou trazer implicações fisiológicas na planta, alterando sua capacidade de suportar o ataque de pragas. Segundo CHABOUSSOU (1987), a nutrição adequada da planta pode conferir-lhe condições fisiológicas ótimas que podem aumentar sua capacidade de suporte ao ataque, bem como aos danos. Porém, tanto o excesso como a carência de nutrientes pode romper o equilíbrio natural.

O nitrogênio, além de ser constituinte de inúmeras vitaminas, também aumenta diretamente o teor de proteínas, podendo favorecer a ocorrência de algumas pragas (SILVA JUNIOR, 1991). É normalmente, o elemento mineral encontrado em maior quantidade na matéria seca com teores que dependem da espécie, estágio de desenvolvimento e do órgão da planta (MALAVOLTA, 1981).

Além dos efeitos benéficos, a adubação nitrogenada provoca alterações na planta, aumentando os níveis de nitrogênio solúvel e aminoácidos livres que são facilmente assimiláveis por diversas espécies de insetos (CHABOUSSOU, 1987)

O potássio é o segundo nutriente mais exigido pelas culturas depois do nitrogênio. Exerce várias funções importantes nas plantas, melhora a eficiência do uso da água, controlando a abertura e fechamento dos estômatos, melhora a translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos, aumenta a eficiência enzimática e melhora a qualidade comercial da planta (FAQUIM, 1994; MALAVOLTA *et al*, 1997).

Segundo CHABOUSSOU (1987), o potássio é essencial ao desenvolvimento e metabolismo das plantas e a carência deste elemento determina um acúmulo de aminoácidos e desestruturação das proteínas.

Dentre os nutrientes minerais utilizados no manejo de pragas e doenças, o silício destaca-se por reduzir sua severidade em várias culturas. O silício pode atuar na constituição de barreira física de maneira a impedir a penetração de fungos e afetar sinais entre hospedeiros e o patógeno, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa (pré e pós-formados) da planta (EPSTEIN, 1999).

O uso do silício e o fornecimento adequado de fertilizantes às plantas, por meio de adubação com níveis ótimos, possuem potencial para redução do uso de agrotóxicos e aumento da produtividade em razão da nutrição mais equilibrada, o que significa plantas mais produtivas, com menor ataque de pragas e mais vigorosas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura do repolho

2.1.1 Aspectos gerais

De acordo com MURAYAMA (1983), o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), tem como centro de origem as regiões da Costa Norte Mediterrânea, Ásia Menor e Costa ocidental Européia, apresentando importância em grande parte do território nacional. A maior parte do cultivo está em cinturões verdes próximos às grandes capitais e nas regiões serranas, sendo cultivado tanto pela agricultura familiar quanto por grandes produtores.

É considerada uma das hortaliças mais importantes, consumidas e produzidas em diversas partes do mundo. O repolho é bastante nutritivo estando presente em sua composição as vitaminas C (173mg em 100g de repolho cru), B1 (0,23mg em 100g de repolho cru) e B2 (10,23mg em 100g de repolho cru) além de sais minerais como cálcio (153mg em 100g de repolho cru) e fósforo (102mg em 100g de repolho cru) (LUZ, 2002).

É uma planta herbácea, apresentando folhas arredondadas e cerosas que se sobrepõem, fechando-se em forma de cabeça compacta. As folhas podem ser de coloração verde ou roxa, lisas ou crespas e são voltadas para o centro da planta. Possui caule curto e sistema radicular que chega a atingir profundidades superiores a 1,5m, mas a maior parte das raízes se concentra nos primeiros 20 cm de solo. Apresenta raízes adventícias na base do caule favorecendo a rápida recuperação após o transplante (GASPARY, 1991; FILGUEIRA, 2003).

O repolho integra a família das Brássicas sendo considerado o representante mais importante dessa família devido, principalmente, à sua ampla

aclimatização e distribuição nas variadas regiões do mundo, ao baixo custo e por ser de fácil produção além da excelente composição nutritiva, versatilidade de consumo e inúmeras propriedades terapêuticas (SILVA JUNIOR, 1987).

O repolho é originário de regiões de clima temperado tendo o clima frio e úmido considerados como apropriados para o seu cultivo. A temperatura considerada ideal para a formação da cabeça situa-se na faixa de 15 a 23°C. Em temperaturas mais elevadas observa-se a formação de cabeças pouco compactas e em alguns casos não há formação de cabeças (LUZ, 2002; FILGUEIRA, 2003).

HARA & SONODA (1979), em seus estudos a respeito do desenvolvimento do repolho relatam que, em condições favoráveis de cultivo, o repolho segue uma seqüência de crescimento e desenvolvimento que é dividida em quatro estádios. O primeiro, entre 0 e 30 dias, vai desde o momento inicial logo após a germinação até a emissão de 5 a 7 folhas verdadeiras. O segundo, de 30 a 60 dias, seria o período após a germinação quando ocorre a expansão da planta e o desenvolvimento das folhas externas, sendo que o número de folhas pode variar devido a fatores como temperatura, densidade de plantio, estado nutricional e cultivar. O terceiro estágio engloba o período de 60 a 90 dias após a germinação e caracteriza-se pelo desenvolvimento das folhas externas e expansão das folhas internas que formam a cabeça. O quarto estágio vai de 90 a 120 dias, onde é observado um intenso desenvolvimento das folhas internas resultando na formação da cabeça por completo, indicativo do final do desenvolvimento vegetativo do repolho.

Para passar da fase vegetativa para a reprodutiva o repolho necessita de um período frio que varia de acordo com a cultivar. É uma planta que tem se comportado como indiferente à variação de fotoperíodo, pois não há registros de que essas variações tenham afetado a fase vegetativa ou reprodutiva de seu ciclo. A formação de flores e sementes não depende do comprimento do dia, mas sim da temperatura (FILGUEIRA, 2003).

De acordo com as respostas à temperatura, as cultivares de repolho atualmente existentes no Brasil são classificadas em três grupos: a) cultivares de verão: conseguem formar boas cabeças quando submetidas a temperaturas elevadas, são de difícil florescimento, não são indicadas para o cultivo de inverno nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Estão inseridos neste grupo as cultivares

Louco, Louquinho e União; b) cultivares de inverno: são caracterizadas por ter pouca resistência a temperaturas elevadas, são indicadas para o plantio no inverno ou em regiões de temperatura amena. Deste grupo faz parte a maioria das cultivares; c) cultivares de quatro estações: podem ser cultivadas o ano todo, porém se desenvolvem melhor em temperaturas amenas. Fazem parte deste grupo as cultivares híbridas Shikidori, Matsukare, Fuyutoyo e Kenzan. A temperatura adequada para a germinação dos três grupos está na faixa de 20 a 30°C, não germinando abaixo de 5°C ou acima de 35°C (KIMOTO, 1993).

Recentemente e com o auxílio do melhoramento genético, cultivares mais adequados às nossas condições foram obtidas permitindo o plantio por períodos amplos (FILGUEIRA, 2003).

A necessidade hídrica da cultura pode ser atendida ou suplementada através de irrigação por sulco, gotejamento ou aspersão sendo que o sistema mais usado no cultivo de repolho é a aspersão (Filgueira, 2003). O fornecimento de água afeta o desenvolvimento, a fitossanidade, a qualidade e a produção das culturas. Isto ocorre porque a irrigação, além de disponibilizar a água para as culturas, aumenta a umidade e diminui a temperatura do ar e do solo (PIRES *et al.*, 2003).

Dentre os fatores que mais influenciam a produtividade está o número de plantas por área. O aumento no número de plantas por área promove redução de massa fresca média das plantas e, dentro de certos limites, aumento da produtividade em culturas como brócolis, repolho e alface (AQUINO *et al.*, 2005a).

Para o repolho, os espaçamentos mais recomendados e utilizados variam entre 70-80 cm entre linhas e de 30-50 cm entre plantas. O ajuste de espaçamento se faz necessário, para cada cultivar, evitando que a área foliar, importante no fornecimento de fotoassimilados, seja afetada de forma a prejudicar a produtividade (LÉDO *et al.*, 2000; FILGUEIRA, 2003).

A utilização de espaçamento adequado proporciona uma produção de cabeças mais compactas e de menor massa média (1,0 a 1,5 kg) se enquadrando nas características exigidas pelo mercado consumidor brasileiro (LEDÓ *et al.*, 2000). Por outro lado, FILGUEIRA (2003) afirma que as cabeças de repolho exigidas pelo mercado devem ter em média 900g.

2.1.2 Insetos-praga da cultura

Dentre os insetos-praga mais comuns do repolho citam-se os pulgões: *Myzus persicae* e *Brevicoryne brassicae*; mosca branca: *Bemisia tabaci*; lagarta-rosca: *Agrotis ipsilon*; broca-da-couve: *Hellula phidilealis*; curuquerê: *Ascia monuste orseis*; lagarta-mede-palmo: *Trichoplusia ni*

Apesar de todos esses insetos serem considerados como pragas importantes da cultura, será dada maior importância à traça-das-crucíferas pela magnitude dos prejuízos causados à cultura e a frequência com que infesta os cultivos de repolho.

A provável origem de *P. xylostella* é a região do Mediterrâneo, centro de origem das Brássicas. Atualmente a praga encontra-se disseminada em todos os continentes onde se cultiva repolho (FILGUEIRA, 2003).

No Brasil o seu primeiro registro ocorreu na Bahia (BONDAR, 1928). Nos dias de hoje sua ocorrência é observada durante o ano todo e em praticamente todos os campos de cultivo de brássicas (CASTELLO BRANCO, 1990).

As plantas hospedeiras são todas aquelas pertencentes à família Brassicaceae, tanto cultivadas como selvagens e algumas plantas espontâneas. Mostarda e rabanete são importantes hospedeiros alternativos (MAU & KESSING, 2007).

Segundo FRANÇA *et al.*, (1985), o ciclo de vida da traça é muito influenciado pela temperatura, podendo haver várias gerações por ano. Quando as temperaturas são baixas, o ciclo se completa em 28 dias, e sob temperaturas elevadas, o ciclo se completa em 11 dias.

Segundo MONNERAT (1995), o ciclo de vida varia de 15 a 35 dias dependendo da temperatura. HO (1965) relata que a uma temperatura de 15,56°C, o ciclo de vida de ovo a adulto foi em média 27 dias, demandando 6 dias para incubação dos ovos, 14 dias para o período larval e 7 dias para o período pupal. Nesta temperatura poderia haver até 14 gerações no ano. Já a uma temperatura de 26,67°C o ciclo de vida foi de 11 dias, com tempo de incubação dos ovos em torno de 2 dias de incubação, 6 dias de desenvolvimento larval e 3 dias de período pupal. Nesta temperatura poderia haver até 30 gerações no ano.

A traça-das-crucíferas, apresenta os maiores picos populacionais nos períodos mais quentes e secos (VILLAS BOAS, 2003).

O desenvolvimento de *P. xylostella* ocorre por holometabolia ou metamorfose completa. O adulto é um microlepdóptero de coloração parda medindo cerca de 10 mm. Os machos quando em repouso sobre as folhas exibem uma mancha clara em forma de diamante na parte dorsal de onde vem o nome em inglês Diamondback Moth. Cada fêmea pode ovipositar de 150 a 360 ovos durante o ciclo (MONNERAT, 1995).

Os adultos têm comportamento noturno e macho e fêmea são do mesmo tamanho e a razão sexual é de 1:1. As fêmeas vivem de 7 a 47 dias e os machos de 3 a 58 dias. A oviposição começa normalmente no dia da emergência com duração de aproximadamente 10 dias, sendo que o pico ocorre na primeira noite de ovoposição. O número de ovos por fêmea é influenciado pela temperatura, fotoperíodo e idade ou condição de alimentação na fase larval. Pouco antes da eclosão, o ovo escurece e as lagartas podem ser vistas sob o córion. Menos de 2% dos ovos são inférteis (HARCOURT, 1957).

Os ovos são pequenos, em forma elíptica, aplanados, com relevos ondulados são depositados na parte inferior das folhas, encontrando-se isolados ou em grupos e o período de incubação dura de 3 a 4 dias (ZUCCHI *et al.*, 1993).

Após a eclosão dos ovos, as lagartas são inicialmente esbranquiçadas, mas logo depois se tornam verde-claras com a cabeça parda; sobre o corpo observa-se a presença de pequenos pêlos escuros. Apresenta quatro instares larvais, sendo que no quarto inicia a confecção do casulo (MONNERAT, 1995).

A cabeça das lagartas de primeiro e segundo instares possui coloração preta, distinta da coloração marrom-esverdeada da cabeça das lagartas de terceiro e quarto instares (MAU & KESSING, 2007).

No primeiro instar, as lagartas penetram no interior das folhas onde permanecem por 2 a 3 dias alimentando-se do parênquima. Em seguida abandonam a galeria e passam então a se alimentar da epiderme inferior da folha inutilizando as folhas para a comercialização e o consumo. Essa fase dura até o final do terceiro instar (ZUCCHI *et al.*, 1993). As lagartas chegam a consumir toda a folha, exceto as nervuras. Em alguns casos alimentam-se somente da epiderme inferior criando um efeito de transparência. No quarto instar, após 9 a 10 dias da

emergência, as lagartas atingem o máximo desenvolvimento com cerca de 8 a 10 mm de comprimento e o seu corpo possui uma coloração verde intensa. Nesse estágio a lagarta é mais voraz, causando mais prejuízos que nos três primeiros instares (MAU & KESSING, 2007).

As lagartas se contorcem e recuam rapidamente quando perturbadas e ao caírem das folhas ficam penduradas temporariamente em um fio de seda que é utilizado para retornarem às mesmas, além disso, são suscetíveis ao afogamento sendo os primeiros instares os mais vulneráveis (MAU & KESSING, 2007).

Em plantas de repolho jovens, as lagartas de primeiros instares migram para o centro da planta onde estão as folhas mais novas e causam grande injúria pela alimentação. O último instar larval é normalmente encontrado em folhas mais velhas. As lagartas não se alimentam apenas das folhas, mas podem também se alimentar de outras partes da planta. Se as lagartas se alimentarem das folhas novas antes da formação da cabeça do repolho, este pode apresentar sérias deformações e não há formação da cabeça (MAU & KESSING, 2007).

A pupa fica dentro de um tênue casulo de seda branca formado no final do quarto instar (MONNERAT, 1995) e se fixa na face inferior das folhas ou em outras áreas da planta que favoreçam a proteção. MEDEIROS *et al.*, (2003) relata que sob temperatura de 28°C o período pupal varia entre 3 a 5 dias.

O acasalamento se inicia no dia da emergência, a noite, quando as mariposas estão descansando sobre as plantas; tem duração de cerca de uma hora, e quando o casal é perturbado durante este período, a fêmea arrasta o macho para um local mais escondido da planta. Os ovos são colocados após o crepúsculo, com picos de oviposição de cerca de duas horas mais tarde e poucos ovos são colocados após a meia-noite (MAU & KESSING, 2007).

As mariposas apresentam hábito noturno com atividade de vôo iniciando uma hora após o pôr-do-sol e terminando uma hora antes do nascer do sol (MAU & KESSING, 2007).

Os adultos são inativos durante o dia e quando perturbados voam irregularmente dispersando-se e sendo facilmente transportados pelo vento a grandes distâncias. Estudos realizados no Canadá a respeito do comportamento de vôo de indivíduos dessa espécie demonstraram que as fêmeas voam mais durante as duas primeiras horas da noite (HARCOURT, 1957).

2.1.3 Táticas de controle da *Plutella xylostella*

As Brassicas são cultivadas em praticamente todo o mundo e as medidas de manejo da cultura com o objetivo de minimizar o ataque da traça-das-crucíferas são diversificadas.

Dentre elas cita-se o uso de cultivares resistentes e de feromônios (IMENES *et al.*, 2002), uso de reguladores de crescimento de insetos, utilização de inimigos naturais como parasitóides, rotação de culturas (MONNERAT *et al.*, 2002) e o uso de inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (DIAS *et al.*, 2002; MUSSURY *et al.*, 2002).

A utilização de cultivares resistentes, como medida auxiliar no controle, tem sido freqüente (STONER, 1990). A resistência de plantas à praga tem sido avaliada com base em duas características consideradas como principais: a cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcano, e o teor de sinigrina presente nas folhas (THULER, 2007).

De acordo com EIGENBRODE e SHELTON (1990), variedades resistentes cerosas são consideradas eficazes apenas contra lagartas de primeiro instar. Elas rejeitam o alimento e há grande movimentação. Este comportamento pode levar a um aumento na taxa de mortalidade por inanição e desidratação.

Lagartas, principalmente jovens, são muito sensíveis ao afogamento, durante os períodos de chuvas e alta umidade, mais da metade das três primeiras fases larvais morrem por afogamento (WATERHOUSE, 1987). A irrigação apresenta-se como uma ferramenta eficaz no controle da praga. OLIVEIRA *et al.*, (2000), avaliando o impacto da irrigação por aspersão na dinâmica populacional da traça observou redução de até 70% no número de aplicações de inseticidas na lavoura devido ao controle do inseto pela irrigação.

O manejo dos restos culturais também deve ser feito, removendo-os imediatamente após a colheita das culturas para evitar a permanência da traça e posterior dispersão da praga para plantas jovens em áreas próximas (MAU & KESSING, 2007).

O controle biológico da traça, quando bem implantado pode ser uma alternativa de controle. O uso de parasitóides do gênero *Trichogramma* tem sido

importante em cultivos de repolho. PRATISSOLI *et al.*, (2004) observou que as maiores taxas de parasitismo de ovos de traça ocorreram nas faixas térmicas de 28 a 30°C.

O emprego da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* também tem sido utilizado para o controle da traça. Esta bactéria é produtora de várias proteínas tóxicas para a traça-das-crucíferas. MONNERAT *et al* (2004) e MEDEIROS *et al.*, (2006) observaram que a aplicação dessa bactéria no controle da praga tem sido eficiente e promissor.

As medidas de controle da traça têm se baseado principalmente no uso de inseticidas químicos sintéticos aplicados em doses elevadas e em intervalos muito curtos. No Brasil observou-se que o número de aplicações pode variar de uma a quatro por semana e geralmente sem sucesso (CASTELO BRANCO *et al.*, 2001).

A venda de agrotóxicos vem apresentando faturamento crescente nos últimos anos, atingindo US\$ 7,1 bilhões em 2008, com alta de 30% em relação a 2007 (US\$ 5,4 bilhões). Os números colocam o Brasil na liderança de consumo mundial de agrotóxicos, posição antes ocupada pelos Estados Unidos (ABIFINA, 2009).

Inseticidas como os organofosforados, carbamatos e piretróides são utilizados no controle da traça (MONNERAT *et al.*, 2000). Fazendo-se uma retrospectiva, observa-se que em tempos passados inseticidas de todos os grupos foram eficientes no controle, mas o uso contínuo levou ao surgimento de populações resistentes, que se multiplicaram rapidamente, obrigando os produtores a utilizarem dosagens cada vez mais elevadas, levando à busca por novos inseticidas e formulações que possibilitem controle mais eficiente (FRANÇA & MEDEIROS, 1998).

Devido ao uso indiscriminado de inseticidas químicos sintéticos, o aparecimento de populações resistentes tem se mostrado crescente no Brasil, principalmente nos estados de São Paulo, Ceará, Bahia e Distrito Federal, tornando o controle impreciso, caro e ineficiente (VILLAS BOAS, 2004).

Segundo CASTELO BRANCO *et al.*, 2001, produtores rurais de Brássicas pertencentes ao Núcleo Rural Taquara, situado no Distrito Federal, tiveram seus cultivos seriamente comprometidos devido à impossibilidade de controle. Esses produtores chegaram a aplicar diversos inseticidas, alguns com o mesmo

princípio ativo ou do mesmo grupo químico, uma a sete vezes por semana, sem obter qualquer resultado no controle da traça, fato que levou ao abandono das lavouras.

2.2 Adubação e exigências nutricionais do repolho

A adubação das plantas olerícolas é importante para a produção de biomassa, melhora da qualidade do produto e aumento das cotações alcançadas no mercado (SÁ & BUZZETI, 1994).

Segundo FILGUEIRA (2003), o repolho produz bem em solos mais pesados (argilosos), pois estes possuem boa capacidade de retenção de água. É tolerante à acidez do solo, quando comparado às demais brássicas, tendo boa produção em solo com pH variando de 5,5 a 6,8, devendo a calagem elevar a saturação por bases a 70% e o pH para 6,5.

O repolho é considerado uma planta exigente em nutrientes e retira do solo grande quantidade de minerais, sendo os macronutrientes potássio e nitrogênio, retirados em maiores quantidades. O nutriente que mais favorece a formação da cabeça, precocidade na colheita e a produtividade é o fósforo (FILGUEIRA, 2003).

Existem diversas recomendações para adubação do repolho variando de acordo com o tipo de solo, as cultivares utilizadas e a época de plantio. De acordo com a CFSEMG (1989), para solos de fertilidade mediana ou baixa, deve-se aplicar 120kg/ha de N (parcelados no plantio e cobertura), 300kg/ha de P₂O₅ e 240 kg/ha de K₂O.

As exigências nutricionais referem-se às quantidades de macro e micronutrientes que determinada cultura retira do solo, do adubo e do ar, a fim de atender as necessidades de crescer e produzir adequadamente. A quantidade de nutrientes exigida é função do material vegetal e do total de matéria seca produzida (FAQUIM, 1994). No caso do repolho, a exigência de macronutrientes segue a seguinte ordem decrescente: N>K>Mg>S>P (MALAVOLTA, 1981) e para os micronutrientes: Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo (KIMOTO, 1993).

2.3 Importância e função dos nutrientes na nutrição dos vegetais

2.3.1 Nitrogênio, Fósforo e Potássio

O nitrogênio é um macronutriente essencial para as plantas, sendo um dos nutrientes mais exigidos (SOUZA & LOBATO, 2004). A absorção de nitrogênio ocorre principalmente na forma de nitrato (NO^{-3}) ou amônio (NH_4^{+}). O nitrogênio participa da composição da molécula de clorofila estando ativo na fotossíntese (RAIJ, 1991).

As culturas em geral são com mais frequência deficientes em N do que em qualquer outro nutriente (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Levando-se em consideração os processos fisiológicos das plantas, o N, quando comparado aos outros nutrientes, tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção de elementos, sendo, considerado, portanto, mais importante em termos de controle da nutrição ótima das plantas (HUETT & DETTMANN, 1988). O N potencializa e incrementa a síntese de proteínas e de ácidos nucléicos, além de promover o crescimento vegetativo e a formação de gemas floríferas e frutíferas (MARSCHNER, 1995).

O potássio é considerado o segundo elemento mais absorvido pelas plantas, apresenta-se na forma catiônica (K^{+}) e seus sais apresentam alta solubilidade o que está associado à baixa capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos do cerrado e favorece a ocorrência de perdas por lixiviação (SOUZA & LOBATO, 2004). As principais funções do potássio são ativação enzimática, osmorregulação, fotossíntese e transporte de carboidratos. Estas funções influenciam na resistência à seca, geada e a salinidade, além de resistência a pragas e ao acamamento (MALAVOLTA, 1981; FAQUIN, 1994; TAIZ & ZEIGER, 2004).

As plantas que tem em sua composição teores adequados de potássio têm o número e o tamanho de estômatos por unidade de área foliar elevados, facilitando assim trocas gasosas no tecido, além disso, o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos é dependente do fluxo de potássio nas células-guarda. Sendo assim, plantas com deficiência desse nutriente podem ter seu desempenho estomático alterado (MORAES, 2006).

HARA & SONODA (1979b), avaliando a extração de nitrogênio, fósforo e potássio durante o ciclo da planta de repolho, observaram que o acúmulo desses nutrientes tinha início nas folhas externas atingindo valor máximo cerca de 80 dias após a semeadura. Nas folhas internas, o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio inicia-se por volta de 70 dias coincidindo com a formação da cabeça e aos 100 dias a quantidade desses nutrientes nas folhas internas é superior às quantidades nas folhas externas, fato que sugere que a maioria dos nutrientes absorvidos durante a fase de desenvolvimento da cabeça do repolho são translocados para as folhas internas.

A grande quantidade de N e K, acumulada principalmente nas folhas internas da cabeça de repolho, superando a acumulação nas demais partes da planta, sugere que esses nutrientes são os mais importantes entre os macronutrientes para a formação da cabeça (HARA & SONODA, 1979a).

2.3.2 Silício

O silício é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, 27% em massa, superado apenas pelo oxigênio (JACKSON, 1964). É encontrado apenas em formas combinadas, como a sílica e minerais silicatados. Os silicatos são sais nos quais a sílica é combinada com o oxigênio ou outros elementos como Al, Mg, Ca, Na, Fe e K em mais de 95% das rochas terrestres, meteoritos, em todas as águas, vegetais e animais (SAVANT *et al.*, 1997a).

Existe grande diversidade de fontes de silício usadas na agricultura. Além dos produtos especialmente desenvolvidos para aplicações foliares, termofosfatos e escórias industriais também são aplicadas e adicionam significativas quantidades de silício, juntamente com outros nutrientes (LIMA FILHO *et al.*, 1999a).

As principais características de uma fonte de silício para fins agrícolas são: alto conteúdo de Si-solúvel, facilidade na aplicação, baixo custo e ausência de contaminantes do solo como metais pesados. Para suprir essas demandas, há necessidade de se investigar e identificar as fontes mais promissoras de Si disponíveis.

Os silicatos de Ca e Mg, provenientes das escórias da produção de aço, podem atender perfeitamente a essa demanda. As altas temperaturas e insumos utilizados nos processos da aciaria (transformação de ferro gusa em aço) liberam freqüentemente o silício desde os estados mais cristalinos até formas mais reativas e mais solúveis.

Os produtos comerciais mais utilizados no Brasil, segundo SANCHES (2003), como fonte de Si, são: Silifétil, Agrosilício (Recmix), MB-4 e siligran, entre outros. O Si é o principal componente desses produtos. De acordo com PRADO *et al.*, (2001), a composição da escória irá variar em função do tipo de material utilizado (minério de ferro, carvão, calcário ou cal) no processo de fabricação e, também, em função do tipo de refratário empregado nas paredes do forno.

Os silicatos de cálcio e magnésio são constituídos, basicamente de CaSiO_3 e MgSiO_3 . Os silicatos devem ser comercializados na forma de pó, e quanto mais finamente moídos, maiores sua reatividade e eficiência agronômica. PUPATTO *et al.*, (2004) relatam que, anualmente são produzidas mais de 3 milhões de toneladas de escoria no Brasil. Trata-se de um material que já foi visto como um “problema”, por se acumular em pilhas nos pátios das siderúrgicas. Atualmente, a escória já pode ser encontrada no comércio de produtos agropecuários, sendo negociada a granel ou em sacos de 50kg. Além dos benefícios às culturas, existe a possibilidade da reciclagem de grande parte desse resíduo contribuindo para diminuir problemas ambientais provocados por acúmulo do material (PRADO *et al.*, 2003).

A essencialidade do Si para as plantas superiores foi demonstrada apenas para algumas espécies, apesar de ser um constituinte majoritário dos vegetais (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

A comprovação da essencialidade do Si é muito difícil de ser obtida, devido à sua abundância na biosfera. O Si está presente em quantidades significativas mesmo em sais nutrientes, água e ar altamente purificados (WERNER & ROTH, 1983). Apesar disso, MARSCHNER (1995) evidencia que o fornecimento de Si é benéfico para muitas espécies vegetais.

O Si pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, como a diminuição do auto-sombreamento, deixando as folhas mais eretas, o decréscimo na suscetibilidade ao acamamento, maior rigidez

estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de Al, Mn, Fe e Na, a diminuição da incidência de patógenos e o aumento na proteção contra herbívoros, incluindo insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MASCHNER, 1995).

De modo geral, as plantas terrestres contêm Si em quantidades comparáveis aos macronutrientes, variando de 0,1% a 10% colocando-se como um constituinte mineral majoritário. Em culturas como arroz e a cana-de-açúcar, o teor de Si pode igualar ou exceder àquele do N (EPSTEIN, 1995; RAFI *et al.*, 1997).

Em arroz postula-se a essencialidade agrônômica do Si, em vista dos diversos benefícios advindos com a nutrição desse elemento. Estes benefícios incluem o aumento no crescimento e na produção, interações positivas com fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, aumento na resistência a estresses bióticos (pragas) e abióticos (seca, salinidade, acamamento) e aumento na produtividade em solos problemáticos, como os solos orgânicos e solos ácidos com níveis tóxicos de Al, Fe e Mn (SAVANT *et al.*, 1997b).

Os mecanismos bioquímicos responsáveis pelos efeitos da deficiência de Si ainda não estão elucidados não havendo evidência para qualquer ligação orgânica (BIRCHALL *et al.*, 1996).

TAKAHASHI & MIYAKE (1977), distinguiram as plantas em acumuladoras de Si (a absorção de Si excedendo a absorção de água) e não acumuladoras (a absorção de Si sendo similar ou menor do que a absorção de água). Anos depois, os mesmos autores separaram e caracterizaram as plantas em três tipos levando em consideração a absorção de Si, sendo consideradas acumuladoras aquelas plantas com teor bastante elevado de silício, sendo a absorção ligada à respiração aeróbica, estão inclusas nesse grupo o arroz e a cana-de-açúcar. Não acumuladoras, caracterizando-se por baixo teor dos elementos, mesmo com altos níveis de silício no meio, um exemplo desse grupo é o tomateiro, que acumula nas raízes a maior parte do Si absorvido. Intermediárias aquelas que apresentam uma quantidade considerável de Si, quando a concentração do elemento no meio é alta, as curcubitáceas e a soja enquadram-se nesse grupo, pois translocam o Si livremente das raízes para a parte aérea.

Estudos em outros países demonstram a importância de Si nas culturas, o que vêm estimulando a aplicação do mesmo. No Japão, 25% da área cultivada com arroz recebe anualmente aplicações de silicato de cálcio, que podem variar de 0,5 a 1,0 toneladas por hectare (FARIA *et al.*, 2000). Os produtos usados no Japão, Coréia, Taiwan e Sul da Flórida nos EUA, como fonte de silício para o arroz são basicamente, resíduos obtidos das usinas de aço. Deve-se lembrar, no entanto, que alguns agregados siderúrgicos (fonte de Si) podem apresentar teores de metais pesados na sua composição, mas já existem materiais derivados da indústria siderúrgica que apresentam baixos teores de metais e custo relativamente baixo (KORNDORFER *et al.*, 2004).

2.4 Importância da adubação na incidência de pragas

Segundo CHABOUSSOU (1987), a nutrição adequada da planta pode conferir-lhe condições fisiológicas ótimas que podem aumentar sua capacidade de suporte ao ataque, bem como aos danos provocados por determinada praga, isso significa dizer que tanto o excesso como a carência de nutrientes pode afetar o equilíbrio da planta comprometendo sua resistência natural.

Foi a partir das pesquisas de CHABOUSSOU que se compreendeu que a suscetibilidade da planta a pragas e doenças também é uma questão de nutrição ou de intoxicação. A planta equilibrada não é nutritiva para o parasita ou praga, pois apresenta em sua seiva, proteínas complexas que não podem ser desdobradas por esses organismos pela falta de enzimas necessárias para promover a quebra das cadeias de proteínas.

Os adubos minerais solúveis, principalmente os nitrogenados, quando absorvidos pelas plantas e translocados em seu interior, influenciam na fisiologia vegetal, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos e açúcares redutores, prontamente utilizáveis pelas pragas. Estudos mostram que um grande número de insetos e ácaros dependem de substâncias solúveis, por não serem capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos para serem posteriormente recombinados à conveniência de cada um e por isso dependem de aminoácidos livres existentes na seiva das plantas ou no suco celular (GALLO *et al.*, 2002).

São encontrados vários estudos que correlacionam deficiência ou excesso de determinado nutriente ao ataque de pragas. A maioria desses estudos evidencia que quando se tem uma fonte de nutriente equilibrada assegura-se o crescimento ótimo da planta e sua resistência natural. Estudos envolvendo a relação entre a adubação de plantas e incidência de pragas podem indicar a quantidade em que um nutriente poderá favorecer ou não a ocorrência desses insetos nas culturas.

De acordo com BETHKER *et al* (1987), altos níveis de nitrogênio proporcionam aumento no número de pupas e adultos de *Liriomyza trifolii* em tomateiro. VAN EMDEN (1966), estudando a relação entre inseto e tomateiro como planta hospedeira submetidas a diferentes níveis de N e K constatou que o N na forma amoniacal aumentou o conteúdo de aminoácidos nas folhas e, portanto, sensibilizou a planta ao ataque de pragas.

GIBBERT *et al* (2007) verificaram em seus trabalhos que plantas com excesso de nitrogênio favoreceram o desenvolvimento de *S. frugiperda* em plantas de milho.

Em estudos realizados por LEITE *et al* (2003) foi observado que folhas do tomateiro submetidas a altos níveis de nitrogênio e baixos níveis de potássio foram as mais atacadas pela traça do tomateiro (*Tuta absoluta*).

A condição nutricional da planta é um dos fatores que pode afetar a capacidade de suporte da planta com relação a populações de insetos e intensidade de ataque e vem mostrando papel importante na dinâmica da população de muitos herbívoros, funcionando como indicador de qualidade da planta hospedeira. Muitos estudos mostram efeito positivo na densidade ou na performance (fecundidade, crescimento, desenvolvimento, sobrevivência do herbívoro) quando a planta recebe a adubação com nitrogênio (CISNEROS & GODFREY, 2001).

Pequenas diferenças nutricionais são capazes de causar grandes mudanças no equilíbrio dos níveis populacionais de insetos, ponto este considerado de suma importância na busca para a proteção da planta ao ataque de pragas (EMDEN, 1978). Variedades de espécies de plantas hospedeiras, sob diferentes condições de adubação, podem causar efeitos adversos sobre a taxa

de reprodução, crescimento e longevidade de insetos que delas se alimentam (EVANS, 1937).

Qualquer tipo de adubação que favoreça as condições fisiológicas da planta poderá conferir-lhe proteção, tendo em vista que ao fornecer-lhe os diversos nutrientes que lhe são necessários e nas proporções relativas às suas necessidades reais, mantêm-na em equilíbrio nutricional, possibilitando maior resistência ao ataque de agentes externos, como os insetos. Por outro lado, tanto o excesso como a carência de um ou de diversos elementos que rompem o equilíbrio fisiológico normal da planta são capazes de diminuir sua resistência natural (LABROUSSE, 1932).

BOIÇA JUNIOR & ALONSO (2000) chamam a atenção para o fato de que a manifestação da resistência pode ser afetada por vários fatores ambientais, incluindo algumas práticas culturais, como a adubação e que esse fato poderia ser mais bem explorado no manejo de pragas. O uso eficiente das adubações aliadas à resistência dos materiais genéticos pode reduzir o nível de severidade e de incidência de pragas (SILVEIRA & HIGASHI, 2003).

MARSCHNER (1986) refere-se à relação existente entre a nutrição das plantas e o ataque de pragas. Segundo o autor há exemplos de deficiências nutricionais que favorecem o ataque de pragas, enquanto outras apresentam correlação positiva entre o bom suprimento nutricional e o aumento de insetos.

PRIMAVESI (1994) afirma que o controle ecológico de pragas não se resume somente ao combate a praga, mas também ao fortalecimento nutricional da planta de forma equilibrada, o que é de grande importância, pois os nutrientes devem estar presentes nas plantas em proporções exatas para cada espécie e em níveis apropriados para cada variedade.

Tem sido relatado com frequência que a aplicação de adubos nitrogenados geralmente resulta em um aumento do número de espécies de insetos presentes na planta hospedeira. O nitrogênio é necessário tanto para o hospedeiro quanto para o inseto que dele se alimenta, sendo considerado o elemento em maior quantidade na constituição das proteínas (JONES, 1976). Segundo RIBEIRO *et al.*, (2001), o nitrogênio em excesso na planta pode propiciar o aparecimento de pragas.

SINGH & SINGH (1977), em seus trabalhos com arroz, verificaram que a incidência de brocas aumentava com o aumento dos níveis de nitrogênio aplicados no solo, fato constatado também com *Chilo zonellus* (Swinhoe, 1884) (Lepidoptera: Pyralidae) em milho por ZAAZOU *et al.*, (1970).

COUTINHO *et al.* (1981), comparando o efeito de adubação com NPK e calcário sobre a ocorrência de *Diabrotica saccharalis* em sorgo, verificou que as maiores intensidades de infestações foram obtidas nas maiores doses de nitrogênio.

Quando se trata de vários nutrientes, entre eles nitrogênio e potássio, ocorre certa controvérsia nos resultados, pois alguns autores evidenciam influência negativa deles sobre as populações das pragas, enquanto outros mostram efeitos positivos, e alguns descrevem casos onde não existe influencia alguma (BERTOLI & MAIA, 1994).

Plantas hospedeiras adubadas atraem insetos herbívoros para alimentar-se de seus tecidos, não somente porque as concentrações do nitrogênio aumentam, mas também porque as concentrações de alomônios diminuem (MIHALIAK & LINCOLN, 1985; LARSSON *et al.*, 1986; BRYAUT *et al.*, 1987).

São poucos os trabalhos com silício, muitas vezes subestimando-se o significado deste elemento dentro da biologia vegetal. É importante o incentivo das pesquisas relacionadas, por exemplo, com a eficiência de fontes e sua utilização, levantamentos nutricionais, caracterização dos cultivares das diversas espécies quanto ao tipo de absorção do silício, interações nutricionais, além da inclusão do mesmo nas formulações das soluções nutritivas, especialmente em ensaios de tolerância a estresses nutricionais. Além disso, são relevantes os estudos envolvendo a relação entre a nutrição mineral e pragas das diversas culturas particularmente no caso do Si (LIMA FILHO *et al.*, 1999).

Uma das táticas de ação do MIP é a manutenção das populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico. Práticas culturais como a adubação da planta com silício, mesmo não sendo este um nutriente essencial, têm induzido resistência em muitas espécies vegetais. Essa prática pode ser utilizada em genótipos suscetíveis, que já possuem boas características agrônômicas, proporcionando uma redução no emprego de inseticidas.

ADALKA (1964) observou que o fato de vários cultivares de cana-de-açúcar serem sensíveis à broca do colmo *Siirpophaga nivella* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) está associada ao teor de silício das plantas. BLUM (1968), analisando as características anatômicas do sorgo quanto à resistência mecânica das plântulas à penetração de larvas de dípteros da família Muscidae, observou que os genótipos resistentes caracterizaram-se pela presença de alta densidade de armações de silício na epiderme abaxial da base das bainhas das folhas.

Além da barreira física, devido à acumulação na epiderme das folhas, o silício ativa genes envolvidos na produção de compostos secundários do metabolismo, como polifenóis e enzimas relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas (LIMA FILHO, 2005).

São necessários estudos aprofundados sobre o efeito de silício no manejo de pragas de diversas culturas, já que consiste em uma técnica que pode ser utilizada de forma promissora no manejo integrado de pragas principalmente por vir a favorecer a diminuição das aplicações de agrotóxicos.

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho e fornecer subsídios para o manejo sustentável da praga.

3.1. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência de *Plutella xylostella* em plantas de repolho;
- Avaliar o efeito de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na produtividade do repolho cultivar Kenzan;
- Determinar o teor de proteína, açúcar, cinzas, porcentagem de matéria seca em plantas de repolho e correlacionar com os danos da traça-das-crucíferas;
- Avaliar a existência de alterações morfológicas em larvas da traça em função da aplicação de silício.

4 REFERÊNCIAS

AQUINO, L.A; PUIATTI, M; PEREIRA, P.R.G; CASTRO, M.R.S; LADEIRA, I.R. **Características produtivas do repolho em função de espaçamentos e doses de nitrogênio.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, abr-jun, p.266-270, 2005a.

BETHKER, J.A; PARRELA, M.P.; TRUMBLE, J.T.; TOSCANO, N.C. **Effect of tomato cultivar and fertilizer regime on survival of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae).** *Journal of Economic Entomology*, v. 30, p.200-203, 1987.

BIRCHALL, J.D.; BELLIA, J.P.; ROBERTS, N.B. **On the mechanisms underlying the essentiality of silicon – interactions with aluminium and copper.** *Coordination Chemistry Reviews*, v.149, p.231-240, 1996.

BOIÇA JUNIOR, A.L; ALONSO, A.M. **Efeito da adubação na manifestação da resistência de feijoeiro ao ataque de caruncho em testes com e sem chance de escolha.** *Bragantia*, Campinas, v.59, n.1, p.35-43, 2000.

BONDAR, G. **Aleyrodídeos do Brasil (2ª. Contribuição).** *Bol. Laboratory Pathology Vegetal*. v.5 p. 1-37, 1928.

BORTOLI, S.A. DE; DÓRIA, H.O.S.; ALBERGÁRIA, N.M.M.S.; BOTTI, M.V. **Aspectos biológicos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em *Sorghum bicolor* (L.) Moench sob diferentes níveis de potássio em laboratório.** *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, Madrid, v.29, n.4, p.575-580, 2004.

CARVALHO-PUPATTO, J.G.; BÜLL, L.T. & CRUSCIOL, C.A.C. **Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias.** *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:1213-1218, 2004.

CASTELO BRANCO, M.; GUIRARÃES, A.L. **Controle da traça-das-crucíferas em repolho**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.10, n.1, p.24-25, 1990.

CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. **Impacto de inseticidas sobre parasitóides da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 1, p. 7-13, jan. 2001

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BOAS, G. L. **Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* – Artrópodes de importância econômica**. Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças Brasília-DF. n. 4, p. 1-3, dezembro 1997.

CASTELO BRANCO, M; VILLAS BOAS, G.L; FRANÇA, F.H. **Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.2, p.154-157, nov. 1996.

CHABOUSSOU, F. **Plantas Doentes Pelo Uso de Agrotóxico (A teoria da trofobiose)**. Porto Alegre: L&PM. 253p. 1987.

CISNEROS, J. J.; GODFREY, L. D. **Mid-season pest status of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae) in California cotton: Is nitrogen a key factor?** *Environmental Entomology*, v.30, p.501-510, 2001.

COMISSÃO DE FERTILIZANTES DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4.apr. Lavras, 1989. 176p.

COUTINHO, E.L.M. et al., **Efeito do N, P, K e calcário sobre a incidência de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep-Pyralidae) em sorgo sacarino**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7., 1981, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: SEB, p.208. 1981.

DIAS, D. G. S. *et. al.* **Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle de traça-das-crucíferas em couve-flor no Distrito Federal.** Comunicado Técnico, Brasília, n. 74, dez. 2002.

EIGENBRODE, DE.; SHELTON, A.M. **Behavior of neonate diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae) on glossy-lesfed resistant *Brassica oleraceae* L.** Environmental Entomology, College Park, v.19, n.4, p.1086-1090, 1990.

Emater-DF. **Produção de repolho no Distrito Federal.** Informativo da Produção Agrícola do Distrito Federal. *IPAGRICOLA*, 2009.

EPSTEIN, E. **Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 50:641-664. 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

EVANS, A.C. **Physiological relationships between insects and their host plants.** Rothamsted Experimental Station, Harpenden. p. 558-572. 1937.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL, FAEPE, 227p, 1994.

FARIA, R. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo.** 2000. 125F. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Viçosa, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 412p. 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **ABC da olericultura: Guia da pequena lavoura**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 164p. 1987.

FRANÇA, F.H. & M.A MEDEIROS. 1998. **Impacto da combinação de inseticidas sobre a produção de repolho e parasitóides associados com a traça-das crucíferas**. Hort. Bras.16: 132-135.

FRANÇA, F.H; CORDEIRO, C.M.T; GIORDANO, L; RESENDE, A.M. **Controle da traça das crucíferas em repolho**. Horticultura Brasileira, v. 3, p.50-51, 1985.

GALLO, D. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ-SP. 2002

GASPARY, M. **Manual do horticultor: Como instalar uma horta verdadeiramente produtiva**. 6^ª edição. Porto Alegre: RIGEL, 88-90p, 1991.

GEVERS, E. *et al.* Nettox compilation of consumption data. In: **Inherent food plant toxicants report**, N.º 4. (Ed) 144p. 1998. disponível em http://www.esapl.pt/web/da_sofia/Brassicac.htm acesso em outubro de 2008.

GIBBERT, F.R; PIETROWSKI, V; LOHMANN, T.R; MARTINAZZO,T; KRAEMER, B. **Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) em plantas de milho produzidas com diferentes doses de nitrogênio, fósforo, potássio e boro**. Rer. Bras. Agroecologia, v.2, n.2, out., 2007.

HABIB M.E.M & ANDRADE C.F.S. Bactérias Entomopatogênicas. cap.12 In: ALVES, S.B. **Controle Microbiano de Insetos**. ed. 2. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.

HARA, T; SONODA, Y. **The role of macronutrients for cabbage-head formation. I contribution to cabbage-head of nitrogen, phosphorus or potassium supplied at different growth stages**. Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, 25: 113- 120p, 1979.

HARA, T; SONODA, Y. **The role of macronutrients for cabbage-head formation. I contribution to cabbage-head of nitrogen, phosphorus or potassium supplied at different growth stages.** Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, 25: 113- 120p, 1979b.

HARA, T; SONODA, Y. **The role of macronutrients for cabbage-head formation. Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant.** Soil Science and Plant Nutrition, v. 25: 103- 111p, 1979a.

HARA, T; SONODA, Y. **The role of macronutrients for cabbage-head formation II. Contribution to cabbage-head formation of calcium, magnesium or sulfur supplied at different growth stages.** Soil Science and Plant Nutrition, v. 27, n.1, p.45- 54, 1981a.

HARCOURT, D.G. **Biology of diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Lepidoptera: Plutellidae), in Eastern Ontario. Life-History, Behaviour and host relationships.** Canadian Entomologist, v. 89, p. 554-564, 1957.

HO, T.H. **The life-history and controlo f diamond-black moth in Malaya Bulletin Division.** of Agriculture Malaysia, n.118, 26p. 1965

VILLAS BÔAS, G.L, CASTELO BRANCO, M, MEDEIROS, M.A, MONNERAT, R.G, FRANÇA, F.H. **Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas e impactos sobre a população natural de parasitóides.** *Horticultura brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.696-699, out-dez, 2004.

HUETT, D.O., DETTMANN, E.B. **Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture.** Australian Journal of Experimental Agriculture, v.28, n.3, p.391-399, 1988.

IMENES, S.D.L. *et al.* **Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: Plutellidae), em cultivo orgânico de repolho.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.69, n.1, p.81-84, jan./mar., 2002.

JONES, F.G.W. **Pest, resistance and fertilizers: fertilizer use and plant health.** In: Coll International Potash Institute, 12., Bern. Proceedings. Bern. 1976.

KIMOTO, T. **Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo.** In: FERREIRA, M.E; CASTELLANE, M.P.D; CRUZ,M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: POTAFOS, 480p, 1993.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** 3. ed. Uberlândia: GPSi - Grupo de Pesquisa "Silício na Agricultura", 23 p. 2004. (Boletim Técnico, 01).

LABROUSSE, F. **La Fécondité du sol.** Paris, Annales, Agronomiques, 311p. 1932.

LÉDO, F.J.S; SOUZA, J.A; SILVA, M.R. **Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no Estado do Acre.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n. 2, p. 138-140, 2000.

LEITE, G.L.D; COSTA, C.A; ALMEIDA, C.I.M; PIKANÇO, M. **Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.3, jul.-set, 2003.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 87, p. 1-7, set. 1999a.

LUZ, F. J. de F. **Avaliação de cultivares de repolho em área de cerrado de Boa Vista, Roraima.** Boa Vista, 02 a 05 de abril de 2002. In: I ENCONTRO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRR – I EPIC, 2002. Resumos. Boa Vista, UFRR, 2002. p. 34.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1981. 251p

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações.** Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p. 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 887 p.

MARSCNER, H. **Mineral nutrition of higer plants** London: Academic Press, 647p. 1986.

MAU, R.F.L.; KESSING, J.L.M. ***Plutella xylostella* (Linnaeus).** Disponível em: <<http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/plutella.htm>>. Acesso em 25 de novembro de 2009.

MEDEIROS, P.T; SONE, EH; DIAS, J.M.C; MONNERAT, R.G. **Avaliação de produtos à base de *Bacillus thurigiensis* no controle da traça-das-crucíferas.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.245-248, abr-jun, 2003.

MEDEIROS, P.T; SONE, EH; DIAS, J.M.C; MONNERAT, R.G. **Avaliação de produtos à base de *Bacillus thurigiensis* no controle da traça-das-crucíferas.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.245-248, abr-jun, 2006.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. **Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture.** *Soil Science and Plant Nutrition*, v.31, p.625-636, 1985.

MONNERAT, R.G. **Interrelations entre la teigne des cruciferes, *Plutella xylostella*, son parasitoide *Diadegma* sp. et la bacterie entomopathogene *Bacillus thuringiensis* Berliner.** Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier These de doctorat en Sciences Agronomiques, 1995. 160 p.

MONNERAT, R.G; LEAL-BERTOLI, S.C.M; BERTOLI, T.M; BORDAT, D. **Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por suscetibilidade ao *Bacillus thurigiensis* Berliner e RAPD-PCR.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p.607-609, jul-set. 2004.

MONNERAT, R.S *et al.* **Biology of *Diadema* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), a Parasitoid of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), from Reunion Island.** *Neotropical Entomology*, v. 31, n. 2, April-June 2002.

MORAES, I. V. M. **Cultivo de hortaliças:** dossiê técnico. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 26p. 2006.

MURAYAMA, S. **Horticultura.** 2 edição. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 322p, 1983.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES W. D.; SCALON S. P. Q. **População de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) e *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758, Associada a *Brassica napus* L. em função de dois métodos de captura.** *Ciência Agrotecnica*, Lavras v. 26, n. 5, p. 993-998, set./out. 2002.

PIRES, J. F. **Impacto da fertilização química e orgânica na produtividade e em alguns aspectos qualitativos de alface e repolho produzidos no Distrito Federal.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília. Tese de mestrado. P.147, 2003.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 67 p. 2001.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. **Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25,n.1,p.201-209, 2001.

PRATISSOLI, D; FERREIRA, F.F; BARROS, R; PARRA, J.R.P; FERREIRA, C.L.T. **Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas.** *Horticultura brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.754-757, out-dez. 2004.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo Ecológico de pragas e doenças: Técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente.** São Paulo: Nobel, 137p. 1994.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo, Piracicaba: Ceres, Potafos, p.343, 1991.

RIBEIRO, M.M; SOUSA, N.J.; REISSMANN, C.B.; DITTRICH, A.E.; CORRÊA, D.R.; FARIA, A.B.C. **Avaliação de influência da adubação nitrogenada em *Pinus taeda*, sobre a ocorrência de *Cinara* SP (Hemiptera: Aphididae), o pulgão do pinus.** Simpósio sobre *Cinara* Curitiba. Cd-room. 2001.

SÁ, M.E, BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Ícone, p.433, 1994.

SANCHES, A.B. **Efeito do silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim-Braquiarião [*Brachiaria brizanta* (Hoechst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] sob intensidades de pastejo.** 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado) –Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. **Silicon management and sustainable rice production. Advances in Agronomy**, New York, v. 58, p. 151-199, 1997.

SILVA JÚNIOR, A. **Efeito da adubação mineral e orgânica em repolho**. Agropecuária Catarinense, v.24, n.1 p.53-56, 1991.

SILVA JÚNIOR, A. M. **Repolho: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 295p.

SILVEIRA, R.L.V.A & HIGASHI, E.N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto**. Circular Técnica IPEF. N.200, p.1-13. 2003.

SINGH, R. & SINGH, M.P. **Studies on varietal-cum-manurial responses on the incidence of paddy stem borer (*Tryporyza incertulas* wilk)**. Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.64, n.4, p.247-251, 1977.

SOUZA, D. M. G; LOBATO, E. **Cerrado, correção do solo e adubação**. 2ª edição. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 416p, 2004.

STONER, K.A. **Glossy leaf wax and plant resistance to insects in *Brassica oleracea* under natural infestation**. Environmental entomology, College Park, v.19, p.730-739, 1990.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artemed. 719p, 2004.

TAKAHASHI, E. **Uptake mode and physiological functions of silica**. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H., (Ed.). Science of the rice plant: physiology. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. cap.5, p.420-433, 1977.

THULER, R.T.; BORTOLI, S.A. de; HOFFMANN-CAMPO, C.B **Classificação de cultivares de brássicas com relação à presença de glucosinolatos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. V.42, n.4, p.467-474 abr. 2007.

VAN EMDEM, H.F. **Studies on the relations of insect and host plant. III. A comparison of the reproduction of Brevicoryne brassicae and Myzus persicae (Hemiptera: Aphididae) on Brussels sprout plants supplied with different rates nitrogen and potassium.** Ento. Exp. Appl. 9, 444-460, 1966.

WATERHOUSE, D.F. **Plutella xylostella (Linneus) Lepidoptera: Yponomeutidae, diamondback cabbage moth.** In: WATERHOUSE, D.F.: NORRIS, K.R. (Ed). **Biological control: pacific prospects.** Melbourne: Inkata Press, 1987. chap. 22, p.177-191.

WERNER, D.; ROTH, R. **Silica metabolism.** In: LÄUCHLI, A.; BIELESKI, R. L. (Ed.). Encyclopedia of plant physiology. Berlin: Springer-Verlag, 1983. v. 15B, p. 682-694. (New Series).

ZAAZOU, H.M; EL-NAHAL, A.K.M.; BISHARA, M.A. **The effect of certain cultural practices on the infestation of rice by Chilo agamennon Bles. And Tryporiza interculas (Lepidoptera: Pyralidae).** Bulletin De La Societe Entomologique D' Egype, Le Caire, v.54, p.149-154, 1970.

CAPÍTULO 1

Efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho

RESUMO

O experimento foi conduzido na Universidade de Brasília - Fazenda Água Limpa, Brasília-DF, no período de julho a novembro de 2008, com o objetivo de avaliar a influência da adubação nitrogenada, potássica e silicatada na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho, cv. Kenzan. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 13 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de: testemunha (sem adubação), adubação orgânica (1,5kg.m⁻² de cama de frango), QR (química recomendada de acordo com análise de solo), N1 (200% de N), N2 (300% de N), N3 (400% de N), K1 (200% de K), K2 (300% de K), K3 (400% de K), AS1 (3 kg.ha⁻¹de silício), AS2 (6 kg.ha⁻¹de silício), AS3 (9 kg.ha⁻¹de silício) e AS4 (12 kg.ha⁻¹de silício).. Todos os tratamentos, exceto a testemunha e o tratamento com cama de frango, receberam superfosfato simples no plantio. As características avaliadas foram: perfurações causadas pela traça-das-crucíferas nas quatro folhas centrais do repolho, o teor de cinzas, a matéria seca, a produtividade, o teor de nutrientes e o teor de açúcares nas plantas em função da adubação. Não foi observado efeito significativo dos nutrientes no teor de cinzas, matéria seca e teor de açúcar. No entanto, verificou-se que o aumento nas doses de nitrogênio aumentou o número de perfurações do inseto e, por outro lado, o silício reduziu este número e aumentou a produtividade de cabeças comerciais de repolho.

PALAVRAS-CHAVE: *Plutella xylostella.*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, adubação, controle, produção

Effect of different doses of nitrogen, potassium and silicon in the incidence of diamondback moth in cabbage

ABSTRACT

The experiment was carried out at University of Brasilia - Fazenda Água Limpa, Brasília-DF, from July to November 2008, aiming to evaluate the effect of nitrogen, potassium and silicon on the incidence of diamondback moth in cabbage plants, cv. Kenzan. The experimental design was random blocks with thirteen treatments and four replicates. The treatments were: TT (no fertilization), CF (1,5kg.m⁻² of chicken manure), QR (chemical according to soil analyses), N1 (200% of N), N2 (300% of N), N3 (400% of N), K1 (200% of K), K2 (300% of K), K3 (400% of K), AS1 (3 kg.ha⁻¹ of Si), AS2 (6 kg.ha⁻¹ of Si), AS3 (9 kg.ha⁻¹ of Si), AS4 (12 kg.ha⁻¹ of Si). All treatments, except TT and chicken manure, were fertilized with simple phosphate at planting. The parameters evaluated were insect holes, ashes, sugar and dry matter content as a function of fertilization. No significant effect of nutrients on sugar, dry matter and ashes content were observed. Nevertheless, it was observed that an increase on nitrogen doses increased insect damages significantly and silicon, on the other hand, reduced insect damages and increased commercial yield.

KEYWORDS: *Plutella xylostella.*, *Brassica oleracea* var. capitata, fertilization, control, production

INTRODUÇÃO

O repolho é considerado uma olerícola de grande importância social, principalmente, pela sua composição nutricional e por seu baixo custo. A praga de maior importância econômica é a traça-das-crucíferas que em seu estado larval se alimenta da cabeça do repolho causando prejuízos que reduzem o valor comercial do produto (OLIVEIRA *et.al*, 2000).

As Brássicas demandam altos teores de nutrientes em função da elevada taxa de conversão em curto espaço de tempo. A elevada necessidade de nutrientes aliada à alta capacidade do sistema radicular em absorver os elementos do solo tornam o repolho uma das hortaliças mais esgotantes do solo, fazendo com que sejam necessárias adubações freqüentes e intensas (FILGUEIRA, 2003).

A adubação pode provocar modificações ou trazer implicações fisiológicas na planta, alterando sua capacidade de suportar o ataque de pragas. Segundo CHABOUSSOU (1987), a nutrição adequada da planta pode conferir-lhe condições fisiológicas ótimas que podem aumentar sua capacidade de suporte ao ataque. Porém, tanto o excesso como a carência de nutrientes pode romper o equilíbrio natural. Por outro lado, o desequilíbrio nutricional da planta pode afetar o desenvolvimento da praga, fazendo com que a planta manifeste uma condição de resistência pelo fato dos nutrientes não se encontrarem devidamente balanceados em função das necessidades específicas da praga.

O nitrogênio e o potássio são nutrientes essenciais e de uma maneira geral, existem evidências de que o excesso de nitrogênio provoca um aumento na suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças enquanto o potássio diminui. A nutrição adequada com o potássio favorece a síntese de proteínas e reduz o acúmulo de carboidratos e compostos solúveis de nitrogênio nas células, situação que favorece diversas espécies de insetos e ácaros (FAQUIN, 1994).

De acordo com EPSTEIN (1999), dentre os nutrientes minerais utilizados no manejo de pragas, o silício destaca-se por reduzir a severidade de ataque em várias culturas. O silício pode atuar na constituição de barreira física de maneira a impedir a penetração de fungos e afetar sinais entre hospedeiros e pragas, resultando na ativação mais rápida dos mecanismos de defesa da planta.

O uso do silício e nutrição adequada das plantas por meio de uma adubação com níveis ótimos é sustentável, com grande potencial para diminuir o uso de agroquímicos e aumentar a produtividade através de uma nutrição mais equilibrada e fisiologicamente mais eficiente, o que significa plantas mais produtivas, com menor ataque de pragas e mais vigorosas.

Portanto, esse trabalho teve por objetivo verificar o efeito de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício na incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa - UnB, Brasília - DF, utilizando-se o repolho cv. Kenzan, no período de julho a novembro de 2008. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 13 tratamentos e 4 repetições. O espaçamento utilizado foi de 0,40m entre plantas e 0,80 m entre sulcos totalizando uma população de 40 plantas por unidade experimental, irrigadas por gotejamento.

As características do solo da área experimental encontram-se listadas na tabela 1. Tais características foram usadas como base para a adubação corretiva.

Tabela 1: Fertilidade do solo da área experimental. Brasília - DF, UnB - FAV, 2010.

PH em água	P	K	S	H+Al	Ca+Mg	Ca	Mg	MO
	mg.dm ⁻³			cmol.dm ⁻³			%	
6,2	3,0	0,19	1,5	3,2	4,4	3,6	0,8	46,8

Fonte: Soloquímica Análises de Solo Ltda. Brasília, DF.

A parcela experimental constituiu-se de quatro fileiras de 4 metros de comprimento, resultando em uma área total de 12,8m². Os tratamentos foram constituídos por: testemunha (sem adubação), adubação orgânica (1,5kg.m⁻² de cama de frango), adubação corretiva (fertilizante sintético), N1 (650 kg.ha⁻¹ de uréia), N2 (975 kg.ha⁻¹ de uréia), N3 (1300 kg.ha⁻¹ de uréia), K1 (800 kg.ha⁻¹ de KCl), K2 (1162,5 kg.ha⁻¹ de KCl), K3 (1550 kg.ha⁻¹ de KCl), AS1 (3 kg.ha⁻¹ de SiO₂), AS2 (6 kg.ha⁻¹ de SiO₂), AS3 (9 kg.ha⁻¹ de SiO₂) e AS4 (12 kg.ha⁻¹ de SiO₂). Como fonte de silício utilizou-se a escória Agrosilício da Recmix (23% de SiO₂,

36% de CaO e 6% de MgO – PRNT de 65,36%) que foi aplicada via foliar com regador, iniciando-se 30 dias após o transplante e, a partir de então, foram realizadas aplicações foliares semanais totalizando sete aplicações. Os cálculos para a determinação das quantidades de agrosilício utilizadas foram feitas de acordo com a quantidade de silício presente no produto. O silicato de cálcio e magnésio (Agrosilício) é oriundo de uma escória da produção de aço inoxidável (Acesita), que é tratada pela empresa Recmix do Brasil, empresa que faz o processo de retirada de metais. Contém alto teor de silício solúvel, além de cálcio, magnésio e potencial para correção do solo (AGRANELLI, 2005). Os demais nutrientes foram aplicados via solo no sulco de plantio em todos os tratamentos e parcelados da seguinte forma: N – 20% no plantio, 20% na primeira adubação de cobertura, 30% na segunda adubação de cobertura e 30% na terceira adubação de cobertura; P – 100% no plantio; K – seguindo o mesmo parcelamento usado para N (Tabela 2).

Tabela 2: Diferentes níveis de adubação nitrogenada, potássica e silicatada utilizados em repolho cultivar Kenzan. Brasília - DF. UnB - FAV, 2010.

Tratamento	Plantio			1ª Cobertura			2ª Cobertura			3ª Cobertura			Total		
	Uréia	SS	KCl	Uréia	SS	KCl	Uréia	SS	KCl	Uréia	SS	KCl	Uréia	SS	KCl
TT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QR	65	2075	77,5	65	0	65	97,5	0	116,25	97,5	0	116,25	325	2075	387,5
N1	130	2075	77,5	130	0	130	195	0	116,25	195	0	116,25	650	2075	387,5
N2	195	2075	77,5	195	0	195	292,5	0	116,25	292,5	0	116,25	975	2075	387,5
N3	260	2075	77,5	260	0	260	390	0	116,25	390	0	116,25	1300	2075	387,5
K1	65	2075	167,5	65	0	65	97,5	0	232,5	97,5	0	232,5	325	2075	800
K2	65	2075	232,5	65	0	65	97,5	0	348,75	97,5	0	348,75	325	2075	1162,5
K3	65	2075	310	65	0	65	97,5	0	465	97,5	0	465	325	2075	1550
AS1	65	2075	77,5	65	0	65	97,5	0	116,25	97,5	0	116,25	325	2075	387,5
AS2	65	2075	77,5	65	0	65	97,5	0	116,25	97,5	0	116,25	325	2075	387,5
AS3	65	2075	77,5	65	0	65	97,5	0	116,25	97,5	0	116,25	325	2075	387,5
AS4	65	2075	77,5	65	0	65	97,5	0	116,25	97,5	0	116,25	325	2075	387,5

TT: testemunha (sem adubação), adubação orgânica (1,5kg.m⁻² de cama de frango), adubação corretiva (fertilizante sintético), N1 (650 kg.ha⁻¹ de uréia), N2 (975 kg.ha⁻¹ de uréia), N3 (1300 kg.ha⁻¹ de uréia), K1 (800 kg.ha⁻¹ de KCl), K2 (1162,5 kg.ha⁻¹ de KCl), K3 (1550 kg.ha⁻¹ de KCl), AS1 (3 kg.ha⁻¹de SiO₂), AS2 (6 kg.ha⁻¹de SiO₂), AS3 (9 kg.ha⁻¹de SiO₂) e AS4 (12 kg.ha⁻¹de SiO₂).

As mudas usadas no ensaio foram produzidas em bandejas de 128 células utilizando-se como substrato plantimax e foram transplantadas 30 dias após a semeadura. As avaliações tiveram início uma semana após a primeira aplicação do agrosilício (30 dias após o transplante). O procedimento de amostragem adotado foi a amostragem direta do número de perfurações nas 4 folhas centrais de 10 plantas de repolho) e, ocasião da colheita, adotou-se a escala de notas proposta por CASTELO BRANCO *et al* (1999): 1 = folhas raspadas ou sem dano; 2 = folhas com pequenas perfurações (pouco dano); 3 = folhas com grandes perfurações (com dano); 4 = plantas com folhas totalmente danificadas (muito dano), avaliando-se 10 plantas por parcela. Após a colheita, as plantas foram pesadas para obtenção do peso médio (massa fresca) e foram retiradas amostras para avaliação do teor de açúcar, proteína, cinzas, matéria seca e teor de nutrientes nas folhas, correlacionando esses dados à injúria causada pela traça.

Os resultados foram transformados em raiz quadrada de $x+1$, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada análise de regressão entre todas as variáveis avaliadas e, baseando-se na significância de seus coeficientes de determinação, foram avaliadas importância e a dependência entre as características.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Injúria da traça e produção

Detectou-se diferenças significativas para número de perfurações da traça-das-crucíferas, entre os tratamentos avaliados apenas nas médias das duas últimas observações, 58 e 66 dias após o transplante. Considerando os valores acumulados ao longo do ciclo, foi observada diferença estatística significativa entre as médias observadas, sendo que o menor número de furos foi atribuído às plantas que receberam silício, a menor e maior dose, e nas parcelas que receberam adubação química. O maior valor foi atribuído às plantas submetidas aos tratamentos com maior dose de nitrogênio e maior dose de potássio (Tabela 3).

Tabela 3. Número de perfurações totais e por data de amostragem, em repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *capitata*), em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício, observados ao longo do ciclo da cultura. Brasília-DF. UnBFAV, 2010.

Tratamento	30 dias	37 dias	44 dias	51 dias	58 dias	66 dias	Soma
TT **	0,75 a*	1,93 a	1,50 a	0,31 a	14,25 b	16,00 b	31,25 a
CF	3,75 a	2,93 a	2,62 a	3,56 a	4,62 a	6,25 a	23,81 a
QR	2,68 a	2,62 a	4,25 a	3,31 a	1,31 a	3,75 a	18,81 a
N1	3,18 a	3,75 a	4,56 a	4,00 a	5,18 a	7,00 a	28,63 a
N2	1,88 a	5,31 a	8,87 a	6,93 a	6,25 a	8,62 a	40,01 b
N3	4,18 a	2,31 a	6,50 a	1,81 a	15,37 b	20,93 b	53,06 b
K1	3,43 a	2,62 a	2,12 a	3,12 a	5,37 a	10,31 a	26,18 a
K2	3,43 a	2,93 a	3,68 a	4,50 a	2,62 a	5,75 a	22,75 a
K3	4,50 a	4,00 a	8,37 a	6,06 a	4,56 a	9,75 a	39,31 b
AS1	2,12 a	3,31 a	2,43 a	1,12 a	1,81 a	1,50 a	13,43 a
AS2	2,93 a	9,68 b	3,12 a	3,87 a	2,06 a	0,75 a	20,75 a
AS3	3,62 a	4,00 a	4,56 a	4,18 a	1,81 a	2,50 a	22,06 a
AS4	2,68 a	2,56 a	5,68 a	5,31 a	0,75 a	1,00 a	17,37 a
CV (%)	29,48	28,91	38,23	39,33	37,77	30,41	25,41

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$. ** TT: testemunha (sem adubação), adubação orgânica (1,5kg.m⁻² de cama de frango), adubação corretiva (fertilizante sintético), N1 (650 kg.ha⁻¹ de uréia), N2 (975 kg.ha⁻¹ de uréia), N3 (1300 kg.ha⁻¹ de uréia), K1 (800 kg.ha⁻¹ de KCl), K2 (1162,5 kg.ha⁻¹ de KCl), K3 (1550 kg.ha⁻¹ de KCl), AS1 (3 kg.ha⁻¹ de SiO₂), AS2 (6 kg.ha⁻¹ de SiO₂), AS3 (9 kg.ha⁻¹ de SiO₂) e AS4 (12 kg.ha⁻¹ de SiO₂).

Considerando a massa fresca da cabeça de repolho (Tabela 4), foi observada diferença estatística significativa entre as médias observadas nos diferentes tratamentos de adubação. O maior valor foi observado no tratamento com adubação química recomendada, seguida pelos tratamentos N2 e K2. O menor valor foi obtido no tratamento testemunha, sem adubação. Cabeças de repolho muito grandes não têm boa aceitação no mercado, que de acordo com FILGUEIRA (2000) seriam de cabeças pequenas, com peso variando de 900 a 1100 gramas. O tratamento K1, menor dose de potássio, os tratamentos com silício e cama de frango proporcionaram cabeças com massa fresca na faixa de demanda do mercado.

As plantas adubadas com cama de frango apresentaram cabeças mais compactas, firmes e menos danificadas pela traça do que aquelas que receberam altas doses de nitrogênio e potássio.

Tabela 4. Massa fresca média de plantas de repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

Tratamentos	Massa média (g)
TT**	291 a
CF	908,75 b
QR	1626,50 c
N1	898,75 b
N2	1473,50 c
N3	1246,50 c
K1	972 b
K2	1306,50 c
K3	814,75 b
AS1	1157,50 c
AS2	1013 b
AS3	1045 b
AS4	903,25 b
CV (%)	15,54

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$. ** TT: testemunha (sem adubação), adubação orgânica (1,5kg.m⁻² de cama de frango), adubação corretiva (fertilizante sintético), N1 (650 kg.ha⁻¹ de uréia), N2 (975 kg.ha⁻¹ de uréia), N3 (1300 kg.ha⁻¹ de uréia), K1 (800 kg.ha⁻¹ de KCl), K2 (1162,5 kg.ha⁻¹ de KCl), K3 (1550 kg.ha⁻¹ de KCl), AS1 (3 kg.ha⁻¹de SiO₂), AS2 (6 kg.ha⁻¹de SiO₂), AS3 (9 kg.ha⁻¹de SiO₂) e AS4 (12 kg.ha⁻¹de SiO₂).

Por meio de análise de regressão, verificou-se que a medida que se aumenta a dose de uréia e de cloreto de potássio, aumenta o número de perfurações da traça (Figuras 2 e 3). No caso do silício houve uma leve tendência à diminuição das perfurações causadas pela traça a partir da dose mais alta que corresponde a 12 kg.ha⁻¹ de SiO₂ (Figura 4).

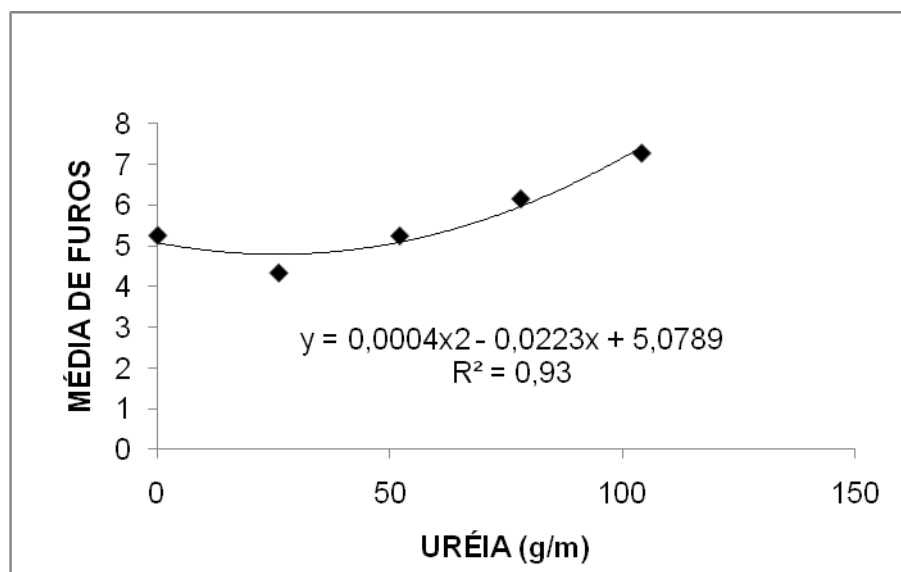


Figura 1: Relação entre doses crescentes de uréia e número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília – DF. UnB – FAV, 2010.

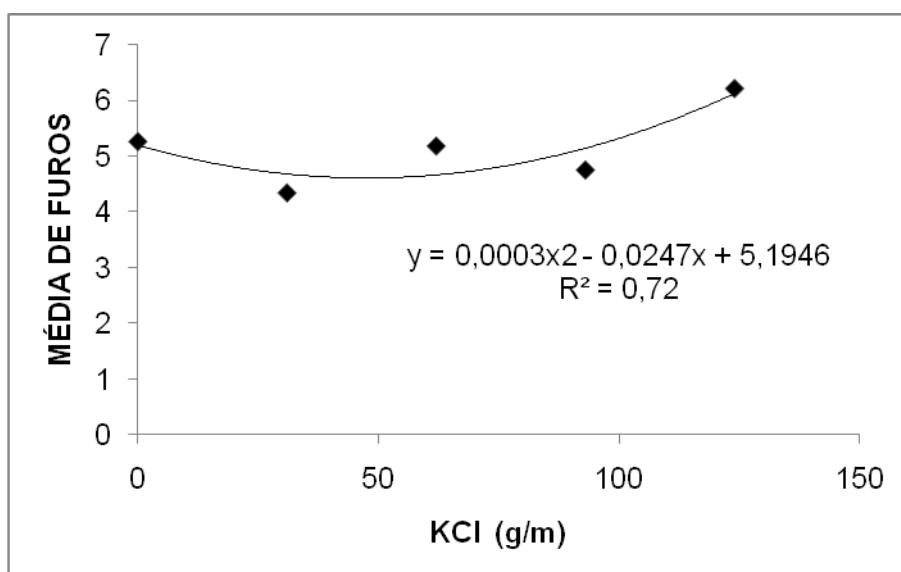


Figura 2: Relação entre as doses crescentes de cloreto de potássio e número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

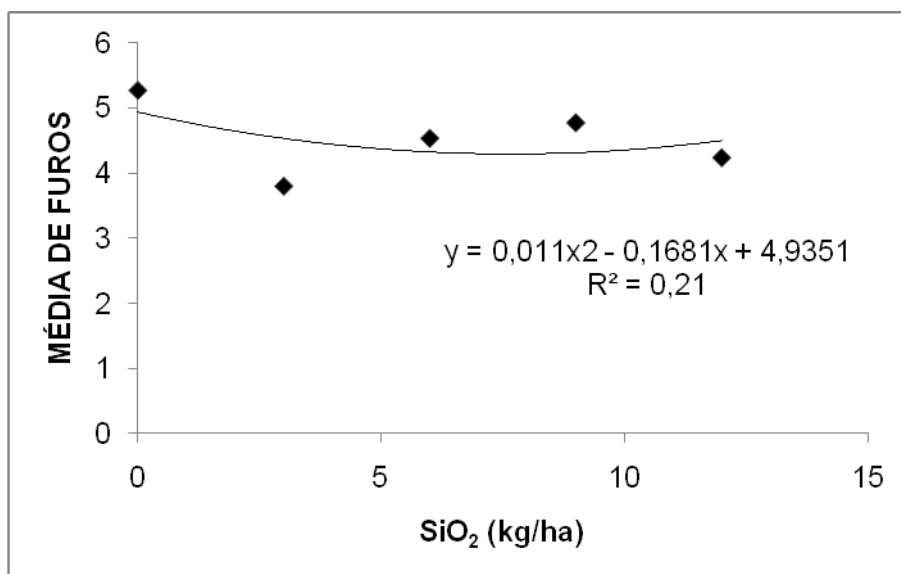


Figura 3: Relação entre doses crescentes de silício e número de perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

Para nitrogênio, os resultados estão de acordo com os obtidos por LEITE *et al* (2003), que observaram que as folhas do tomateiro submetidas a altos níveis de nitrogênio foram as mais atacadas pela traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). SANTOS (2008), em estudos com tomate industrial, verificou aumento no número de minas da traça-do-tomateiro em plantas que receberam doses elevadas de nitrogênio

O potássio se comportou de forma inesperada, pois quanto maior foi a dose de potássio maior foi o dano causado pela traça. SANTOS (2008), em tratamentos com doses crescentes de potássio, observou uma diminuição de minas da traça-do-tomateiro em plantas de tomate industrial. Acredita-se que altas doses de potássio tenham causado desequilíbrio na planta favorecendo o ataque da praga.

Resultado semelhante foi encontrado por GRAVINA (2008) que trabalhando com diferentes doses de potássio em plantas de repolho, observou que com o aumento das doses de potássio aumentou o dano causado pela traça-das-crucíferas.

Foi observada uma leve redução nos danos da traça com o aumento das doses de SiO₂ aplicadas na cultura via foliar. A equação que melhor se ajustou foi a quadrática de baixo R² (Figura 4). A redução dos danos da traça pode ter ocorrido possivelmente em função da deposição de silício nas folhas. Por outro lado, a cerosidade das folhas pode ter dificultado a deposição das partículas de

silício, mascarando o efeito. Entretanto, acredita-se que o silício tenha interferido nos danos da traça em função de interferir no ataque do inseto pelo fato das folhas se encontrarem parcialmente cobertas pelo produto. SANTOS (2008), em experimento com tomate tipo industrial, observou redução nos danos da traça-do-tomateiro com o aumento das doses de SiO_2 .

Observou-se que houve crescimento no valor da matéria fresca do repolho até a terceira dose de uréia aplicada, depois observou-se um decréscimo (Figura 5), o mesmo aconteceu em relação ao potássio e ao silício (Figura 6 e 7)

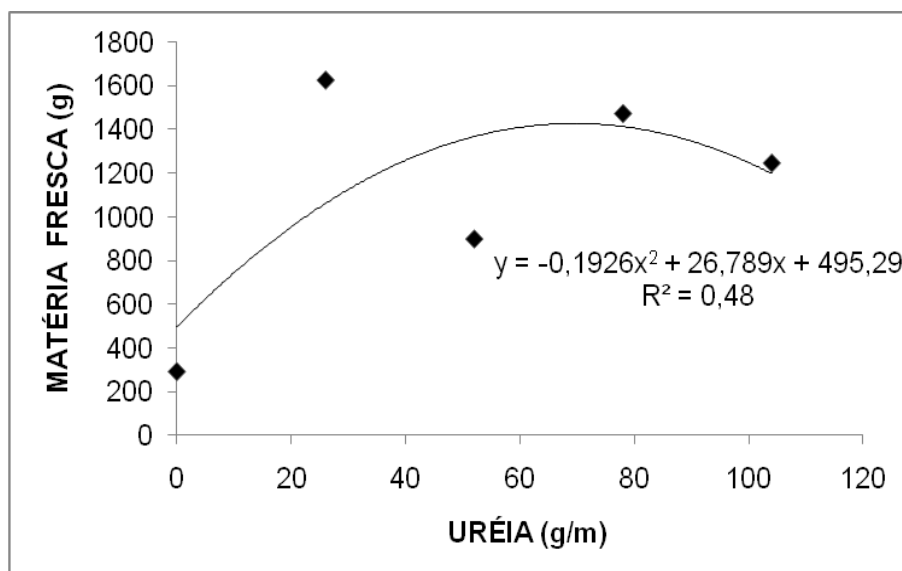


Figura 4: Relação entre doses crescentes de uréia e matéria fresca das cabeças de repolho. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

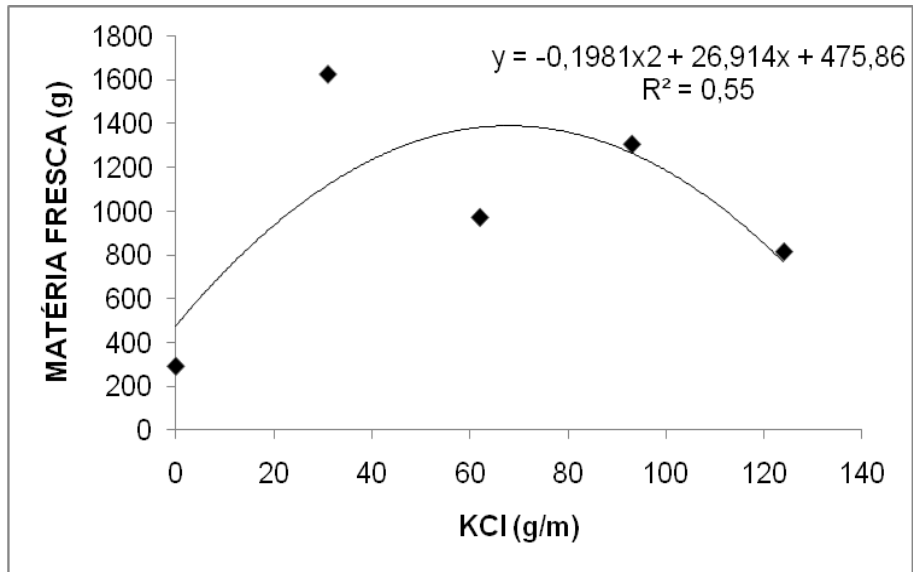


Figura 5: Relação de doses crescentes de cloreto de potássio e matéria fresca das cabeças de repolho. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

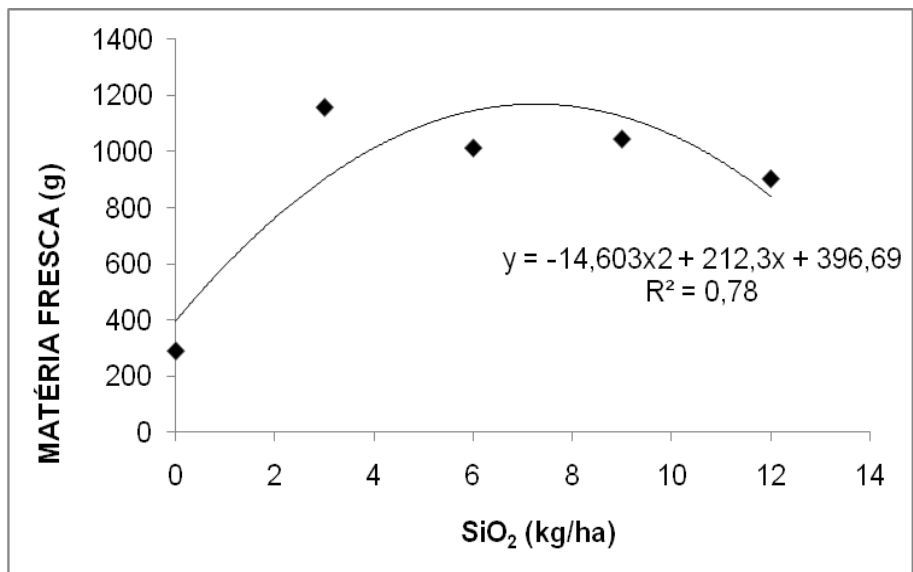


Figura 6: Relação entre doses crescentes de silício e matéria fresca das cabeças de repolho. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

Determinação do teor de açúcar total, proteína e nota atribuída no momento da colheita às plantas de repolho relacionadas aos danos da traça-das crucíferas

Foi observada diferença estatística significativa entre tratamentos para o teor de açúcar (Tabela 5). A testemunha apresentou menor valor, diferindo estatisticamente dos valores observados nos demais tratamentos. Ao relacionar o número de furos da traça com o teor de açúcar, considerando-se as doses crescentes de nitrogênio, potássio e silício, observou-se dependência média entre os fatores. Os coeficientes de determinação observados foram $R^2 = 0,58$, $R^2 = 0,65$ e $R^2 = 0,65$, respectivamente (Figuras 7, 8 e 9).

Tabela 5. Teor de açúcar e proteína em plantas de repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

Tratamentos	Teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$)	Teor de proteína (%)
TT**	9,32 a	23.68
CF	10,51 b*	16.48
QR	10,93 b	21.01
N1	10,66 b	20.46
N2	10,79 b	20.57
N3	10,61 b	21.41
K1	10,51 b	21.25
K2	10,57 b	22.46
K3	10,39 b	18.18
AS1	10,34 b	19.72
AS2	10,44 b	17.10
AS3	10,79 b	18.85
AS4	10,45 b	15.65
CV (%)	3,99	10,97

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ** TT: Testemunha; QR (g.m⁻¹ linear): 5,2 de uréia, 166 de SS, 6,2 de KCl (plantio); 5,2 de uréia, 0 de SS, 6,2 de KCl (primeira cobertura); 7,8 de uréia, 0 de SS, 9,3 de KCl (segunda e terceira coberturas); N1: 200% de N; N2: 300% de N; N3: 400% de N; K1: 200% de K; K2: 300% de K; K3: 400% de K; AS1: 3 kg.ha⁻¹ de Si; AS2: 6 kg.ha⁻¹ de Si; AS3: 9 kg.ha⁻¹ de Si; AS4: 12 kg.ha⁻¹ de Si. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

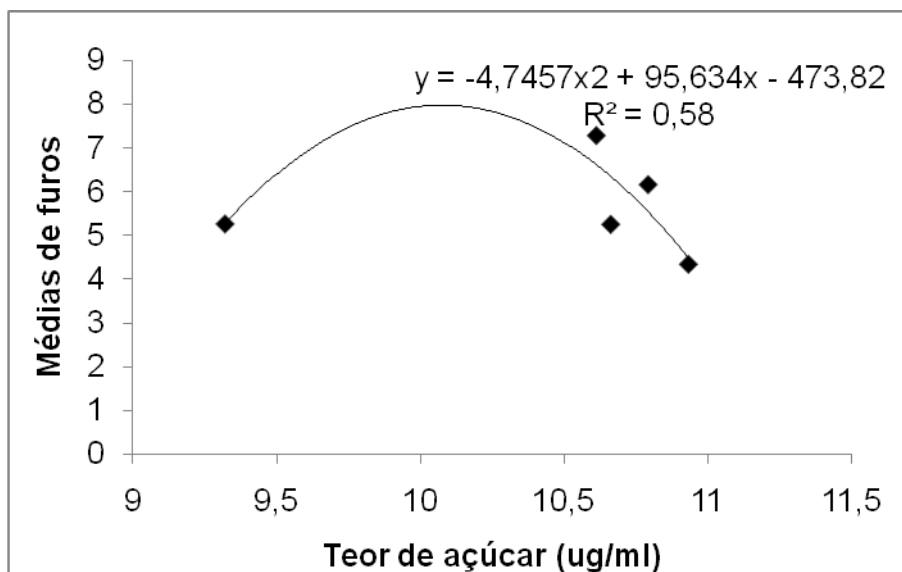


Figura 7: Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e as perfurações da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

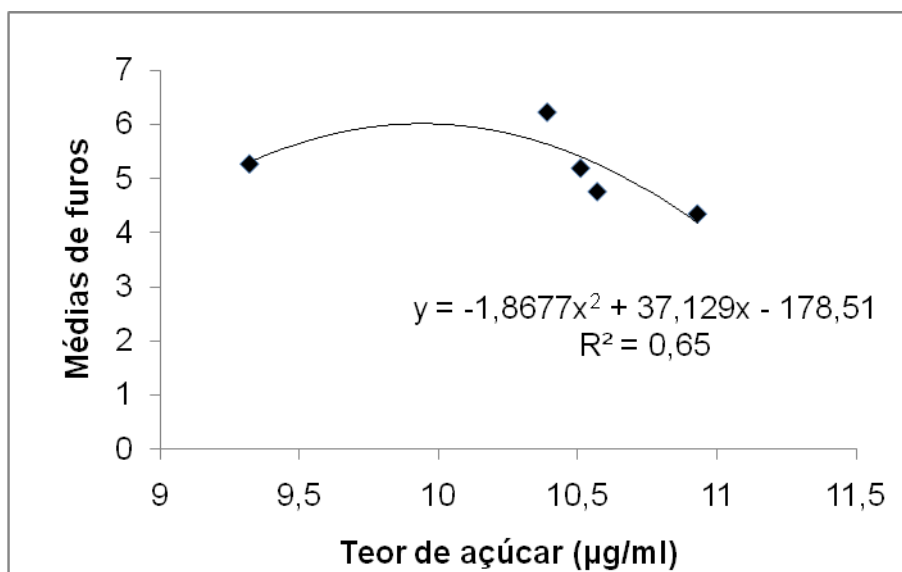


Figura 8: Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de potássio. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

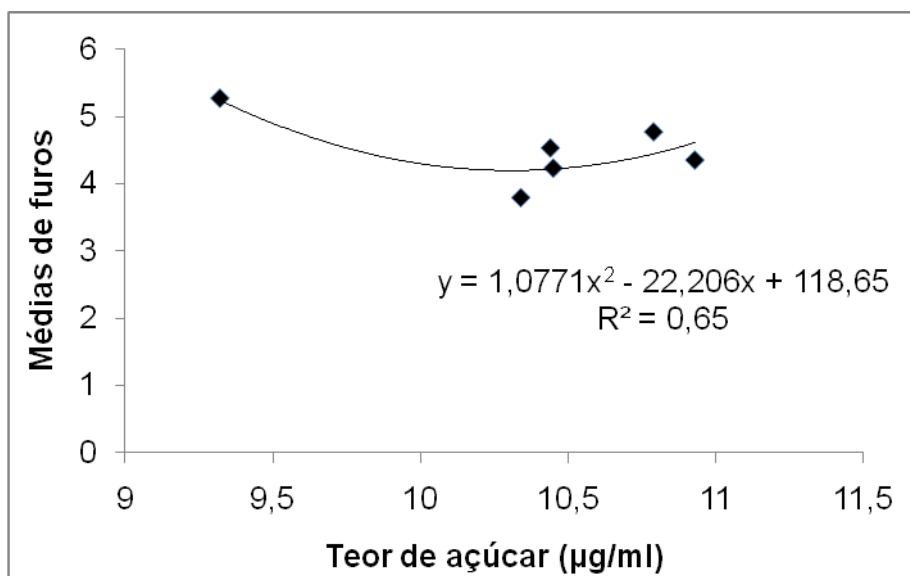


Figura 9: Correlação entre o teor de açúcar ($\mu\text{g/ml}$) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

Foi observado neste trabalho tendência de aumento dos danos da traça com adição de doses crescentes de nitrogênio às plantas e com o aumento do teor de açúcar. Porém, foi observado tendência de redução dos danos com o aumento do teor de açúcar quando as plantas receberam doses crescentes de potássio e silício. PANTALEÃO (2005) também observou que plantas de repolho submetidas à adubação nitrogenada em doses crescentes, apresentaram maior teor de açúcar e maiores danos da traça. No mesmo trabalho, a autora não chegou a uma conclusão sobre o efeito do potássio sobre a praga, muito embora também tenha observado tendência de redução dos danos com o aumento das doses de potássio.

GRAVINA (2008) encontrou resultado semelhante ao correlacionar o teor de açúcar e danos causados pela traça em plantas de repolho submetidas a diferentes doses de nitrogênio e potássio. Em seus trabalhos não foi possível determinar uma relação de dependência entre o teor de açúcar nas plantas e os danos causados pela traça.

Não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos para teor de proteínas (Tabela 5). Ao ser avaliada a relação entre o teor de proteína e o número de furos da traça, considerando-se a adição de nitrogênio,

potássio e silício, foi verificada tendência de aumento do número de furos à medida que ocorria aumento nas doses dos três elementos, sendo mais evidente quando se aumentou as doses de nitrogênio ($R^2 = 0,16$) e silício ($R^2 = 0,46$).

De acordo com os trabalhos realizados por CHABOUSSOU (1987), os adubos nitrogenados elevam o teor de nitrogênio solúvel nos tecidos da planta, tornando-as assim mais suscetíveis ao ataque de pragas. A adição de nitrogênio está diretamente relacionada à síntese de proteínas, sendo assim, quanto mais nitrogênio na planta, maior será a síntese de proteína pela planta e maior a presença de aminoácidos solúveis, fato que pode ter acarretado o aumento dos danos da traça

Recomendam-se mais estudos no sentido de elucidar a relação entre teor de açúcar e proteína e danos causados pela traça-das-crucíferas em repolho.

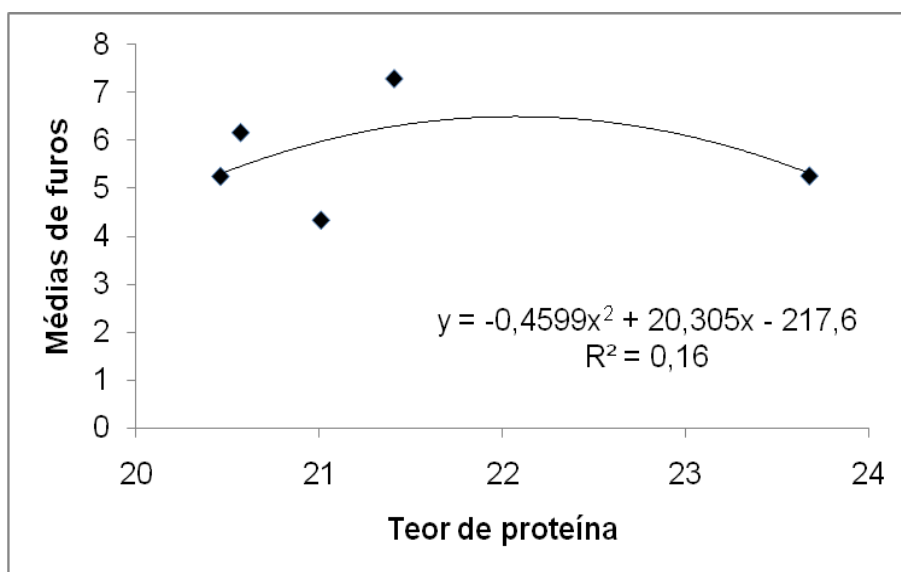


Figura 10: Correlação entre o teor de proteína (%) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de nitrogênio. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

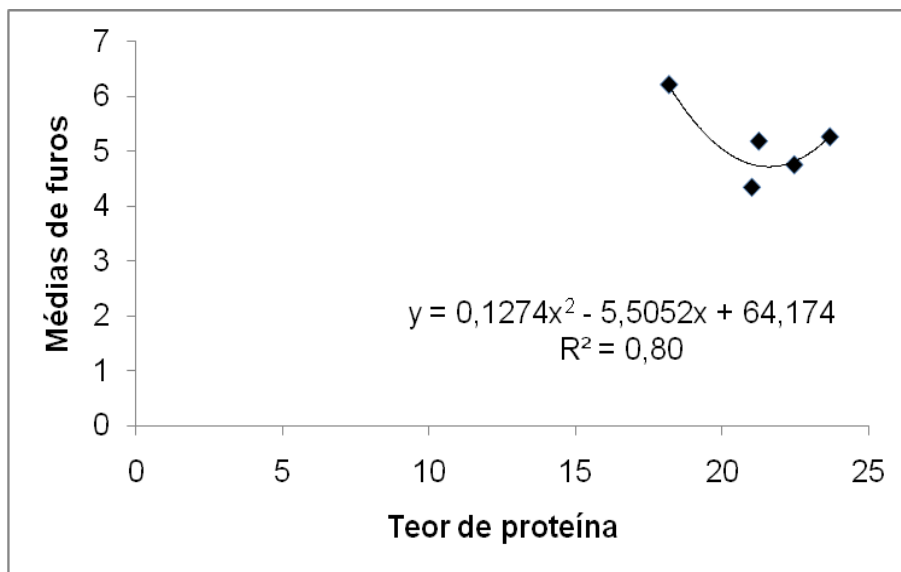


Figura 11: Correlação entre o teor de proteína (%) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de potássio. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

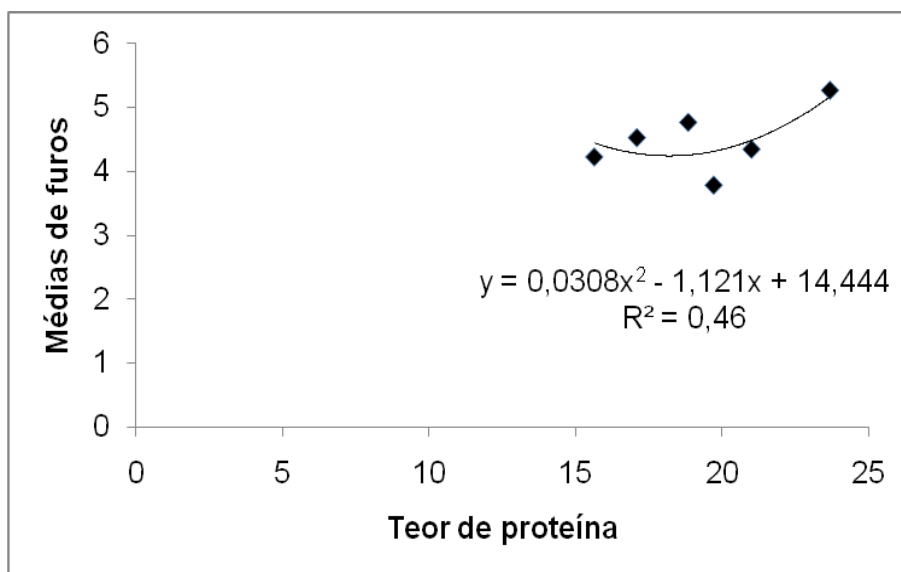


Figura 12: Correlação entre o teor de proteína (%) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília-DF. UnB-FAV, 2010.

Não foi observada diferença estatística significativa entre tratamentos para a nota atribuída às plantas de repolho no momento da colheita, levando-se em consideração os danos causados pela traça. As maiores médias foram observadas em plantas dos tratamentos TT (sem adubação), N1 (200% de N) e K3 (400% de K) que foram 1,97, 1,86 e 1,85 respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Média da nota atribuída às plantas de repolho no momento da colheita em plantas de repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília-DF, UnB-FAV, 2010.

Tratamentos	Nota
TT**	1,97 a*
CF	1,79 a
QR	1,72 a
N1	1,86 a
N2	1,80 a
N3	1,77 a
K1	1,81 a
K2	1,69 a
K3	1,85 a
AS1	1,68 a
AS2	1,82 a
AS3	1,81 a
AS4	1,73 a
CV (%)	6,84

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ** TT: Testemunha; QR (g.m⁻¹ linear): 5,2 de uréia, 166 de SS, 6,2 de KCl (plantio); 5,2 de uréia, 0 de SS, 6,2 de KCl (primeira cobertura); 7,8 de uréia, 0 de SS, 9,3 de KCl (segunda e terceira coberturas); N1: 200% de N; N2: 300% de N; N3: 400% de N; K1: 200% de K; K2: 300% de K; K3: 400% de K; AS1: 3 kg.ha⁻¹ de Si; AS2: 6 kg.ha⁻¹ de Si; AS3: 9 kg.ha⁻¹ de Si; AS4: 12 kg.ha⁻¹ de Si. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

Verificou-se que as relações observadas entre a média de perfurações e a nota atribuída nas diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício apresentaram dependência positiva média para nitrogênio ($R^2 = 0,51$) e potássio ($R^2 = 0,52$) e dependência positiva alta para silício ($R^2 = 0,95$).

Teor de matéria seca e teor de cinzas em plantas de repolho

Não foi observada diferença estatística significativa entre tratamentos para teor de matéria seca (Tabela 7). Já para o teor de cinzas observou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os maiores valores foram observados em plantas dos tratamentos QR (2,96), K3 (2,92) e K2 (2,85).

Alguns trabalhos relatam a relação entre o teor de matéria seca e o suprimento de nutrientes às plantas. Segundo HARA & SONODA (1979b), um fornecimento excessivo de N poderia resultar em um aumento no conteúdo de água em detrimento do acúmulo de matéria seca no tecido, proporcionando menor firmeza das cabeças de repolho. SONNEMBERG (1985) constatou que doses crescentes de nitrogênio resultaram na formação de cabeças de repolho fofas e leves devido ao alto teor de água no tecido e menor teor de matéria seca. Essa relação não foi observada neste experimento.

Segundo SILVA (1986), o efeito do potássio sobre a firmeza das plantas é um aspecto polêmico já que doses elevadas de K não têm mostrado resultados positivos.

Tabela 7. Teor de matéria seca e cinzas em plantas de repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) em função de diferentes doses de nitrogênio, potássio e silício. Brasília-DF, UnB-FAV, 2010.

Tratamentos	Matéria seca (%)	Cinzas (%)
TT**	3,54 a*	2,43 c
CF	4,23 a	2,67 d
QR	3,69 a	2,96 e
N1	3,78 a	1,54 b
N2	3,91 a	2,56 c
N3	3,76 a	2,73 d
K1	4,03 a	2,77 e
K2	3,87 a	2,85 e
K3	3,85 a	2,92 e
AS1	3,86 a	1,29 a
AS2	4,00 a	2,71 d
AS3	4,04 a	2,65 d
AS4	3,98 a	2,72 d
CV (%)	7,86	5,03

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ** TT: Testemunha; QR (g.m⁻¹ linear): 5,2 de uréia, 166 de SS, 6,2 de KCl (plantio); 5,2 de uréia, 0 de SS, 6,2 de KCl (primeira cobertura); 7,8 de uréia, 0 de SS, 9,3 de KCl (segunda e terceira coberturas); N1: 200%

de N; N2: 300% de N; N3: 400% de N; K1: 200% de K; K2: 300% de K; K3: 400% de K; AS1: 3 kg.ha⁻¹de Si; AS2: 6 kg.ha⁻¹de Si; AS3: 9 kg.ha⁻¹de Si; AS4: 12 kg.ha⁻¹de Si. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

Foi observada PEDERSON & ALBURY, citados por SILVA JUNIOR (1989), descreveram a composição química do repolho cru e encontraram que as cinzas são compostas por diversos elementos, entre eles o potássio. Segundo os autores, alto teor de cinzas indica a presença de potássio na planta, contribuindo para um maior espessamento das paredes celulares do esclerênquima, tornando a planta mais resistente à ação da praga em questão.

Os tratamentos com os maiores níveis de potássio apresentaram também alto teor de cinzas, mas esse fator parece não ter interferido de forma decisiva na redução dos danos da traça. Ao ser avaliada a relação entre os danos da traça com o teor de cinzas em plantas submetidas a níveis crescentes de potássio observou-se que com o aumento das doses de potássio aumentaram também os danos causados pela traça ($R^2 = 0,22$). Resultado semelhante foi observado quando foram utilizadas doses crescentes de nitrogênio ($R^2 = 0,01$). Não foi observada uma relação de dependência entre as variáveis.

No caso do silício, observou-se redução significativa no número de furos causados pela traça na medida em que se observava aumento no teor de cinzas (Figura 13). Acredita-se que esse efeito tenha sido provocado pela ação do silício, atuando como barreira física ao inseto e impedindo a alimentação.

Em trigo, COSTA & MORAES (2006), observaram que a aplicação de silício diminuiu o número de ninfas de *Schizaphis graminum* (Rond.) em até 80% e a taxa de crescimento populacional em torno de 25%.

DJAMIN & PATHAK (1967), trabalhando com arroz observou que a resistência das plantas à broca-do-colmo (*Chilo suppressalis*) foi positivamente correlacionada com o teor de silício, determinado em 20 variedades. SUWANT *et al.*, (1994), para a lagarta-amarela-do-colmo (*Scirpophaga incertulas*), encontrou respostas semelhantes com a adição de 2 kg de casca de arroz carbonizada (rica em silício) por metro quadrado de canteiro.

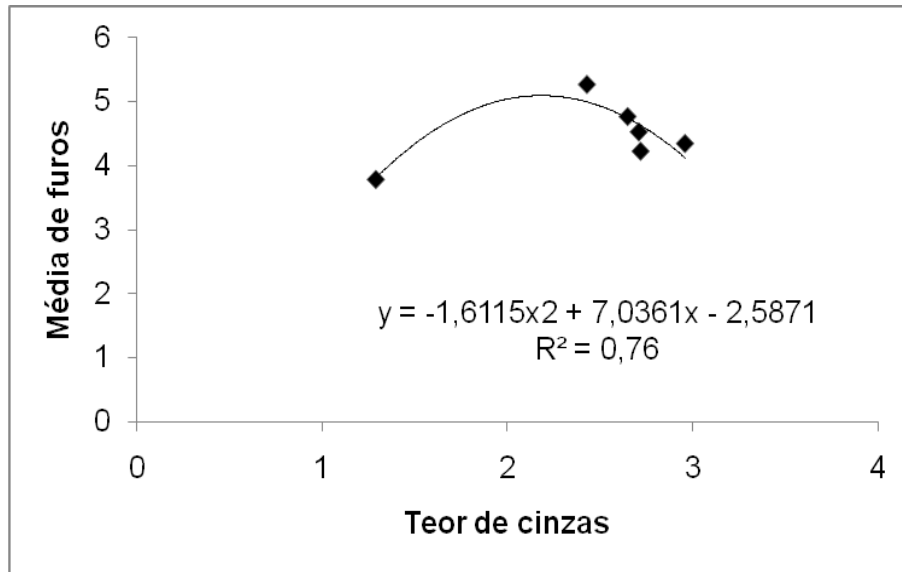


Figura 13: Correlação entre o teor de cinzas (%) e os furos da Traça-das-crucíferas em repolho, em função de diferentes doses de silício. Brasília-DF, UnB-FAV, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A adubação corretiva se mostrou eficiente por proporcionar uma produção satisfatória e menores injúrias causadas pela traça;
- Doses crescentes de nitrogênio favoreceram o ataque da *Plutella xylostella* L em plantas de repolho, evidenciando a necessidade de cautela nas adubações;
- A adubação orgânica proporcionou a formação de plantas com cabeças firmes e com poucas injúrias;
- Houve um decréscimo no número de perfurações causadas pela traça à medida que se aumentou o teor de silício. No entanto, são necessários estudos mais aprofundados sobre os mecanismos de atuação do silício e sobre como esse elemento pode vir a auxiliar no controle da praga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELO BRANCO, M; VILLAS BOAS, G.L; FRANÇA, F.H. **Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.2, p.154-157, nov. 1999.

CAMARGO, J.M.M. **Efeito da aplicação de nitrogênio e silício em plantas de Pinus taeda L. (Pinaceae) na performance do pulgão-ginante-do-pinus, Cinara atlântica (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae).** Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Tese de Mestrado. P 102, 2007.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxico** (A teoria da trofobiose). Porto Alegre: L&PM. 253 p. 1987.

COSTA, R.R.; MORAES, J.C.; ANTUNES.C.S. **Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.2, p.393-397, mar/abr. 2006.

DJAMIN, A. & M.D. PATHAK. 1967. **Role of silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties.** *J. Econ. Entomol.* 60: 347-351.

DUBOIS, M; GILLES, K.A; HAMILTON, J.K; EBERS, P.A; SMITH, F. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** *Analytical chemistry*, v. 28, p. 350-356, 1956.

EPSTEIN, E. **Silicon in plants, facts vs. Concepts.** In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 1, 1999, Fort Lauderdale. Proceedings... Fort Lauderdale, Florida: University of Florida, p. 3. 1999.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL, FAEPE, 227p, 1994.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª edição revista e ampliada.** Viçosa: UFV, 412p, 2003.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S. **Uso de silício como indutor de resistência em batata e *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae).** Neotropical Entomology, Londrina, v.37, n.2, p.185-190, mar/abr. 2008.

GRAVINA, C.S; JUNQUEIRA A.M.R; RODRIGUES, C.S. **Adubação e incidência da traça-das-crucíferas em plantas de repolho.** Brasília. Monografia. P80. 2008

HARA, T; SONODA, Y. **The role of macronutrients for cabbage-head formation. I contribution to cabbage-head of nitrogen, phosphorus or potassium supplied at different growth stages.** Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, 25: 113- 120p, 1979b.

JONES, F.G.W. **Pest, resistance and fertilizers: fertilizer use and plant health.** In: Coll International Potash Institute, 12., Bern. Proceedings. Bern. 1991.

LEITE, G.L.D; COSTA, C.A; ALMEIDA, C.I.M; PIKANÇO, M. **Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.3, jul.-set, 2003.

MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações.** Piracicaba, Potafos, 319 p. 1997.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: metais pesados, mitos, mistificações e fatos.** Piracicaba: Produquímica, 153p. 1994.

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plants.** New York: Academic Press. 889p. 1995.

OLIVEIRA, A.T; JUNQUEIRA, A.M.R.; FRANÇA, F.H. **Impacto da irrigação por aspersão convencional na dinâmica populacional da traça das crucíferas em plantas de repolho.** *Horticultura Brasileira*. Brasília, V.18, n 1. p 37-40. 2000.

PANIZZI AR; PARRA, JRP. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole. 359p. 1991.

PANTALEÃO, D.C. **Incidência da traça-das-crucíferas em repolho em função da adubação nitrogenada e potássica.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília. Tese de mestrado. P.70, 2005.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 8a. ed., São Paulo, Nobel, 430p. 1978.

RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação.** Viçosa: UFV. 359p. 1999.

SANTOS, M. C. **Efeito de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência da Traça-do-tomateiro, Pinta-preta e produtividade do tomate industrial.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília. Tese de mestrado. P.74, 2008.

SILVA FC. **Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 324p. 1998.

SILVA JÚNIOR, A. M. **Repolho: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia.** Florianópolis: EMPASC, 295p. 1989.

SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial, 2ª parte: As culturas de repolho, couve-flor, brócolo, couve, rabanete e rábano, beterraba, feijão-vagem, quiabo, pimentão, abóbora, melancia, chuchu e pepino.** 2ª edição. Goiânia, 1985.

CAPÍTULO 2

Efeito do silício na preferência alimentar e em características morfológicas da traça-das-crucíferas.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do silício em alguns aspectos da biologia da traça-das-crucíferas. Utilizou-se escória silicatada com 23% de Si como fonte do elemento nos tratamentos. Os ensaios foram conduzidos nas dependências do Laboratório de Entomologia – Embrapa Hortaliças, de março a agosto de 2009. Foram utilizados discos foliares de repolho cultivar Kenzan, mergulhados em soluções contendo 3, 6, 9 e 12 kg.ha⁻¹ de silício. Os discos com silício foram oferecidos a lagartas da traça-das-crucíferas provenientes de criação artificial. Avaliou-se a preferência alimentar, mortalidade após 24 horas e desgaste da mandíbula de lagartas de segundo instar. Houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas. Para preferência alimentar, foi observada diferença estatística significativa apenas para as observações realizadas entre 4 e 8 horas após o início do ensaio. Os tratamentos que exerceram maior atração sobre as lagartas foram aqueles com maior dose de silício. O maior número de lagartas mortas foi verificado no tratamento com maior teor de silício. Verificou-se que todos os tratamentos com silício apresentaram significativo desgaste das mandíbulas quando comparado ao tratamento testemunha, sem silício. O silício alterou a anatomia da mandíbula, ocasionando maior mortalidade e, portanto, apresenta potencial de uso como ferramenta auxiliar no manejo da praga.

PALAVRAS-CHAVE: *Plutella xylostella* L; *Brassica oleracea* var. *capitata*; silício, preferência alimentar; mortalidade, controle

Effect of silicon on feeding preference, worm's mortality, jaws mandibles anatomy and its potential as a tool for integrated pest management

ABSTRACT

The research was carried out in order to evaluate the effect of silicon in some biological aspects of diamondback moth in cabbage plants. Silicon slag with 23% of Si was used as source of silicon for all treatments. The trials were carried out at Embrapa Hortaliças – Entomology Laboratory, from March to August 2009. Cabbage leaves were cut in small discs and soaked in silicon solutions with 3, 6, 9 and 12 kg.ha⁻¹ of silicon. The discs were offered to worms of diamondback moth grown under artificial conditions. Feeding preference, mortality and jaws mandibles' damages were evaluated. It was observed statistical difference among treatments for all parameters. For feeding preference, it was observed statistical differences only for observations made between 4 a 8 hours. The treatment that was more attractive for the insects was that with the highest dose of silicon. The treatment with more silicon was also the one with more dead worms. All treatments with silicon damaged insect jaws mandibles compared to the control, without silicon. Silicon altered insect behavior, increased mortality and damaged jaws mandibles and therefore has potential to be used as a tool in the control of the insect.

KEYWORDS: *Plutella xylostella* L; *Brassica oleracea* var. *capitata*; silicon, feeding preference; mortality; control

INTRODUÇÃO

A cultura do repolho tem como principal praga a traça-das-crucíferas. Segundo BARROS *et al.*, (1993), em períodos de alta infestação, o padrão alimentar das lagartas pode ocasionar prejuízos de até 100% na colheita. As lagartas a partir do segundo estágio perfuram as folhas do repolho, diminuindo o valor comercial do produto.

A principal forma de controle tem sido o controle químico (VILLAS BOAS *et al.*, 1990). Entretanto, muitos inseticidas vêm sofrendo restrições de uso devido à toxicidade ao homem e ao meio ambiente e a seleção de populações resistentes, dificultando o manejo da cultura.

Em geral, utiliza-se grande número de aplicações de inseticidas por ciclo da cultura, podendo chegar a vinte aplicações, independente da presença da praga no campo (SAMPSON, 1992). Segundo CASTELO BRANCO (2001), no Brasil foi observado que o número de aplicações de inseticidas pode variar de uma a quatro por semana.

Tem sido observado nos últimos anos crescente interesse por práticas de manejo que possam contribuir para aumentar a resistência da planta e possibilitar o emprego do manejo integrado de pragas, reduzindo substancialmente a aplicação de agrotóxicos. De acordo com MARSCHENER (1995) e EPSTEIN (1999), a utilização de silício poderá contribuir para o manejo de pragas como ferramenta complementar ao manejo integrado.

Pesquisas recentes demonstram que o silício mesmo não sendo considerado um elemento essencial para as plantas vem contribuindo para o controle de insetos-praga. DJAMIN & PATHAK (1967), trabalhando com vinte variedades de arroz, constataram que a resistência das plantas à broca-do-colmo *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) foi maior com o aumento do teor de silício na planta. CARVALHO *et al.*, (1999) observaram redução na preferência e reprodução do pulgão-verde *Schizaphis graminum* na presença de silício. GOUSSAIN *et al.* (2002) verificaram efeito significativo do silício na mortalidade de lagartas do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)) ao final do segundo instar alimentadas com folhas de plantas que receberam este mineral.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do silício em algumas características biológicas da traça-das-crucíferas e seu potencial como ferramenta de apoio no manejo integrado da praga na cultura do repolho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na Embrapa Hortaliças de março a agosto de 2009. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e dez repetições. Os tratamentos constituíram-se de: TT (testemunha sem silício), AS1 (3 kg.ha⁻¹de silício), AS2 (6 kg.ha⁻¹de silício), AS3 (9 kg.ha⁻¹de silício), AS4 (12 kg.ha⁻¹de silício). Foram retirados discos de folhas de repolho cultivar Kenzan cultivadas em vasos de 5 litros contendo substrato com a seguinte formulação: 2 partes de solo virgem, 1 parte de casca de arroz carbonizada, 5 partes de calcário, 10 partes de super simples e 2 partes de sulfato de amônia que em seguida passou pelo autoclave. Os discos foram retirados 40 dias após o transplante das mudas, submersos em soluções contendo silício, mantidos em temperatura ambiente por 30 minutos para secagem e, em seguida, oferecidos às lagartas de segundo ínstar da praga. Como fonte de silício utilizou-se a escória Agrosilício da Recmix (23% de SiO₂, 36% de CaO e 6% de MgO – PRNT de 65,36%) que foi dissolvido em água. Foram avaliadas as seguintes características: preferência das lagartas, mortalidade de lagartas e desgaste de mandíbula.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Criação da traça-das-crucíferas em laboratório

A produção massal do inseto ocorreu no Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças com o objetivo de fornecer insetos em grande quantidade para a realização dos bioensaios. As etapas necessárias para instalação e manutenção dessa criação estão descritas a seguir.

Durante o mês de abril do ano de 2009, em áreas de produção de repolho situadas na Vargem Bonita, Distrito Federal, foram realizadas coletas de folhas de repolho com a finalidade de coletar lagartas e pupas. As folhas e insetos

coletados foram levados ao laboratório onde se procedeu a triagem para separação de larvas e pupas encontradas. Ao término dessa etapa, as pupas foram mantidas em gaiola até a emergência dos adultos e as lagartas foram colocadas em recipientes menores e alimentadas com folhas de repolho.

Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, renovada a cada dois dias. As folhas de repolho foram fornecidas aos adultos para a postura servindo também como abrigo para as mariposas e foram trocadas a cada dois dias. Essas folhas foram transferidas diariamente para recipiente de vidro. Após a eclosão das larvas, foram ofertadas folhas de repolho novas. Este procedimento foi o mesmo durante os quatro instares larvais. As folhas velhas e os resíduos foram descartados para evitar contaminação por microorganismos e outros organismos oportunistas.

Teste de Preferência Alimentar

Nos testes de preferência alimentar, com chance de escolha, utilizaram-se placas de petri, com 15 cm de diâmetro, dispendo-se, de maneira circular, um disco de 2 cm de folha de repolho oriundo de cada tratamento, totalizando cinco discos por placa e 10 placas (10 repetições). Para obtenção dos discos utilizou-se um vazador de 2 cm de diâmetro. No centro da placa foram liberadas 10 lagartas da traça, de segundo ínstar, avaliando-se o número de lagartas presentes em cada disco ao finalizar o tempo pré-determinado.

Mortalidade de lagartas de *Plutella xylostella* L.

Para avaliar a mortalidade de lagartas utilizou-se discos de folhas de repolho de 9 cm tratados com silício e colocados em placas de petri de 9 cm. Os discos foram mergulhados nas soluções contendo silício, secos à temperatura ambiente por 30 minutos e oferecidos às lagartas em seguida. Cada placa foi considerada como uma parcela, tendo-se 10 repetições. As lagartas permaneceram nas placas por 24 horas. Após esse período, avaliou-se o número de lagartas mortas.

Desgaste de mandíbula de lagartas de *Plutella xylostella* L.

Para avaliar o desgaste da mandíbula sob efeito do silício, foram utilizadas folhas de repolho com e sem aplicação de silício para alimentação das lagartas de 2º instar. Foram utilizados discos de folhas de repolho que foram dispostos em placas de petri de 9 cm, os discos foram mergulhados nas diferentes soluções de silício e depois de secarem à temperatura ambiente por meia hora foram oferecidos às lagartas. Em cada placa colocou-se 10 lagartas de 2º instar, em um total de 10 repetições. Após 24 horas, foram retiradas 5 lagartas para proceder as avaliações. As lagartas foram decapitadas, com auxílio de um estilete e microscópio, as mandíbulas foram retiradas e colocadas em solução de paraformaldeído a 4%. Posteriormente as mandíbulas foram levadas para o Laboratório de Microscopia eletrônica da Universidade de Brasília e fixadas com auxílio de uma fita adesiva dupla face em porta-espécime conhecido como “stub” (disco metálico de latão de 12 cm de diâmetro). As amostras montadas nos “stubs” sofreram processo de metalização, cobertura com ouro. Após esse processo, as amostras foram levadas ao aparelho de microscopia eletrônica de varredura, no qual se registrou o desgaste da região da mandíbula através de fotografias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de Preferência Alimentar

Não foi observada diferença estatística significativa entre tratamentos para o número de lagartas sobre os discos de repolho, após 2 horas da liberação das lagartas, possivelmente, em função do pequeno intervalo de tempo entre a liberação e avaliação (Tabela 1). Nas avaliações feitas após 4, 6 e 8 horas constatou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos. O tratamento que exerceu maior atração sobre as lagartas foi o tratamento com a dose mais alta de silício, 12 kg.ha⁻¹.

Tabela 1. Número de lagartas de *Plutella xylostella* L. em discos foliares de repolho cv. Kenzan (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) em função de diferentes doses de silício em teste de livre escolha. Brasília–DF, UnB-FAV, 2010.

Tratamento/ Horas	Nº de lagartas			
	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas
TT**	1,46 a*	1,32 a	1,19 a	1,28 a
AS1	1,57 a	1,48 a	1,33 a	1,40 a
AS2	1,73 a	1,59 a	1,54 a	1,58 a
AS3	1,73 a	1,69 a	1,61 a	1,68 a
AS4	1,79 a	2,24 b	2,48 b	2,59 b
CV (%)	34,21	23,95	13,85	21,57

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$. ** TT: Testemunha (sem silício); AS1: 3 kg.ha⁻¹ de Si; AS2: 6 kg.ha⁻¹ de Si; AS3: 9 kg.ha⁻¹ de Si; AS4: 12 kg.ha⁻¹ de Si.

Observações visuais mostraram que as folhas que receberam silício foram mais atrativas às lagartas, porém menos consumidas. A atratividade pode ter ocorrido devido aos outros componentes que constituem o material usado como fonte de silício. Um produto que atrai e ao mesmo dificulta a alimentação apresenta potencial de controle. Recomendam-se mais estudos no sentido de elucidar todos os mecanismos envolvidos nesse processo e como a utilização do produto poderia contribuir no manejo da praga.

Mortalidade de lagartas de *Plutella xylostella* L.

Foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos em relação a mortalidade de lagartas. À medida que aumentou a dose de silício aumentou a mortalidade de lagartas da traça (Figura 1). Acredita-se que a maior deposição dos cristais de silício nos discos de folhas de repolho, tenha sido a principal razão da maior mortalidade nos tratamentos com maior dose de silício (Figuras 3, 4, 5 e 6)

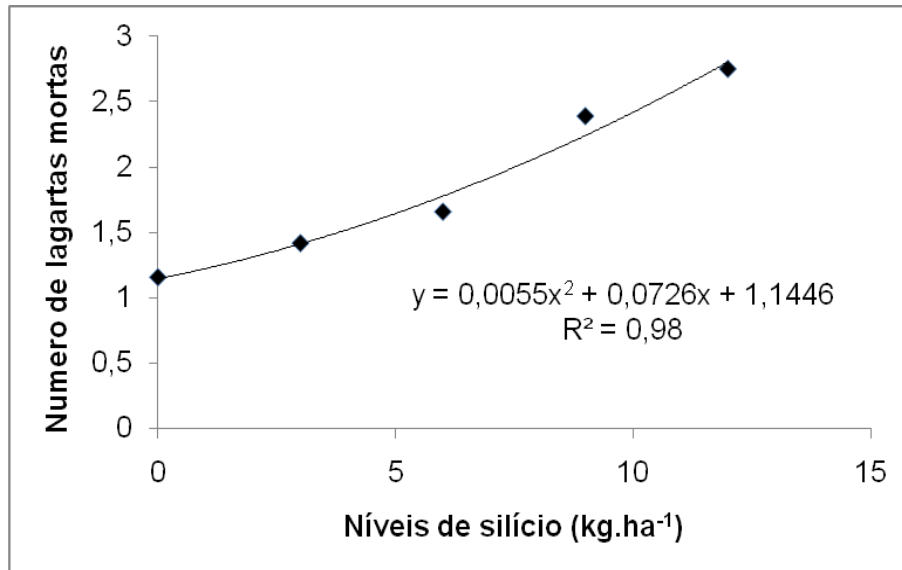


Figura 1: Número de lagartas de *Plutella xylostella* L. mortas após 24 horas sobre discos de folha de repolho tratados com silício. Brasília–DF, UnB-FAV, 2010.

GOUSSAIN *et al* (2002) verificaram efeito significativo do silício na mortalidade da lagarta-do-cartucho do milho, ao final do 2^o ínstar, ao serem alimentadas com folhas provenientes de plantas que receberam esse mineral.

Desgaste de mandíbula de lagartas de *Plutella xylostella* L.

Foi observado acentuado desgaste nas mandíbulas das lagartas submetidas às doses mais altas de silício (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6). Verificou-se que o desgaste foi se acentuando em função das doses crescentes de silício. Por outro lado, foi verificado que mesmo em doses menores, como 3,0 e 6,0 kg.ha⁻¹ de silício houve dano à mandíbula, de onde se deduz que não seriam necessárias doses muito altas para se obter o resultado desejado, reduzindo custos e riscos de contaminação.

GOUSSAIN *et al.*, (2002) observou que mandíbulas de lagartas de *Spodoptera frugiperda* nos seis instares larvais alimentadas com folhas de milho tratadas com silício, apresentaram desgaste acentuado na região incisora da mandíbula.

DJAMIN & PATHAK (1967) verificaram que a resistência de tecidos vegetais foi correlacionada com o teor de silício em 20 variedades de arroz. Os autores observaram redução na taxa de alimentação e aumento da mortalidade da broca-do-colmo em plantas com maiores teores de silício, sendo que a mortalidade foi devido, provavelmente, ao excessivo desgaste da região incisora da mandíbula das lagartas.

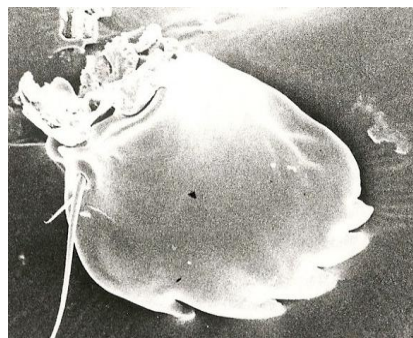
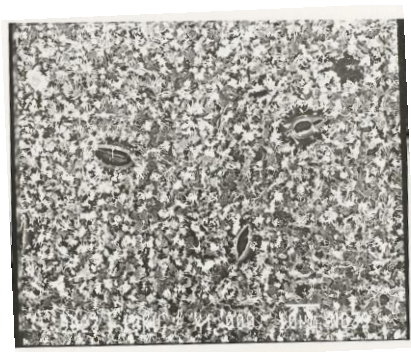


Figura 2: Ausência de cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento sem silício. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

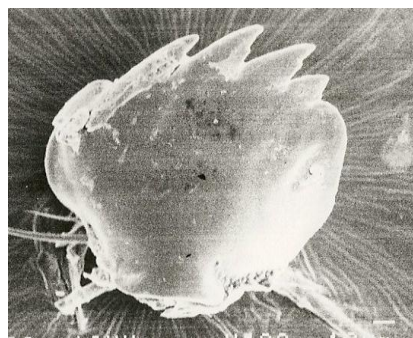
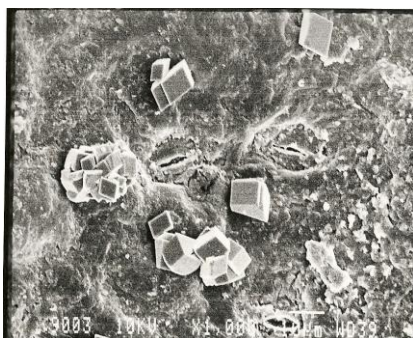


Figura 3: Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 3 kg.ha⁻¹ de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

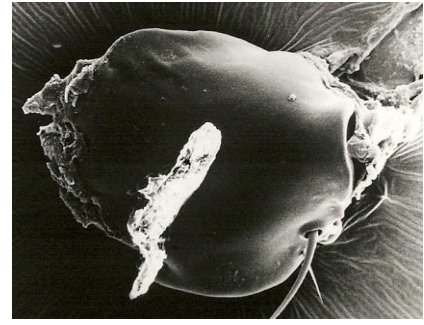
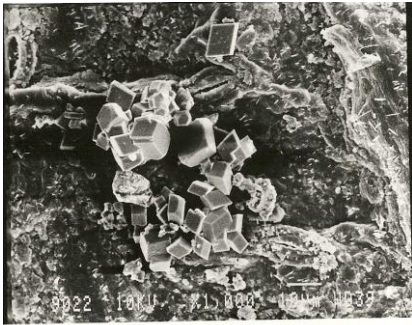


Figura 4: Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 6 kg.ha^{-1} de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

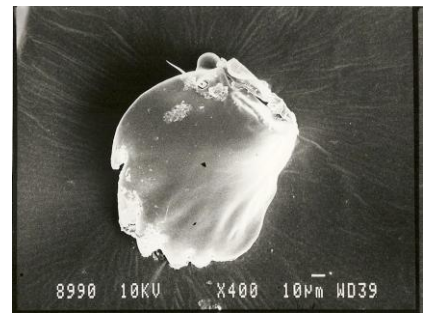


Figura 5: Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 9 kg.ha^{-1} de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

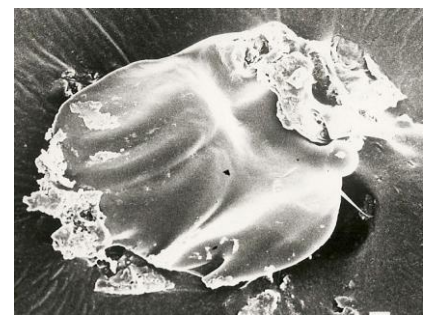
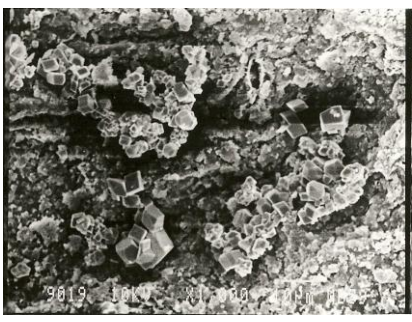


Figura 6: Cristais de silício depositados em folha de repolho e mandíbula de lagartas submetida ao tratamento com 12 kg.ha^{-1} de Si. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O silício interferiu na preferência alimentar da praga, aumentou a mortalidade de lagartas e alterou a anatomia da mandíbula, dificultando a alimentação. Por essas características, acredita-se que o mineral tenha potencial de uso no manejo da praga e seu emprego possa reduzir o uso de agrotóxicos no controle da traça-das-crucíferas em repolho.
- Recomendam-se mais estudos para que sejam elucidados diversos aspectos envolvidos na utilização do silício, sejam eles agronômicos, econômicos, ambientais para que possam ser elaboradas estratégias de manejo que sejam ambientalmente corretas, de fácil entendimento e aplicação pelos produtores rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS,R.; ALBERTO JUNIOR,I.B.; SOUZA,A.C.F.; LOPES,V. Controle químico da traçadas crucíferas, *Plutella xylostella*(L.) (Lepdoptera: Plutellidae), em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.22, n.3, p.436-439, 1993.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. **Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae)**. In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: v. 28, n. 3, 1999. p. 505-510.

DJAMIN, A. & M.D. PATHAK. 1967. **Role of silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties**. J. Econ. Entomol. 60: 347-351.

EIGENBRODE, S. D.; SHELTON, A. M.; DICKSON, M. H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 19, n.4, p. 1086-1090, 1990.

EPSTEIN, E. **Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 50:641-664. 1999.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. C.; NOGUEIRA, N. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico de lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, May/June 2002.

GUPTA, P. D.; THORSTEINSON, A. J. Food plant relationships of the diamondback moth (*Plutella maculipennis* (Curt)). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 3, n. 3, p. 241–250, 1960.

KORNDÖRFER, G. A.; DATNOFF, L. E. **Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças de cana-de-açúcar e do arroz.** Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 70, p. 1-5, jun. 1995.

LARA, F. M. **Princípios de entomologia.** 3ªed. São Paulo: Ícone, 1992. 331p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 887 p.

MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; BASAGLI, M. A. B.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; SAMPAIO, M. V. Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the Gressnbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 619-624, 2004.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991. 359p.

SAMPSON, C. **Producción de repollo en Belice:** programa de investigación para el control de la palomilla dorso de diamante. *Cerba*, v.33, p.623-628, 1992.

SPENCER, J. L. Waxes enhance *Plutella xylostella* oviposition in response to sinigrina and cabbage homogenates. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 81, n. 2, p.165-173, 1996.

VILLAS BÔAS, G.L, CASTELO BRANCO, M, MEDEIROS, M.A, MONNERAT, R.G, FRANÇA, F.H. Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas e impactos sobre a população natural de parasitóides. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.696-699, out-dez, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca de novas tecnologias de controle de pragas visando a diminuição de contaminantes tem sido intensa. Nesse contexto o emprego da nutrição mineral de plantas com níveis de adubação ótimos tem se mostrado com grande potencial para diminuir o uso excessivo de agroquímicos obtendo-se assim plantas mais saudáveis e vigorosas além de preservar a saúde humana. O emprego do silício no controle de pragas agindo como barreira física tem se mostrado uma técnica promissora para utilização no manejo integrado de pragas, sendo necessários estudos mais aprofundados principalmente em relação a doses recomendadas para as diversas olerícolas dentre elas o repolho, técnicas de aplicação e impactos econômicos e ambientais.

ANEXO: Concentração foliar de nutrientes. Brasília – DF. UnB – FAV – NUCOMP, 2010.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn	Cu
TT**	6,51b	2,25a	5,21a*	2,38a	1,70a	3,30b	6,78a	6,24a	7,14a	2,64a	1,73a
CF	6,20a	2,28b	5,25a	2,50a	1,80a	3,23b	7,29a	6,13a	11,43a	3,98b	1,73a
QR	6,01a	2,33b	5,51a	2,41a	1,82a	2,84a	7,21a	6,25a	9,12a	3,59b	2,49a
N1	6,67b	2,34b	5,35a	2,68a	1,78a	3,35b	6,99a	6,66a	9,38a	4,52b	1,86a
N2	6,38b	2,24a	5,16a	2,46a	1,71a	3,19b	7,73a	6,14a	8,12a	4,31b	1,79a
N3	6,42b	2,22a	4,90a	2,41a	1,65a	3,08b	7,69a	6,08a	8,20a	4,23b	1,73a
K1	6,32b	2,29b	5,29a	2,47a	1,73a	3,26b	8,04a	6,55a	9,65a	4,28b	1,73a
K2	6,04a	2,22a	5,10a	2,55a	1,78a	3,13b	7,31a	5,76a	7,74a	4,11b	1,65a
K3	6,31b	2,27b	5,38a	2,53a	1,71a	3,25b	6,82a	6,19a	8,22a	4,07b	1,73a
AS1	5,84a	2,16a	5,10a	2,44a	1,76a	3,09b	6,56a	5,82a	7,68a	3,66b	1,73a
AS2	6,21a	2,21a	5,11a	2,42a	1,70a	3,21b	7,20a	6,20a	8,97a	4,07b	1,73a
AS3	6,12a	2,20a	5,13a	2,37a	1,72a	3,17b	6,01a	5,93a	8,69a	3,81b	1,73a
AS4	5,87a	2,19a	5,08a	2,54a	1,76a	3,18b	6,58a	5,88a	7,30a	3,79b	1,73a
CV (%)	4,65	3,17	4,80	5,03	4,19	4,13	10,66	5,42	17,63	10,12	23,80

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

** TT: Testemunha (sem adubação química); QR (g.m⁻¹ linear): Adubação química recomendada conforme a análise do solo; N1: 200% de N; N2: 300% de N; N3: 400% de N; K1: 200% de K; K2: 300% de K; K3: 400% de K; AS1: 3 kg.ha⁻¹ de Si; AS2: 6 kg.ha⁻¹ de Si; AS3: 9 kg.ha⁻¹ de Si; AS4: 12 kg.ha⁻¹ de Si.