

**REINILDES SILVA FILHO**

**MECANISMOS DE AÇÃO DA COBERTURA MORTA  
SOBRE POPULAÇÕES DE PULGÕES (HOMOPTERA,  
APHIDIDAE) EM COUVE.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002**

# **REINILDES SILVA FILHO**

## **MECANISMOS DE AÇÃO DA COBERTURA MORTA SOBRE POPULAÇÕES DE PULGÕES (HOMOPTERA, APHIDIDAE) EM COUVE.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pos-Graduação em Entomologia, para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**APROVADA: 30 de agosto de 2002.**

---

**Prof. Og Francisco Fonseca de Souza**  
(Conselheiro)

---

**Prof. Germano Leão Demolin Leite**  
(Conselheiro)

---

**Prof. Paulo Cesar Rodrigues Cassino**

---

**Prof. Marcelo Coutinho Picanço**

---

**Prof. Ricardo Henrique Silva Santos**  
(Orientador)

**Aos meus pais, a minha mãe Lúdia Santana Silva (*in memoriam*).**

**Aos meus irmãos.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção, pela saúde e pela luz que guia meus caminhos.

Aos meus irmãos Maria José, Rosa Maria, Robson, Rosineide, Rozângela, Ronaldo (*in memoriam*), Rinaldo, Fernando e Otávio, e a meus sobrinhos, por tudo que são e pelo que significam para mim.

Ao Professor Paulo Cesar Rodrigues Cassino, pelos ensinamentos, pela amizade, pelo companheirismo, pela dedicação, e por minha introdução na vida acadêmica em Entomologia, pelos ensinamentos espirituais, e acima de tudo, pelo amor fraterno sempre presente na minha vida.

Aos Professores Ricardo Henrique Silva Santos, Og Francisco Fonseca de Souza e Germano Leão Demolin Leite, pela amizade, orientação e ensinamentos valiosos, e sugestões na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa e auxílios concedidos.

Aos Doutores Otávio Raimundo Fonseca Azevedo, Paulo Roberto Ramalho Silva e Solange São Paulo de Souza pela amizade, ensinamentos e companheirismo.

A senhora Dalva Ramalho Silva (*in memoriam*) pela amizade, pelo afeto, e, principalmente, pela participação na minha inscrição.

A Carla Galbiati pela amizade, dedicação e inestimável colaboração.

A Mariana Laura de Bittencourt Brant Corrêa pela amizade, pelos ensinamentos, pela colaboração e pela dedicação.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Marcelo Coutinho Picanço pela colaboração.

A Cláudio Henrique Pereira e William Costa Rodrigues pela amizade, pelos ensinamentos e companheirismo.

A Maria Paula da Costa, secretária do Programa de Pós-graduação, pela competência, amizade, presteza e dedicação.

Aos funcionários da Horta Velha, Senhores Raimundo Vicente de Paula, José Maria da Silva Soares, Feliciano Agripínio de Miranda, Paulo Sérgio de Miranda, José Nilson Silva Lopes, Vicente Faustino Adão, Antônio Carlos Rodrigues, Liacir Lourindo da Silva, João Décimo Miranda, Paulo Márcio Lopes de Freitas, Juvercino Agripino de Miranda, Ernecio Lopes Bhering, Carlos Roberto Sebastião, Wilson Carlos Reis, Joel Paulino de Souza e Manoel de Almeida e aos alunos Cíntia Arond e Leonardo Gomes pela colaboração nos trabalhos de campo.

A Angela Cassino e João Paulo Cassino pela amizade e compreensão.

A Romildo Nicolau Alves e Edivan Dias Assunção pela amizade, pelo companheirismo, pelo diálogo nos momentos difíceis e no convívio diário.

A Eduardo Rodrigues Hickel e José Luis de Freitas pela amizade e colaboração.

A Altivo Bernardes de Abreu Oliveira pela colaboração e pela amizade.

A Ana Beatriz Brant Corrêa, Victória Margarida Brant Ypiranga Pinto, Ray da Costa, Lourdes Lima, Vera Lúcia, Ana Verônica do Nascimento, Danilo Lemos Bernardo, Elna Mugarbi, Ronaldo Reis Júnior, César Augusto Domingos Texeira e demais colegas de curso, pela amizade.

A Domingos Sávio da Silva do Departamento de Fitotecnia, Laboratório Mineral de Plantas, pelas análises de macronutrientes.

Ao Departamento de Biologia Animal, Setor Entomologia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A toda energia espiritual que faz parte da minha vida de forma positiva e tanto contribuiu para a concretização de um ideal.

## **BIOGRAFIA**

**REINILDES SILVA FILHO**, filho de Reinildes Silva e Lúcia Santana Silva, nasceu em 18 de abril de 1968.

Em 1987, concluiu o Curso Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de São Cristóvão.

Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1992. Iniciou em 1995 sua vida acadêmica na área de Entomologia, sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Cesar Rodrigues Cassino, no Centro Integrado de Manejo de Pragas “Cincinnato Rory Gonçalves” da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Graduou-se em 1997, no Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Em agosto de 2000 iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação do Prof. Ricardo Henrique Silva Santos, submetendo-se à defesa de tese em 06 de setembro de 2002.

## ÍNDICE

<b>Resumo.....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xi</b>
<b>Introdução Geral.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Revisão de Literatura.....</b>	<b>1</b>
<b>Ciclo Biológico.....</b>	<b>2</b>
<b>Métodos Culturais de Controle.....</b>	<b>3</b>
<b>Métodos e Técnicas de Amostragem de Pulgões.....</b>	<b>4</b>
<b>Efeitos dos Fatores Climáticos na Ocorrência de Afídeos.....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1 – Mecanismos de ação da cobertura morta (palha de arroz) sobre população de <i>Brevicoryne brassicae</i> (Homoptera, Aphididae) em couve (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>acephala</i>).....</b>	<b>8</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>10</b>
<b>Primeiro Experimento.....</b>	<b>10</b>
<b>Segundo Experimento.....</b>	<b>11</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>13</b>
<b>1º Experimento.....</b>	<b>13</b>
<b>2º Experimento.....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo 2 – Mecanismos de ação da cobertura morta (palha de arroz) sobre população de <i>Myzus persicae</i> (Homoptera, Aphididae) em couve (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>acephala</i>).....</b>	<b>20</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>20</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>21</b>
<b>Primeiro Experimento.....</b>	<b>21</b>
<b>Segundo Experimento.....</b>	<b>22</b>
<b>Terceiro Experimento.....</b>	<b>23</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>24</b>

<b>1º Experimento.....</b>	<b>24</b>
<b>2º Experimento.....</b>	<b>28</b>
<b>3º Experimento.....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>35</b>
<b>Literatura Citada.....</b>	<b>36</b>

### **Lista de Figura da Introdução Geral**

<b>Figura 1: Diagrama dos Efeitos Teóricos da Cobertura Morta no Solo que Resulta em Menores Populações de Afídeos.....</b>	<b>xv</b>
---	-----------

### **Lista de Figuras do Capítulo 1**

<b>Figura 1: Número de Alados de <i>Brevicoryne brassicae</i> em Plantas de Couve em função da Temperatura Máxima na Altura do Dossel, com Valor de <math>F = 18,69</math>; <math>GI = 1,9</math>; <math>p &lt; 0,002</math> e <math>r^2 = 0,71</math>; Viçosa-MG, Brasil, 2001.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2: Temperatura Máxima do Ar na Altura do Dossel das Plantas de Couve em Parcelas com Cobertura Morta e sem Cobertura Morta (Média de 15 dias e 5 repetições), Viçosa-MG, Brasil, 2001.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3: Número Médio de <i>Brevicoryne brassicae</i> que Chegaram em Plantas de Couve em Parcelas com Cobertura Morta e sem Cobertura Morta (Barras com linhas rasuradas), no Início (dias 1-7) e Após a Troca dos Vasos (8-14), Viçosa-MG, Brasil, 2002.....</b>	<b>19</b>

## Lista de Figuras do Capítulo 2

<b>Figura 1: Número de Alados de <i>Myzus persicae</i> em Plantas de Couve em Função da Temperatura Máxima na Altura do Dossel, com <math>F = 39,03</math>; <math>GI = 1,9</math>; <math>p &lt; 0,008</math>; e <math>r^2 = 0,60</math>; Viçosa-MG, Brasil, 2001.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2: Temperatura Máxima do Ar na Altura do Dossel das Plantas de Couve em Parcelas Com e Sem Cobertura Morta (Média de 15 dias), Viçosa-MG, Brasil, 2001.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3: Número Médio de Alados de <i>Myzus persicae</i> em Plantas de Couve em Parcelas com Cobertura Morta e sem Cobertura Morta (Barras com linhas rasuradas), no Início (dias 1-7) e Após a Troca de Vasos (dias 8-14), Viçosa-MG, Brasil, 2002.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 1: Número de Adultos, Ninfas e Alados de <i>Myzus persicae</i> em Folhas de Couve na Presença e na Ausência de Cobertura Morta Após 15 Dias de Infestação. Viçosa-MG, Brasil, 2002.....</b>	<b>34</b>

## RESUMO

SILVA FILHO, Reinildes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002.  
**Mecanismos de Ação da Cobertura Morta Sobre Populações de pulgões (Homoptera, Aphididae) em Couve.** Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos.  
Conselheiros: Og Francisco Fonseca de Souza e Germano Leão Demolin Leite.

O objetivo deste estudo foi avaliar o mecanismo de ação da cobertura morta sobre as populações de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus 1758) (Homoptera, Aphididae) e de *Myzus persicae* (Sulzer 1776) (Homoptera, Aphididae), em couve comum “Manteiga da Fazenda” (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). Foram instalados três experimentos de campo na Horta Velha da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, com delineamento de cinco blocos ao acaso com dois tratamentos. O primeiro experimento consistiu de dezesseis plantas em cada parcela e os dados foram coletados nas quatro plantas centrais de cada parcela. Cinco folhas/planta foram amostradas, assim como no segundo experimento. No segundo e terceiro experimentos usaram-se quatro plantas, cada uma plantada em vaso de polietileno de quatorze litros. O espaçamento foi de 0,80m x 0,80m entre plantas e 1,20m entre parcelas. Os tratamentos foram: A - cobertura de palha de arroz (1,056Kg Mseca/m<sup>2</sup> com uma camada de 10cm) e B – testemunha. No primeiro experimento, as avaliações foram realizadas diariamente no período de 18 de outubro a 1º de novembro de 2001, eliminando-se diariamente os pulgões que chegavam às folhas. A temperatura máxima diária foi medida utilizando-se termômetros max-min. No segundo experimento, as avaliações foram realizadas entre 30 de maio e 13 de junho de 2002. Após os primeiros sete dias foram coletadas duas folhas de cada parcela para análise do teor de nutrientes, tendo os vasos de cada tratamento suas posições trocadas, eliminando-se os afídeos diariamente. No terceiro experimento, utilizou-se uma folha/planta do segundo experimento por parcela, na qual foi inoculado um alado de *M. persicae*, utilizando-se tela anti-afídica para garantir a permanência do alado inoculado e evitar a chegada de novos alados. A inoculação ocorreu no dia 12 de junho de 2002, permanecendo por um período de 15 dias, para então, efetuar-se a contagem final de alados, ninfas, adultos e

colônias. Os resultados mostraram que a cobertura morta atrasou a chegada dos alados de *B. brassicae* e de *M. persicae*, aumentou a temperatura nas parcelas e, conseqüentemente, obtiveram-se menores populações de alados dos afídeos. Com a troca de ambiente, ocorreu uma interação significativa com o tratamento e a troca de posição dos vasos, o que implicou em alteração no número de pulgões. A taxa de crescimento da população de *M. persicae* aumentou significativamente nas parcelas testemunhas se comparada com o tratamento.

## ABSTRACT

SILVA FILHO, Reinildes, M. S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2002. **Mechanisms of the Mulch Action Over Aphids Populations (Homoptera, Aphididae) in Kale.** Adviser: Ricardo Henrique Silva Santos. Committee members: Og Francisco Fonseca de Souza and Germano Leão Demolin Leite.

The objective of this study was to evaluate the mechanism of the action of rice-straw mulch on the populations of *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus 1758) (Homoptera, Aphididae) and *Myzus persicae* (Sulzer 1776) (Homoptera, Aphididae), in common kale “Manteiga da Fazenda” (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). Three field experiments were conducted in the Old Vegetable-Garden of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais in a five randomized blocks with two treatments each. The first experiment consisted of sixteen plants in each plot and data were collected from the four central plants of each plot, sampling five leaves per plant as in the second experiment. The second and third experiments used four plants, each one in a fourteen-liter polyethylene vase. In all experiments the plants were spaced by 0.80 m x 0.80 m between plants and 1.20 m between plots. The treatments were: A – rice-straw mulch (1.056Kg dryM/10 cm layer) and B – control. The first experiment was sampled every day from October 18 to November 1<sup>st</sup> in 2001 and the aphids were eliminated after each check. The daily maximum temperature was evaluated using a max-min thermometer. The second experiment was sampled from May 30 to June 12 and after first seven days of sampling two leaves of each plot were collected for nutrient content analysis and the vases of both treatments had their position exchanged. The landed aphids were eliminated every day. In the third experiment, one plant of each plot of the second experiment was inoculated with an alate aphid and in order to guarantee its permanence and avoid the landing of other aphids, an anti-aphid gauze was applied on the leaves. The inoculation occurred on June 12 in 2002 and the aphid was left there for fifteen days. After that time, alates, nymphs, adults and colonies were counted. The results showed that the mulch delayed the landing of alates of *B. brassicae* e *M. persicae*, elevated the temperature in the plots and consequently,

fewer aphid populations occurred. An effective interaction with the treatment occurred when the vases had their position changed, as the number of aphids was also altered. The population growth rate of *M. persicae* was quite larger in control plots than in mulched plots.

## 1 – Introdução Geral

As brássicas são utilizadas como hortaliças, adubos verdes, sementes oleaginosas, condimentos e forragens. A couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) é a mais comum delas, e mais resistente ao murchamento após a colheita, é a preferida pelos que utilizam a propagação assexuada (Casali & Silva, 1983).

A cultura da couve é infestada por afídeos (Homoptera, Aphididae), que causam definhamento nas plantas pela sucção de seiva, desenvolvimento de fumagina pelos resíduos excretados, transmissão de doenças viróticas e aversão causada aos consumidores (Leite *et al.* 1996, Gallo *et al.* 2002).

Os afídeos *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer 1776) constituem uma das principais pragas da couve, além do curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Latreille 1819) (Lepidoptera, Pieridae) e a traça-das-crucíferas *Plutella xylostela* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) (Gallo *et al.* 2002).

A cobertura do solo resulta em menores infestações de afídeos em diversas culturas, provavelmente, devido à menor chegada da forma alada. Pesquisas anteriores sugerem que a repelência é devido a diferentes fatores tais como cor da cobertura, temperatura e alterações fisiológicas nas plantas (Decoteau *et al.* 1990, Brown *et al.* 1993, Orozco-Santos *et al.* 1994, Farias-Larios & Orozco-Santos 1997). Já Gallo *et al.* (2002) atribuíram essa repelência a emissões de radiação ultravioleta dos substratos (por exemplo, palha de arroz). Contudo, avalia-se que tais fatores e os mecanismos responsáveis pelo efeito da cobertura não estão devidamente estudados e demonstrados.

Diante disso, elaborou-se um diagrama (**Figura 1**) para formular as hipóteses explicativas dos efeitos do uso de cobertura morta do solo.

As menores populações de afídeos em plantas com cobertura morta pode resultar de:

- (a) Uma menor chegada de alados e ou

(b) A chegada de alados é semelhante em ambos os ambientes, ou superior no ambiente com cobertura morta.

Se (a) for verificado, pode-se explicar que essa chegada de alados é menor devido à própria cobertura morta (c) ou é devido a características intrínsecas da planta nesse ambiente (d).

Se (c) ocorrer, o efeito pode se dar pelos comprimentos de onda refletidos (e) e ou pelo aumento de temperatura (f) nos ambientes com cobertura morta.

Se (d) for verificado, pode estar ocorrendo uma liberação e ou produção diferencial de voláteis (g) que atrairiam menos as formas aladas.

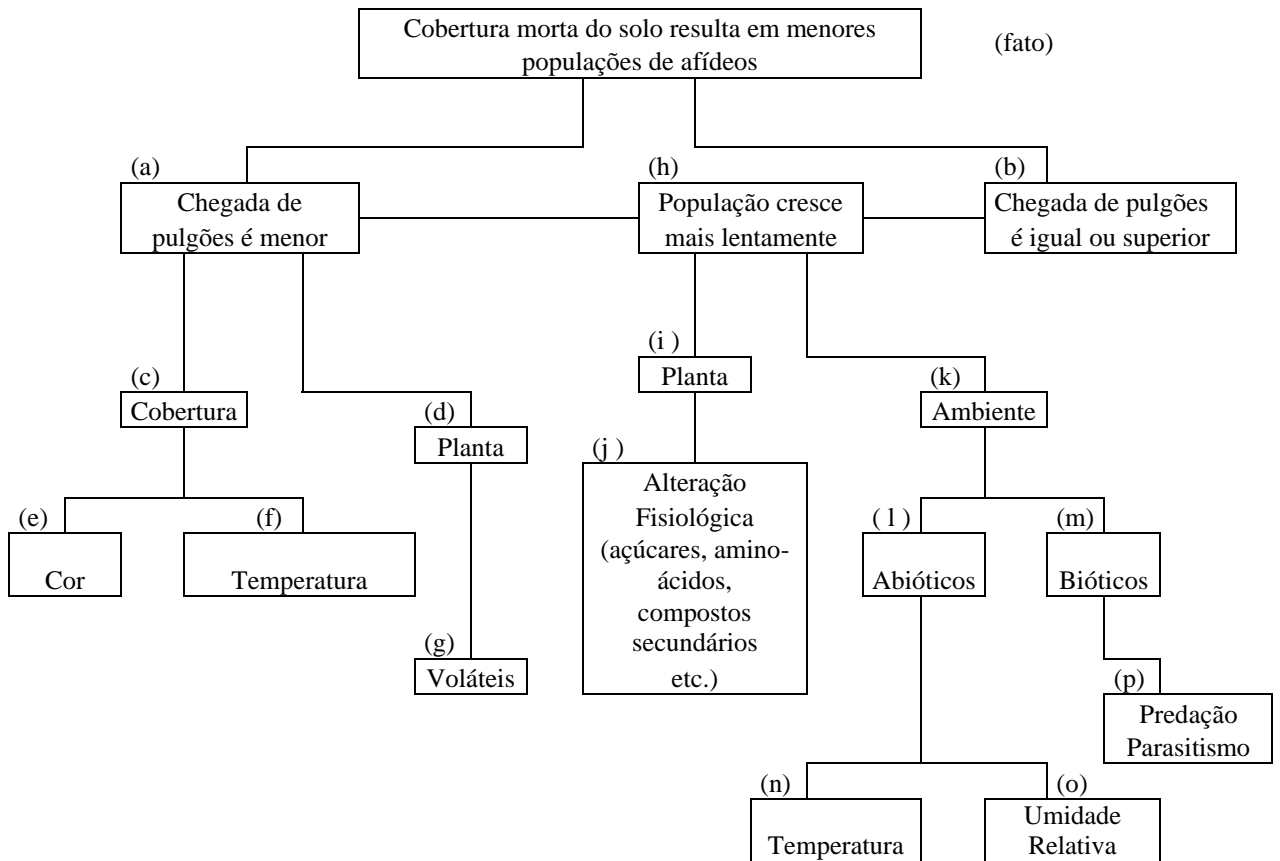
Por outro lado, se (d) ocorre, e a população de afídeos é menor em plantas com cobertura morta (fato), obrigatoriamente a população cresce mais lentamente (h).

O efeito (h) pode ser devido a alterações fisiológicas na planta (i), tais como reduções nos teores de açúcares ou produção de metabólitos secundários prejudiciais às colônias (j). O mesmo efeito (h) pode ser explicado por alterações no ambiente (k).

Tais alterações no ambiente, devido à cobertura morta (k) podem ocorrer no meio abiótico (l) ou no meio biótico (m).

As alterações no meio abiótico (l) podem resultar de temperaturas (n) ou umidade (o) inadequadas para o crescimento das colônias.

Por sua vez, alterações no meio biótico (m) podem ser devidas a aumentos nas taxas de predação e ou parasitismo (p) nos ambientes com cobertura morta, que resultarão em menores taxas de crescimento das colônias (h) e menores populações (fato verificado).



**Figura 1:** Diagrama dos efeitos teóricos da cobertura morta no solo que resulta em menores populações de afídeos.

## 1.1 – Revisão de Literatura

Os pulgões ou afídeos são pragas-chave em diversas culturas no campo, tendo também grande relevância em cultivos protegidos (Starý, 1993). O uso indiscriminado de inseticidas no controle desses insetos tem causado problemas como resistência (Schelt *et al.*, 1990; Starý, 1993; Furiatti *et al.*, 1996), além da redução na longevidade e fecundidade de seus inimigos naturais (Hagvar & Hofsvang, 1991).

O afídeo *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Homoptera: Aphididae) é um inseto que parasita, principalmente, crucíferas (Mariconi *et al.*, 1963). Dentre os diversos hospedeiros, encontra-se a couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), o brócolis (*B. oleraceae* var. *italica*), o repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*), a couve-flor (*B. oleraceae* var. *botrytis*), o espinafre (*Spinaceae oleraceae*), o nabo (*B. rapa*), além de diversas variedades de mostarda (*Sinapis alba*, *Rapistrum rugosum*, *S. arvensis*, etc) e capuchina *Trapaecolum majus*, (Souza-Silva & Ilharco, 1995). Esse inseto ocorre, predominantemente, nas folhas novas, onde apresenta maior fecundidade e melhores condições de sobrevivência do que quando se instala em folhas de meia idade ou velhas (Lara *et al.*, 1978).

O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Homoptera: Aphididae) é um inseto polífago que parasita brássicas, ocasionando danos pela sucção de seiva e transmissão de vírus (Leite *et al.* 1996).

A espécie *M. persicae* alimenta-se de mais de 40 famílias de plantas, muitas delas de importância econômica e é vetor de mais de 100 viroses de plantas (Blackman & Eastop, 1984). No Brasil, tem como hospedeiros de relevância econômica: alface (*Lactuca sativa*), nabo (*Brassica rapa* var. *rapa*), fumo (*Nicotiana tabacum*), couve (*Brassica oleraceae*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), pimentão (*Capsicum annum*), espinafre (*Spinacea oleraceae*), gladiolo (*Gradiolo italicus*), algodão (*Gossypium arboreum*), pêssigo (*Prunus persica*), e batata (*Solanum tuberosum*), provocando deformações nas partes de crescimento e inoculando vírus (Mariconi, 1981). Brioso (1996) destaca *M. persicae* como praga das principais solanáceas: o tomate (*L. esculentum*), o pimentão (*C. annum*), a batata (*Solanum tuberosum*), a pimenta (*Capsicum* spp.), a berinjela (*Solanum melongena*), o jiló (*Solanum gilo*) e

relata ser este afídeo vetor de três importantes doenças viróticas do pimentão no Brasil: o CMV (*Cucumber Mosaic Virus*) o PLRV (*Potato Leaf Roll Virus*) e o PVY (*Potato Virus Y*).

Em seus estudos, Pickel *et al.* (1983) destacaram o *B. brassicae* e o *M. persicae* como as pragas mais importantes na cultura da couve-de-bruxelas, enquanto que Talekar & Lee (1985) apontaram *M. persicae* e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) como as mais importantes pragas da couve chinesa e couve comum.

## 1.2 – Ciclo Biológico

A reprodução dos afídeos pode ser sexuada ou por partenogênese telítoca. O primeiro caso ocorre, normalmente, em regiões de clima temperado, enquanto que a reprodução por partenogênese é mais comum em regiões tropicais e dá origem, apenas, a fêmeas (Peña-Martínez, 1992).

As formas aladas de *B. brassicae* medem cerca de 2mm de comprimento, possuem coloração geral verde, com a cabeça e o tórax pretos e o abdome verde com manchas escuras na parte dorsal. Os sífúnculos são curtos e pretos; a codícula também é preta. A forma áptera apresenta o corpo de coloração verde, recoberto por uma camada cerosa branca. Em geral, formam colônias na face superior das folhas (Gallo *et al.* 2002). Já a forma alada de *M. persicae* é de coloração geral verde, com cabeça, antena e tórax pretos, mede cerca de 2mm de comprimento, e a forma áptera é de coloração verde-clara (Gallo *et al.* 2002).

Em condições favoráveis, na primavera e no verão, o ciclo dura cerca de 15 dias (Nogueira, 1981; Salgado, 1983). Os afídeos, ao nascerem, localizam-se nas folhas, de onde sugam a seiva. Com contínua reprodução, formam colônias que se localizam, geralmente, na face superior das folhas.

Segundo Amin & El-Defrawy (1983), a temperatura do ar entre 15-30°C afeta, grandemente, a fecundidade e a velocidade de desenvolvimento da *B. brassicae*, enquanto a umidade relativa tem pouco efeito no aumento da população. Resultados obtidos por Trumble (1982) evidenciaram que temperaturas excessivamente baixas prejudicam a taxa de reprodução. De acordo com Gallo *et al.* (2002), a temperatura

ótima para os insetos está em torno de 25°C, e a faixa ótima para o desenvolvimento e a atividade entre 15 e 38°C.

### **1.3 – Métodos culturais de controle**

#### **1.3.1 – Controle Biológico**

O controle biológico deve ser considerado como um componente do programa de manejo integrado de pragas (MIP), pois os inimigos naturais mantêm as pragas em equilíbrio, sendo um dos responsáveis pela mortalidade natural no agroecossistema (Gallo *et al.* 2002).

Vários trabalhos têm sido direcionados para o uso de métodos alternativos de controle, através de predadores e parasitóides (Starý, 1993). Os afídeos possuem diversos inimigos naturais que exercem controle dentro da cultura das brássicas (Kilinger & Abou-Guadir, 1979; Huiza & Ortiz, 1982; Kartasheva & Dereza, 1983; Adashekevich, 1984). No Brasil, os coccinelídeos e crisopídeos são os inimigos naturais mais eficientes no controle dos afídeos, destacando-se *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *Chrysoperla* sp. sendo de controle da primeira mais eficiente (Gravena *et al.* 1977 e Gravena, 1990). Santa-Cecília *et al.* (2000) observaram o decréscimo linear da presa no espaço de 24 a 48h quando predada por *C. sanguinea*. Segundo Gallo *et al.* (2002), todas as tentativas de controle biológico culminaram com o sucesso da introdução, na Califórnia, da joaninha *Rodolia cardinalis* (Muls., 1850), trazida da Austrália, para o controle do pulgão-branco-dos-citros, *Icerya purchasi* (Mask., 1879), dois anos após a sua liberação. Grandes avanços têm sido alcançados com sucesso parcial ou total de controle biológico.

O uso de consórcio de brássicas com outras culturas pode reduzir populações de *B. brassicae* por dificultar a localização do hospedeiro, como também por aumentar a taxa de parasitismo atraindo inimigos naturais em grandes densidades populacionais (O'Donnell & Coaker, 1976; Theunissen & Ouden, 1981; Gliessman & Altieri, 1982 e Tukahirwa & Coaker, 1983). A associação de brássicas com leguminosa forrageira pode reduzir a população de *B. brassicae* em 60 a 80% nestas culturas, respectivamente (O'Donnell & Coaker, 1976 e Tukahirwa & Coaker, 1983).

Entretanto, a associação com *Spergula arvensis* só reduz a população do inseto em plantio adensado (Theunissen & Ouden, 1981).

Em condições de campo, o fungo *Verticillium fusisporum* foi encontrado causando mortalidade de *B. brassicae* e *M. persicae* em couve (Ekbohm & Ahman, 1981). Estudos realizados por Wuang & Tang (1983), utilizando pulverizações com o fungo *Streptomyces gingfenmyceticus*, concluíram que o fungo é capaz de controlar o pulgão *B. brassicae*.

O controle biológico tem sido efetivamente conseguido, em escala comercial, com o uso de himenópteros das famílias Braconidae (Aphidiinae) e Encyrtidae (Aphelininae) e de dípteros da família Cecidomyiidae na Europa e no Canadá (Ilharco, 1992, Bennison & Corless, 1993, Gilkeson, 1990, Schelt, 1994). A superfamília Ichneumonoidea é a mais importante na Europa, com espécies parasitando também pulgões (Hagvar & Hofsvang, 1991).

#### **1.4 – Métodos e técnicas de amostragem de pulgões**

Hughes (1963) efetuou a contagem de pulgões diretamente sobre as amostras de 5 folhas de cada categoria (superior, mediana e inferior), determinando o número médio por folha, e concluiu que a amostragem mais eficiente foi obtida quando 150 folhas foram distribuídas em 3 categorias, com um erro padrão de aproximadamente 20%.

A avaliação para estabelecimento do nível de dano foi efetuada através de contagem semanal, quinzenal ou mensal do número de pulgões por planta, amostrando-se 10 a 50 plantas/ha de brócolis. As populações eram toleradas quando inferiores a 100 pulgões/planta, na ausência de vírus (Trumble *et al.* 1982). Ainda segundo os autores, outro método auxiliar de avaliação é a utilização de bandejas armadilhas de fundo amarelo contendo água e detergente, objetivando-se estimar surtos da praga.

Monitorando pulgões em couve-de-bruxelas, Pickel *et al.* (1983) fizeram amostragens em quatro campos comerciais de mudas e de colheita, examinando as plantas por inteiro e contando todos os pulgões. Através dos dados obtidos, usaram

limiar provisório, considerando-se que *B. brassicae* é praga principal e *M. persicae* é raramente considerado praga, exceto em altas densidades. O patamar de infestação proporcional de 15% de pulgão-da-couve e 80% de pulgão-verde pareceu ser o mais real. Os autores concluíram que a amostragem pela ausência ou presença de pulgões na folha oferece economias adicionais, porque não é necessária a contagem individual dos mesmos.

Em experimento realizado por Domiciano (1998) na cultura da canola, utilizando-se de parcelas com 16 m<sup>2</sup>, com 4 tratamentos e 5 repetições, concluíram que na inflorescência, a contagem direta era impraticável a partir de infestações moderadas. A avaliação, então, foi realizada através de notas descritivas de infestação, com resultados entre <sup>-</sup>1 e 5<sup>+</sup>, tendo interessado apenas valores bem evidentes, de fácil separação, como combate suficiente (= populações tendendo a zero) e insuficiente (= diferentes disto). Santini & Vieira (1998) contaram o número de pulgões presentes em 30 folhas de batata por parcela, com parcelas de 40m<sup>2</sup> com 5 tratamentos e 4 repetições, atribuindo nota de 1 a 5 por colônias, sendo 1 = nada, 2 = 1 a 3 pulgões, 3 = 4 a 5 pulgões, 4 = 11 a 30 pulgões e 5 = mais de 31 pulgões, para avaliar as infestações de *M. persicae*. Já Bacci *et al.* (1998) contaram o número de *B. brassicae* e de *M. persicae* em 4 folhas nas 5 plantas centrais das parcelas na cultura do repolho. Grutzmacher *et al.* (1998), em experimento em parcelas de 12 m<sup>2</sup> na cultura do fumo, efetuaram a contagem do número de pulgões em 20 plantas por parcela.

### **1.5 – Efeitos dos fatores climáticos na ocorrência de afídeos**

Em seus estudos, Araújo (1936) afirmou que as condições climáticas podem afetar a intensidade de ataque do pulgão-verde-do-algodoeiro *Aphis gossypii* (Glover, 1876) concluindo que a umidade e a sombra apresentavam-se como favoráveis, enquanto o sol intenso, secas prolongadas e chuvas pesadas caracterizavam-se como agentes de redução das populações desses insetos.

Segundo Berry & Simpson (1964), as formas aladas de *M. persicae* iniciavam vôo a 15,6°C, com ventos abaixo de 1,1 m/s e com 80% de umidade do ar.

Na cultura da batata, a temperatura ótima para multiplicação se encontra entre 22 e 24°C, enquanto a partir de 30°C não ocorrerá a multiplicação. Um maior crescimento populacional foi encontrado em 27°C; e foi observado que, quanto maior a velocidade dos ventos, maior será o movimento dos afídeos *M. persicae*, *Macrosiphum solanifolii* (Ashmead, 1881), *A. gossypii*, *Aulacorthum solani* (Linnaeus, 1767) e *B. brassicae* no centro da cultura (Oliveira, 1971).

Amin & El-Defrawy (1983) concluíram que a temperatura afetou a fecundidade e a multiplicação de *B. brassicae*, entretanto, não constataram efeito da umidade relativa sobre os parâmetros biológicos estudados. Trumble 1982 e Trumble *et al.* 1982, estudaram o comportamento de colonização e populações de *M. persicae* em brócolis, concluindo que as temperaturas baixas, especialmente no inverno, aumentaram seu tempo de desenvolvimento e reduziram sua taxa reprodutiva; as precipitações durante as duas últimas semanas de janeiro reduziram suas populações no campo.

Através do estudo de regressão linear múltipla e tabela de vida, Hamilton *et al.* (1982) investigaram os principais fatores que interferem nos níveis populacionais de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em sorgo, concluindo que a temperatura entre 29-33°C e o tempo após o plantio afetam as variações populacionais do afídeo. Já Mc Pherson & Brann (1983) verificaram que as populações de pulgões em trigo e cevada decresciam quando a temperatura permanecia em 27°C durante 15 dias, com baixa umidade do ar.

As chuvas com ventos fortes, segundo Walker *et al.* (1984) causam mortalidade de *Macrosiphum euphorbiae* (Ashmead 1881) em tomateiros, enquanto se encontram em grandes populações nas estações secas.

Em experimento com pragas que atacam a couve-chinesa e a couve-comum, Talekar & Lee (1985) verificaram maior incidência de pulgões em épocas frias, causando sazonalidade. No verão, além de temperaturas elevadas, chuvas fortes limitam o crescimento populacional.

As temperaturas de inverno são importantes fatores que atuam de forma negativa nas populações de afídeos, principalmente ninfas e adultos (Harrington & Cheng, 1984; Bale *et al.*, 1988 e Harrington *et al.*, 1990). Objetivando avaliar os efeitos de fatores climáticos sobre espécies de pulgões, Rossi *et al.* (1990) concluíram

que as temperaturas máximas, médias e mínimas, insolação, comprimento do dia, velocidade dos ventos, umidade relativa e precipitação afetam a reprodução, o desenvolvimento e a movimentação dos alados de *M. persicae*, *B. brassicae*, *L. erysimi* dentre outros.

## **Capítulo 1 – Mecanismos de ação da cobertura morta (palha de arroz) sobre a população de *Brevicoryne brassicae* (Homoptera, Aphididae) em couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*).**

### **1 - Introdução**

No controle de insetos-pragas em brássicas, são efetuadas aplicações de inseticidas, o que eleva o custo de produção e a contaminação do meio ambiente, ocorrendo ainda incompatibilidade entre o intervalo de colheitas e o período de carência do inseticida. Dentre as alternativas para se evitar o controle químico, Paula *et al.* (1995) sugerem a utilização de coberturas mortas e o policultivo próximo às matas, a fim de favorecer a ação de inimigos naturais.

Vários estudos têm demonstrado a importância do uso de cobertura do solo para conter a infestação de afídeos (Cartwright *et al.* 1990, Orozco-Santos *et al.* 1994, Brown *et al.* 1996). As coberturas vão desde materiais sintéticos, como plásticos de diversas cores, a matérias vegetais. A cor do plástico pode provocar variação de temperatura, desse modo, em locais de clima frio, esse material é usado para se obter o aumento de produtividade (Rubeiz *et al.* 1991, Tindall *et al.* 1991, Abdul-Baki *et al.* 1992, Albregts & Chandler 1993, Farias-Larios & Orozco-Santos 1997). As coberturas, especialmente as coloridas, criam um microambiente específico para as plantas (Csizinszky *et al.* 1995). Tais coberturas melhoram as condições vegetativas da cultura, através da conservação da água do solo e do controle de erva daninha. Elas também melhoram outras propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, tais como a densidade, a redução do nível de salinidade, a taxa de difusão de oxigênio, a absorção de nutrientes, assim como elevam os níveis de CO<sub>2</sub> no solo (Lal *et al.* 1980, Manrique 1995). Outros tipos de coberturas, como as suspensas, podem não ter todos estes efeitos (Ham *et al.* 1993), especialmente sob irrigação (Tindall *et al.* 1991, Bhella 1998). A temperatura do solo, a 10 cm de profundidade, debaixo do plástico claro, aumenta de 1 a 2°C, e do plástico preto, de 7 a 10°C em relação ao solo limpo (Al-Assir *et al.* 1992).

Nas pesquisas desenvolvidas com cobertura de plástico colorido, foi observada uma menor infestação de afídeos quando havia maior refletância de luz. Em todos os

casos de cobertura prateada, seja plástico prateado, pó de alumínio pulverizado no solo, faixas de alumínio pintadas no plástico preto, pulverizações com tinta alumínio ou mica sobre plástico preto, houve acentuada redução na população, se comparada com coberturas de outras cores (Harpaz 1982, Scott *et al.* 1989, Greenough *et al.* 1990, Cartwright *et al.* 1990, Lamont *et al.* 1990, Jones 1991, Webb & Linda 1992, Kring & Schuster, 1992, Brown *et al.* 1993, Orozco-Santos *et al.* 1994, Orozco-Santos *et al.* 1995, Smith *et al.* 2000, Brust 2000). Também a cobertura de plástico transparente, ainda pelo seu alto grau de refletância de luz, veio demonstrar seu efeito sobre a diminuição da população de afídeos (Kring & Schuster 1992), por confundí-los e reduzir sua capacidade de pousar nas plantas hospedeiras, segundo sugerem os autores (Summers *et al.* 1995, Budnik *et al.* 1996, Brown *et al.* 1996, Wilson 1999, Stapleton & Summers 2002).

Com o uso de casca e palha de arroz (cuja cor reflete radiação ultravioleta), Costa (1972) na cultura da batata, Lara *et al.* (1982) e Sasaki *et al.* (1987) na couve, conseguiram uma redução na incidência do vírus transmitido por *M. persicae*, *B. brassicae* e *Toxoptera citricida* de 53% para 10%, 97% e 88,7% respectivamente e uma diminuição no enrolamento das folhas.

A palha de arroz é mais econômica do que as coberturas sintéticas porque, mesmo quando há aquisição, seu valor é bem menor do que o de coberturas plásticas, além de dispensarem mão de obra para remoção (Kring & Schuster, 1992). Outro benefício é a melhoria do solo pela incorporação da cobertura morta, uma vez que, não só toda cobertura sintética, como também os discos dela recortados poderão permanecer no solo, e por não serem de material biodegradável, provocam danos ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os mecanismos de ação da cobertura morta com palha de arroz sobre a população de *B. brassicae* em couve.

## 2 - Material e Métodos

### 2.1 - Primeiro Experimento

Este experimento foi desenvolvido na Horta Velha da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. O experimento constou do cultivo de couve comum *Brassica oleraceae* var. *acephala* clone Manteiga da Fazenda, oriunda do banco de germoplasma da UFV. Em estudos anteriores, verificaram-se menores populações de *B. brassicae* (Paula *et al.* 1995) no clone Manteiga da Fazenda. O experimento constou de cinco blocos ao acaso com dois tratamentos (com e sem cobertura morta). A parcela apresentava 16 plantas, com espaçamento de 0,8 x 0,8 m entre plantas e havia 1,2 m entre parcelas, com distância de 130 m do primeiro bloco para o segundo; 13 m do segundo bloco para o terceiro; 230 m do terceiro bloco para o quarto e 13 m do quarto bloco para o quinto.

Nos dias 16 e 17 de outubro de 2001, foi feito o transplante das mudas, ocasião em que foi realizado desbaste das folhas, mantendo-se 5 folhas/planta, utilizando-se de 2,5 litros/cova de esterco de galinha e 200 g/cova de NPK na formulação de 4-14-8, efetuando-se irrigação por aspersão ao longo dos 15 dias subseqüentes. A metodologia empregada foi baseada nos trabalhos de Pickel *et al.* (1983), Domiciano (1998), Santini & Vieira (1998), Bacci *et al.* (1998).

Após o transplante, efetuou-se a retirada dos alados, ninfas e adultos de pulgões presentes nas folhas, e foi feita aplicação de palha de arroz com 1,056 Kg Mseca/m<sup>2</sup>, em camada de aproximadamente 10 cm de altura. No mesmo momento, efetuou-se a irrigação das parcelas (Sasaki *et al.* 1987). Os afídeos alados foram amostrados diariamente às 17:00h nas quatro plantas centrais das parcelas, durante o período de 18 de outubro a 1º de novembro de 2001, e removidos após a contagem. Nesse mesmo momento, tomaram-se os dados de temperatura máxima. Os dados de temperatura foram obtidos por termômetros máx-min colocados no centro das parcelas, à altura do dossel das plantas.

Os dados foram analisados por meio da análise de covariância, com erros Quasipoisson, e quadrado de Pearson para correção de sobredispersão, seguido de teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se a média de alados em quatro plantas por

parcela, por dia, durante os 15 dias de leitura e das médias de temperaturas máximas sendo a primeira variável exploratória ( $x_1$ ), os tratamentos (com e sem cobertura morta) a segunda variável exploratória ( $x_2$ ) e o número médio de pulgões a variável resposta ( $y$ ) das parcelas amostradas.

### **2.1.1 – Segundo Experimento**

Em 30 de abril de 2002, foi realizado o transplante das mudas de couve para vasos de polietileno de 28 x 28 cm (14 litros), eliminando-se os afídeos presentes. No dia 30 de maio de 2002, os vasos foram colocados em covas, no campo. O local, o desbaste, a amostragem e a retirada de pulgões, a aplicação da palha de arroz, adubação e irrigação foram feitas similarmente ao 1º experimento.

O experimento constou de cinco blocos ao acaso com dois tratamentos (com e sem cobertura). Cada parcela continha quatro plantas, sendo as mesmas, amostradas diariamente, com espaçamentos e distâncias, como os do 1º experimento.

A amostragem dos insetos foi realizada entre os dias 30 de maio e 12 de junho de 2002. No dia 05 de junho de 2002, após as leituras, efetuou-se a troca dos vasos: os que estavam nas parcelas com cobertura morta foram transferidos para as parcelas sem cobertura e vice versa, objetivando verificar o possível efeito da cobertura morta sobre a fisiologia da planta. Para tanto, na mesma data da troca de posições dos vasos, foram retiradas duas folhas/planta em cada parcela, para a análise do teor de macronutrientes. O material amostrado foi lavado em água desionizada e seco em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante. Em seguida, foi pesado para obtenção da matéria seca, moído em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de malha 20. Os teores de P, K, Ca, Mg e S foram analisados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O nitrato foi extraído com água desmineralizada, em banho-maria, a 45°C, e sua concentração foi determinada por colorimetria, em espectrofotômetro, a 410 nm (Cataldo *et al.*, 1975). Já o amônio, foi dosado pelo método do salicilato (Kempers & Zweers, 1986) com o reagente Nessler (Jackson, 1982). O nitrogênio total foi calculado através da soma dos valores de nitrato e amônio. O P foi dosado colorimetricamente pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C

conforme Braga & Defelipo (1974); o K, por fotometria de emissão de chama; o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica, e o S, determinado por turbina do sulfato (Blanchar *et al.* 1965).

Os dados de número médio de pulgões por planta e de teores de macronutrientes (potássio e magnésio) foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade. Consideraram-se as variáveis com cobertura morta e sem cobertura morta ( $x_1$ ), os macronutrientes ( $x_2$ ) e, o número médio de pulgões, a variável resposta ( $y$ ) das parcelas amostradas.

### 3 – Resultados e Discussão

#### 3.1 - 1º Experimento

O número de alados *B. brassicae* chegando nas plantas foi significativamente menor nas parcelas com cobertura morta do que nas parcelas com solo limpo em função do aumento da temperatura ( $F = 18,69$ ;  $p < 0,002$ ), tendo este efeito ocorrido devido à presença da cobertura morta. O número total de indivíduos durante todo o período de monitoramento foi de 113 nas parcelas com cobertura morta e 266 nas parcelas testemunhas, os quais foram removidos diariamente após a contagem (Figura 1).

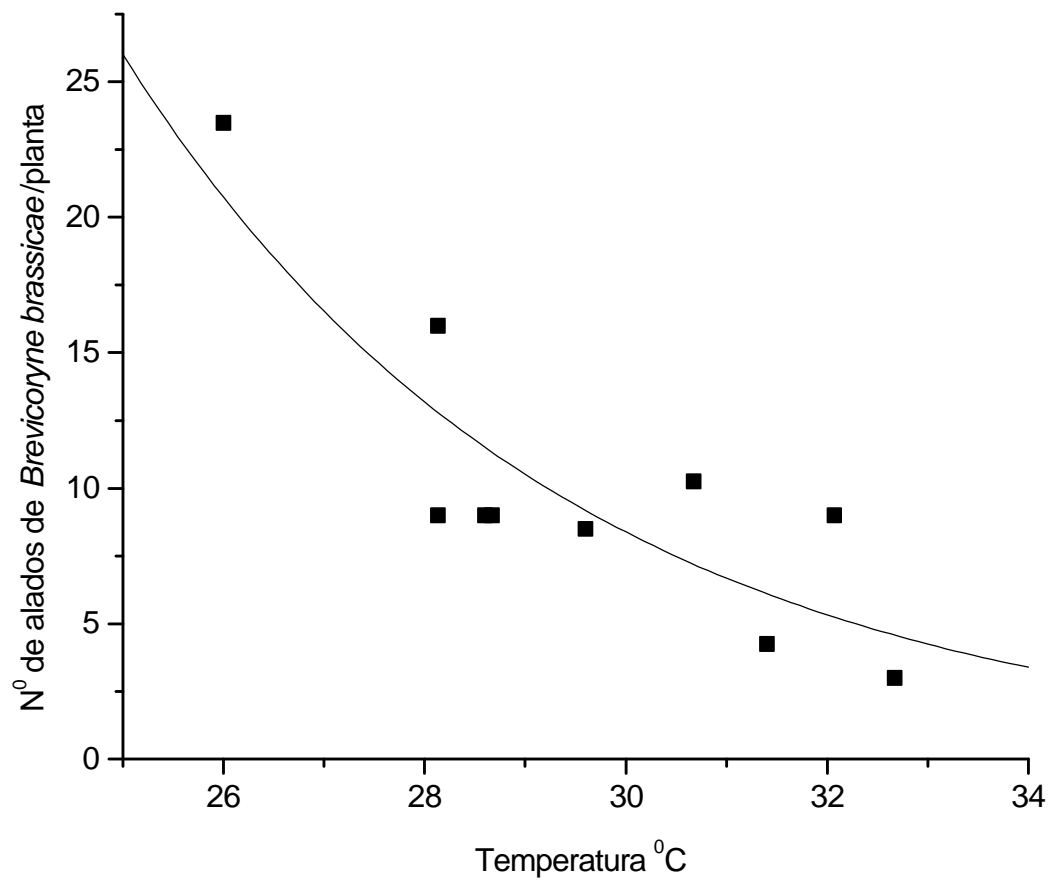
A faixa de temperatura máxima ficou entre 21-36°C e 18-32°C nas parcelas com e sem cobertura morta, respectivamente. Quanto mais alta a temperatura máxima, menor o número de alados registrados de *B. brassicae*, ao longo dos 15 dias (Figura 1). A temperatura se elevou mediante o uso de cobertura (Figura 2), evidenciando uma relação entre aumento de temperatura e diminuição significativa na chegada de alados.

Os dados relatados pelos autores sobre a infestação de afídeos provêm de comparações por meio da contagem de indivíduos por plantas ou em bandejas usadas como armadilhas (Summers *et al.* 1995, Brown *et al.* 1996, Farias-Larios & Orozco-Santos 1997, Wilson 1999). As coberturas de polietileno, além de repelirem os alados pela cor, têm grande efeito sobre a temperatura do solo, e a conseqüente contribuição para o crescimento da planta, mas, também refletem calor, o que restringe a chegada de alados (Lamont *et al.* 1990, Orozco-Santos *et al.* 1995, Summers *et al.* 1995, Smith *et al.* 2000).

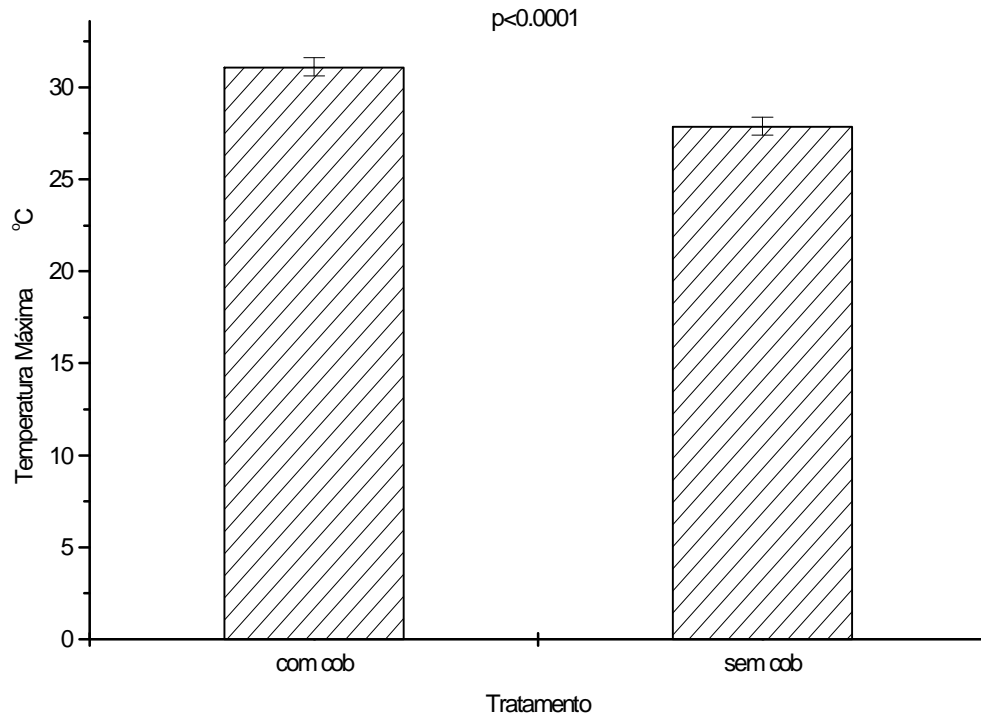
O presente experimento demonstrou que o aumento da temperatura na altura do dossel das plantas, devido à presença da cobertura morta, reduziu a chegada de alados de *B. brassicae*, explicando as menores populações nesses sistemas.

A temperatura atua na síntese do poliálcool acíclico manitol, que não é muito encontrado no reino animal, tendo sido registrado apenas em poucos insetos (Somme 1969 e 1982, Gehrken 1984). Os polióis são também conhecidos como protetores das proteínas contra a desnaturação em altas temperaturas (Erarslan 1995). Essa adaptação dos afídeos às temperaturas elevadas parece ser devida ao acúmulo de álcoois

polihídricos na hemolinfa sob essas condições de temperatura (Hendrix & Salvucci, 1998). A presença de manitol é comum em pulgões submetidos a elevadas temperaturas. A síntese desse composto é estimulada por temperaturas elevadas, e sendo pouco excretados pelos afídeos, acumulam-se na hemolinfa, o que propicia um mecanismo de termo e osmoproteção (Hendrix & Salvucci, 1998, Wolfe *et al.* 1998). Entretanto, o que se pode sugerir neste experimento, provavelmente, é que o manitol não tenha sido sintetizado nos afídeos, talvez pelo fato de que o inseto pudesse ter um gasto energético que o fizesse preferir plantas que tenham condições de temperatura inferiores. A menor chegada de alados pode ser também atribuída à emissão de radiação ultravioleta da cobertura (Brown *et al.* 1996, Smith *et al.* 2000, Stapleton & Summers 2002).



**Figura 1:** Número de alados de *Brevicoryne brassicae* em plantas de couve em função da temperatura máxima na altura do dossel, com o valor de  $F = 18,69$ ;  $Gl = 1,9$ ;  $p < 0,002$  e  $r^2 = 0,71$ ; Viçosa-MG, Brasil, 2001.



**Figura 2:** Temperatura máxima do ar na altura do dossel das plantas de couve em parcelas com cobertura morta e sem cobertura morta (Média de 15 dias e 5 repetições), Viçosa-MG, Brasil, 2001.

### 3.2 – 2º Experimento

A cobertura morta, como no primeiro experimento, resultou em menor chegada de alados de *B. brassicae* ( $F = 41,05$  e  $p < 0,0001$ ) na cultura. O número total de alados de *B. brassicae* que chegou às parcelas com cobertura morta, no primeiro momento, foi de 2 indivíduos e, no segundo momento, de 37 indivíduos. Já nas parcelas sem cobertura, no primeiro momento chegaram 524 indivíduos, e, no segundo, 220 indivíduos (Figura 3), os quais foram removidos diariamente após a contagem.

A troca de vasos afetou a chegada de alados tanto nas parcelas com cobertura morta quanto nas parcelas sem cobertura morta. Plantas provenientes de parcelas sem cobertura morta elevaram a chegada de alados de *B. brassicae* em parcela com cobertura morta. Já as plantas provenientes das parcelas com cobertura diminuíram a chegada de *B. brassicae* nas parcelas sem cobertura (Figura 3).

Os resultados indicam que há alterações intrínsecas nas plantas nos dois ambientes e tais alterações permanecem no novo ambiente pelo menos durante os sete dias estudados. A magnitude desse efeito pode ser verificada pela escala da figura 3, onde observou-se que é menor do que o efeito da cobertura morta que continua a repelir a chegada dos pulgões.

Plantas cultivadas em parcelas na presença de coberturas apresentam maior vigor e biomassa do que as crescidas em solo limpo (Albregts & Chandler 1993, Csizinszky *et al.* 1995). Essa diferença pode ser atribuída à conservação da umidade, à temperatura mais elevada do solo, ao controle de ervas daninhas e à elevação dos nutrientes minerais (Decoteau *et al.* 1990, Ham *et al.*, 1993, Wien *et al.* 1993).

Os valores médios das concentrações dos macronutrientes encontrados nesse experimento foram de: Nitrato = 1,30 dag/Kg; Amônio = 1,36 dag/Kg; Cálcio = 1,88 dag/Kg; Enxofre = 0,10 dag/Kg Potássio = 2,41 dag/Kg; Magnésio = 0,43 dag/Kg e Fósforo = 0,46 dag/Kg, os teores de nitrato, amônio, cálcio, enxofre e potássio não apresentaram correlação com a chegada de pulgões. Entretanto, o potássio e o magnésio tiveram o mesmo efeito significativo na redução do afídeo ( $F = 8,76$  e  $p < 0,0001$ ). A presença do macronutriente potássio propicia tecidos mais resistentes e paredes celulares mais espessas, influenciando assim na preferência alimentar e,

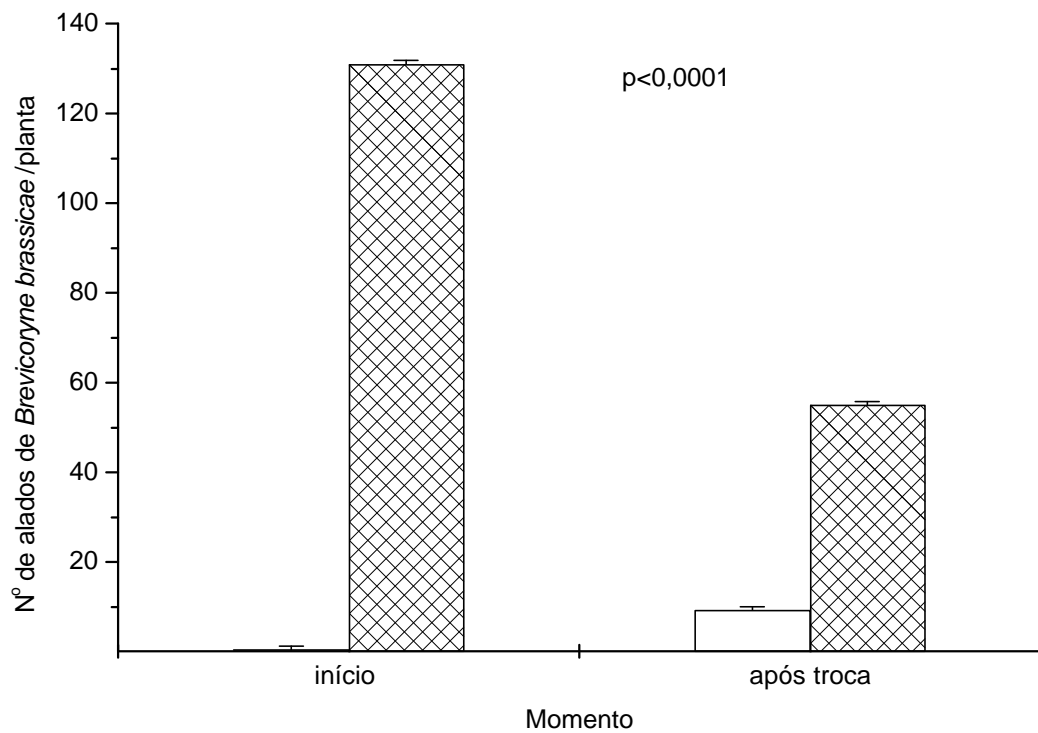
conseqüentemente, tornando as plantas mais tolerantes aos insetos (Van Raij, 1990; Salim & Saxena, 1991).

A radiação de ultravioleta causa diferentes respostas às plantas. Ocorrem maiores acúmulos de tanino no lúmen e fenóis nas células epidérmicas assim como aumento da cutinização. As células epidérmicas se tornam mais espessas, havendo diminuição na área do mesófilo, o que sugere que mais carbono deve ser alocado para os mecanismos de proteção, em detrimento da área fotossintética (Laakso *et al.* 2000). Os resultados sugerem que tais fatores possam ter ocorrido, e que as menores populações de alados nas parcelas com cobertura, provavelmente, também podem ser atribuídas à refletância de luz.

As coberturas de polietileno e palha de arroz também alteram os níveis de carboidratos e açúcares solúveis nas plantas após um período de permanência na cobertura, (Gast & Pollard 1989). Além disso, as plantas na presença da cobertura apresentam valores mais elevados de biomassa, área foliar específica e taxa de crescimento, se comparadas com plantas testemunhas, após as avaliações com remoção das coberturas (Ibarra *et al.* 2001).

O metabolismo de nitrogênio nas plantas sofre influência das coberturas através das modificações nas temperaturas, obtendo-se uma faixa que favorece o seu metabolismo (23-27°C). Sob essas condições experimentais, as plantas mostram maior eficiência na utilização do “N” além de maior produtividade das plantas (Ruiz *et al.* 1999).

As coberturas melhoram as propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, favorecendo o desenvolvimento e produtividade das plantas (Lal *et al.* 1990; Manrique 1995), o que não pode ser observado neste ensaio através da análise foliar, provavelmente, devido ao curto período, uma vez que as folhas foram coletadas apenas sete dias após a colocação da cobertura.



**Figura 3:** Número médio de alados de *Brevicoryne brassicae* que chegaram em plantas de couve em parcelas com cobertura morta e sem cobertura morta (barras com linhas rasuradas), no início (dias 1-7) e após a troca dos vasos (dias 8-14), Viçosa-MG, Brasil, 2002.

## **Capítulo 2 – Mecanismos de ação da cobertura morta (palha de arroz) sobre a população de *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) em couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*).**

### **1 – Introdução**

O uso de cobertura refletiva tem sido empregado com sucesso em diversas culturas, visando ao controle da infestação de afídeos. Materiais sintéticos, casca e palha de arroz, e ainda outras coberturas, têm demonstrado efeitos de emissão de radiação ultravioleta e da variação de temperatura, provocados pelas coberturas (Tindall *et al.* 1991, Brown *et al.* 1993, Orozco-Santos *et al.* 1995, Farias-Larios & Orozco-Santos 1997).

As avaliações apresentadas por diversos pesquisadores sugerem que na presença das coberturas ocorrem menores infestações de afídeos, devido à cor da cobertura utilizada, ao grau de refletância de luz emitido e, provavelmente, ao aumento da temperatura do ar (Costa 1972, Sasaki *et al.* 1987, Summers, *et al.* 1995, Brown *et al.* 1996, Wilson 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os mecanismos de ação da cobertura morta com palha de arroz sobre a população de *M. persicae* em couve.

## 2 - Material e Métodos

### 2.1 - Primeiro Experimento

Este experimento foi desenvolvido na Horta Velha da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. O experimento constou do cultivo de couve comum *Brassica oleraceae* var. *acephala* clone Manteiga da Fazenda, oriunda do banco de germoplasma da UFV. Em estudos anteriores, verificaram-se maiores populações do afídeo *M. persicae* (Leite *et al.* 1996) no clone Manteiga da Fazenda. O experimento constou de cinco blocos ao acaso com dois tratamentos (com e sem cobertura morta). A parcela apresentava 16 plantas, com espaçamento de 0,8 x 0,8 m entre plantas e havia 1,2 m entre parcelas, com distância de 130 m do primeiro bloco para o segundo; 13 m do segundo bloco para o terceiro; 230 m do terceiro bloco para o quarto e 13 m do quarto bloco para o quinto.

Nos dias 16 e 17 de outubro de 2001, foi feito o transplante das mudas, ocasião em que foi realizado desbaste das folhas, mantendo-se 5 folhas/planta. Aplicou-se 2,5 litros/cova de esterco de galinha e 200 g/cova de NPK na formulação de 4-14-8, efetuando-se irrigação por aspersão ao longo dos 15 dias subseqüentes. A metodologia empregada foi baseada nos trabalhos de Pickel *et al.* (1983), Domiciano (1998), Santini & Vieira. (1998), Bacci *et al.* (1998).

Após o transplante, efetuou-se a retirada dos alados, ninfas e adultos de pulgões presentes nas folhas, e foi feita aplicação de palha de arroz com 1,056 Kg Mseca/m<sup>2</sup>, em camada de aproximadamente 10 cm de altura. Os afídeos alados foram amostrados diariamente às 17:00h em todas as folhas das quatro plantas centrais das parcelas, durante o período de 18 de outubro a 1º de novembro de 2001, e removidos após a contagem. Nesse mesmo momento, tomaram-se os dados de temperatura máxima. Os dados de temperatura foram obtidos por termômetros máx-min colocados no centro das parcelas, à altura do dossel das plantas.

Os dados foram analisados por meio da análise de covariância, com erros Quasipoisson, e o teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se a média de alados por planta que chegaram diariamente, durante os 15 dias de leitura e das médias de temperaturas máximas sendo a primeira variável exploratória ( $x_1$ ), os tratamentos (com

e sem cobertura morta) a segunda variável exploratória ( $x_2$ ), o número médio de pulgões a variável resposta ( $y$ ) das parcelas amostradas.

## 2.2 – Segundo Experimento

Em 30 de abril de 2002, foi realizado o transplante das mudas de couve para vasos de polietileno de 28 x 28 cm (14 litros), eliminando-se os afídeos presentes. No dia 30 de maio de 2002, os vasos foram colocados em covas, no campo. O local, o desbaste, a amostragem e a retirada de pulgões, a aplicação da palha de arroz, adubação e irrigação foram feitas similarmente ao 1º experimento.

O experimento constou de cinco blocos ao acaso com dois tratamentos (com e sem cobertura). Cada parcela continha quatro plantas com cinco folhas, sendo as mesmas, amostradas diariamente, com espaçamentos e distâncias, como os do 1º experimento.

A amostragem dos insetos foi realizada entre os dias 30 de maio e 12 de junho de 2002. No dia 05 de junho de 2002, após as leituras, efetuou-se a troca dos vasos: os que estavam nas parcelas com cobertura morta foram transferidos para as parcelas sem cobertura e vice-versa, continuando-se a contagem e retirada dos alados por mais 7 dias. Objetivando verificar o possível efeito da cobertura morta sobre a fisiologia da planta, na mesma data da troca de posições dos vasos, foram retiradas duas folhas/planta em cada parcela, para a análise do teor de nutrientes. O material amostrado foi lavado em água desionizada e seco em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante. Em seguida, foi pesado para obtenção da matéria seca, moído em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de malha 20. Os teores de P, K, Ca, Mg e S foram analisados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O nitrato foi extraído com água desmineralizada, em banho-maria, a 45°C, e sua concentração foi determinada por colorimetria, em espectrofotômetro, a 410 nm (Cataldo *et al.*, 1975). Já o amônio, foi dosado pelo método do salicilato (Kempers & Zweers, 1986) com o reagente Nessler (Jackson, 1982). O nitrogênio total foi calculado através da soma dos valores de nitrato e amônio. O P foi dosado colorimetricamente pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C

conforme Braga & Defelipo (1974); o K, por fotometria de emissão de chama; o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica, e o S, determinado por turbina do sulfato (Blanchar *et al.* 1965).

Os dados de número médio de pulgões por planta e de teores de macronutrientes (potássio e magnésio), foram submetidos à análise de regressão seguida de teste F a 5% de probabilidade. Consideraram-se as variáveis com cobertura morta e sem cobertura morta ( $x_1$ ), os macronutrientes ( $x_2$ ), e o número médio de pulgões a variável resposta ( $y$ ) das parcelas amostradas.

### **2.3 – Terceiro Experimento**

Objetivando-se avaliar o efeito da cobertura morta sobre o crescimento da população de *M. persicae*, efetuou-se a inoculação de um alado por folha em uma planta, em parcelas com e sem cobertura morta. O experimento apresentava 5 repetições e as plantas foram conduzidas similarmente ao 1º experimento. Utilizou-se o clone Manteiga da Fazenda neste estudo, devido as observações anteriores, obtiveram maiores populações do afídeo *M. persicae* (Leite *et al.* 1996). Posteriormente, colocou-se uma tela anti-afídica para impedir tanto a fuga do alado quanto à chegada de novos alados. As inoculações foram realizadas no dia 12 de junho de 2002 e no dia 27 de junho de 2002, efetuou-se a contagem do número de alados, ninfas, adultos e colônias, após 15 dias de infestação.

Os dados foram analisados por meio da análise de variância, com erros Poisson, e o teste F a 5% de probabilidade, durante os 15 dias de infestação, sendo a variável exploratória ( $x_1$ ), os tratamentos (com e sem cobertura morta) e o número de ninfas, adultos e alados de pulgões a variável resposta ( $y$ ) das parcelas amostradas.

### 3 – Resultados e Discussão

#### 3.1 - 1º Experimento

A infestação de *M. persicae* foi menor nas parcelas com o uso de cobertura em relação à testemunha em função do aumento da temperatura ( $F = 39,03$ ;  $p < 0,008$ ), tendo este efeito ocorrido devido à presença da cobertura morta. Durante todo o período de monitoramento, nas parcelas com cobertura morta, foram detectados 83 indivíduos, enquanto que nas parcelas sem a cobertura observou-se a presença de 327 indivíduos (Figura 1), os quais foram removidos diariamente após a contagem.

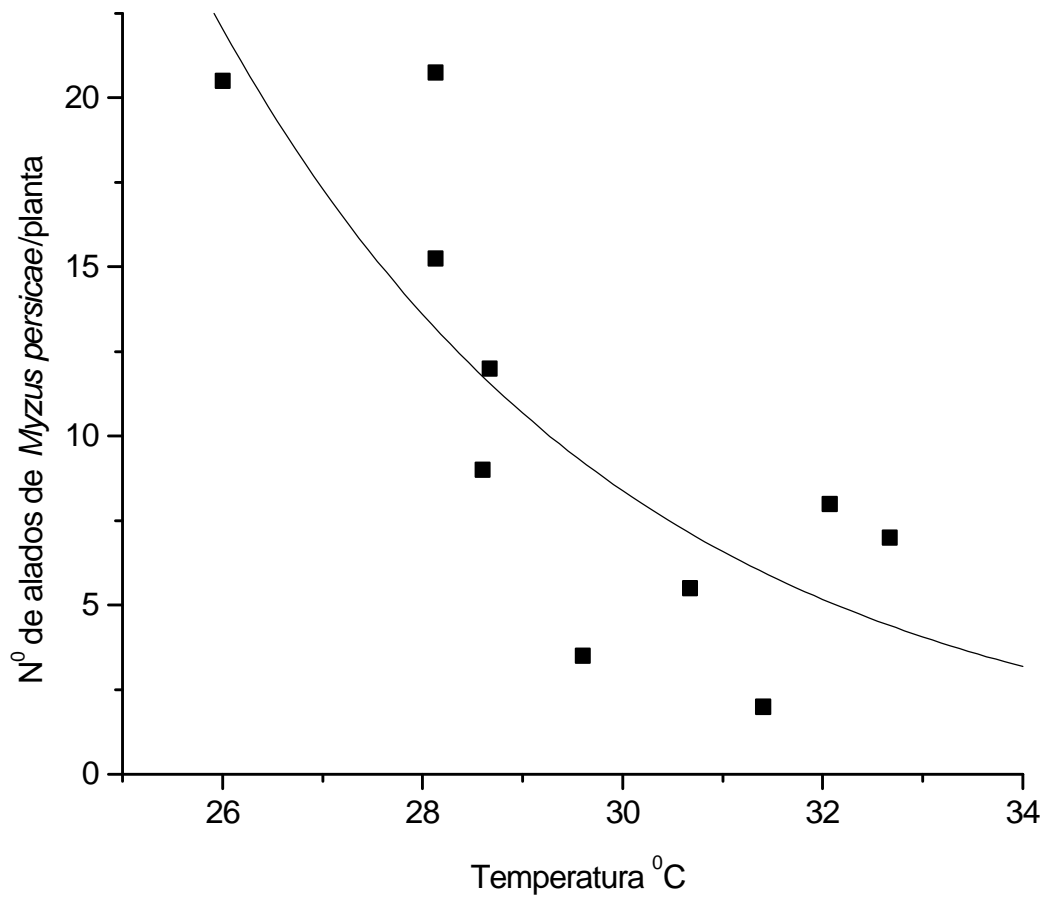
A faixa de temperatura máxima ficou entre 21-36°C e 18-32°C nas parcelas com e sem cobertura morta, respectivamente (Figura 2). A temperatura se elevou mediante o uso de cobertura, evidenciando uma relação entre aumento de temperatura e diminuição significativa na chegada de alados.

As coberturas, além de repelirem os alados pela cor, têm grande efeito sobre a temperatura do solo, e a conseqüente contribuição para o crescimento da planta, além de refletirem calor, o que restringe a chegada de alados (Lamont *et al.* 1990, Orozco-Santos *et al.* 1995, Summers *et al.* 1995, Smith *et al.* 2000). Esses resultados encontrados pelos autores foram obtidos através da comparação da contagem de indivíduos por plantas ou bandejas utilizadas como armadilhas (Summers *et al.* 1995, Brown *et al.* 1996, Farias-Larios & Orozco-Santos 1997, Wilson 1999).

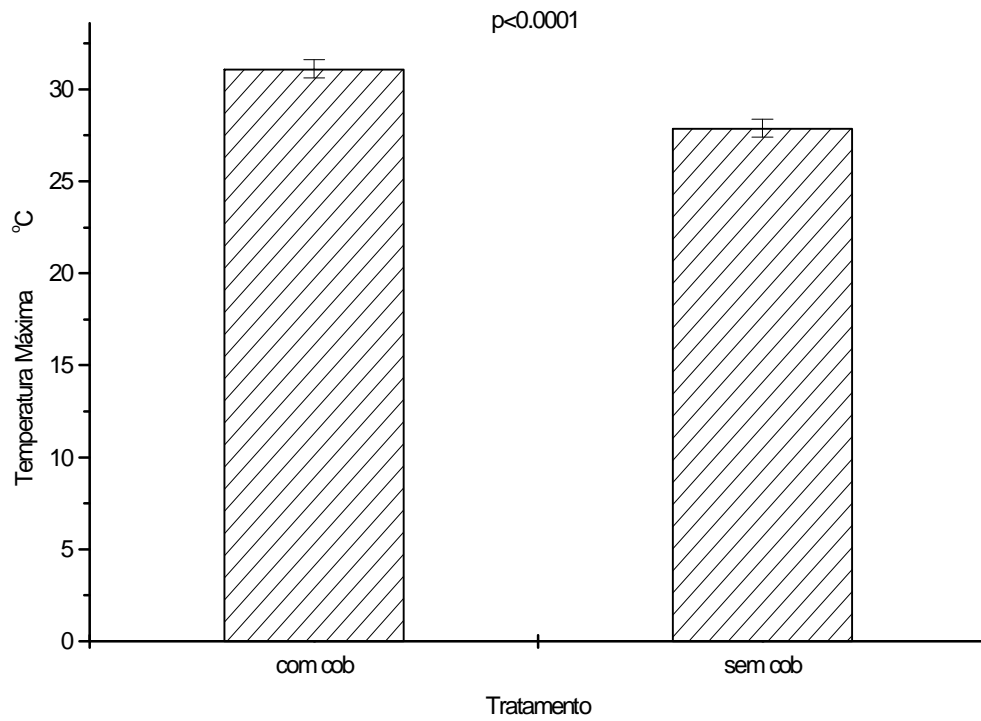
O presente experimento demonstrou que um dos mecanismos do efeito da cobertura morta sobre a população é a redução da chegada de alados. Esse mecanismo atuou sobre *M. persicae* e uma de suas explicações é o aumento da temperatura máxima no dossel das plantas.

A temperatura atua na síntese do polioli acíclico manitol, que não é amplamente encontrado no reino animal, tendo sido registrado apenas em poucos insetos (Somme 1969 e 1982, Gehrken 1984). Os polióis são também conhecidos como protetores das proteínas contra a desnaturação em altas temperaturas (Erarslan 1995). Essa adaptação às temperaturas elevadas nos afídeos parece ser devida ao acúmulo de álcoois polihídricos na hemolinfa sob condições de altas temperaturas, quando é comum a presença de manitol em pulgões (Hendrix & Salvucci, 1998). A síntese desse

composto é estimulada por temperaturas elevadas, e por serem poucos excretados pelos afídeos, acumulam-se na hemolinfa, o que propicia um mecanismo de termo e osmoproteção (Hendrix & Salvucci, 1998, Wolfe *et al.* 1998). Entretanto, o que se pode sugerir neste experimento é que, provavelmente, o manitol não tenha sido sintetizado nos afídeos, talvez pelo fato de que o inseto tivesse tido um gasto energético que o tenha feito preferir plantas que vivem em condições de temperatura inferiores. Não se pode desconsiderar, também, a radiação ultravioleta como responsável pelas menores chegadas de alados (Summers *et al.* 1995, Smith *et al.* 2002).



**Figura 1:** Número de alados de *Myzus persicae* em plantas de couve, em função da temperatura máxima na altura do dossel, com  $F = 39,03$ ;  $G1 = 1,9$ ;  $p < 0,008$  e  $r^2 = 0,60$ ; Viçosa-MG, Brasil, 2001.



**Figura 2:** Temperatura máxima do ar (média) na altura do dossel das plantas de couve em parcelas com e sem cobertura morta (média de 15 dias), Viçosa-MG, Brasil, 2001.

### 3.2 – 2º Experimento

A cobertura morta, como no primeiro experimento, resultou em menor chegada de alados de *M. persicae* ( $F = 26,52$  e  $p < 0,0001$ ) na cultura. A infestação de *M. persicae* foi significativamente menor nas parcelas com cobertura morta do que na testemunha. No primeiro momento, nas parcelas com cobertura morta, ocorreu a chegada de apenas 1 indivíduo, e, no segundo momento, de 61 indivíduos. Nas parcelas sem cobertura, foram registrados, no primeiro momento, 520 alados e 351 no segundo (Figura 3), os quais foram removidos diariamente após a contagem.

A troca de vasos afetou a chegada de alados tanto nas parcelas com cobertura morta quanto nas parcelas sem cobertura morta. Plantas provenientes de parcelas sem cobertura morta atraíram mais alados de *M. persicae* quando colocadas em parcela com cobertura morta. Já as plantas provenientes das parcelas com cobertura tiveram menor infestação de *M. persicae* nas parcelas sem cobertura.

Os resultados indicam que há alterações intrínsecas nas plantas nos dois ambientes e tais alterações permanecem no novo ambiente pelo menos durante os sete dias estudados. A magnitude desse efeito pode ser verificada pela escala da figura 3, onde observou-se que é menor do que o efeito da cobertura morta que continua a repelir a chegada dos pulgões.

Na presença de coberturas, as plantas apresentam maior vigor e biomassa do que as crescidas em solo limpo (Albregts & Chandler 1993, Csizinszky *et al.* 1995), o que pode ser atribuído à conservação da umidade, à temperatura mais elevada do solo, ao controle de ervas daninhas e à elevação dos nutrientes minerais (Decoteau *et al.* 1990, Ham *et al.*, 1993, Wien *et al.* 1993).

Os valores médios das concentrações dos macronutrientes encontrados nesse experimento foram de: Nitrato = 1,30 dag/Kg; Amônio = 1,36 dag/Kg; Cálcio = 1,88 dag/Kg; Enxofre = 0,10 dag/Kg Potássio = 2,41 dag/Kg; Magnésio = 0,43 dag/Kg e Fósforo = 0,46 dag/Kg, os teores de nitrato, amônio, cálcio, enxofre e potássio não apresentaram correlação com a chegada de pulgões. Entretanto, o potássio e o magnésio tiveram o mesmo efeito significativo na redução do afídeo ( $F = 9,12$  e  $p < 0,0001$ ). A presença do macronutriente potássio propicia tecidos mais resistentes e paredes celulares mais espessas, influenciando assim na preferência alimentar e,

conseqüentemente, tornando as plantas mais tolerantes aos insetos (Van Raij, 1990; Salim & Saxena, 1991).

As plantas respondem diferentemente à radiação de ultravioleta, ocorrendo maior acúmulo de tanino no lúmen e fenóis nas células epidérmicas assim como aumento da cutinização. As células epidérmicas se tornam mais espessas, havendo também, diminuição na área do mesófilo, sugerindo que mais carbono deve ser alocado para os mecanismos de proteção, em detrimento da área fotossintética (Laakso *et al.* 2000). Contudo, nossos resultados podem sugerir que tais fatores possam ter ocorrido, e que as menores populações de alados nas parcelas com cobertura, podem, provavelmente, ser atribuídas também à refletância de luz.

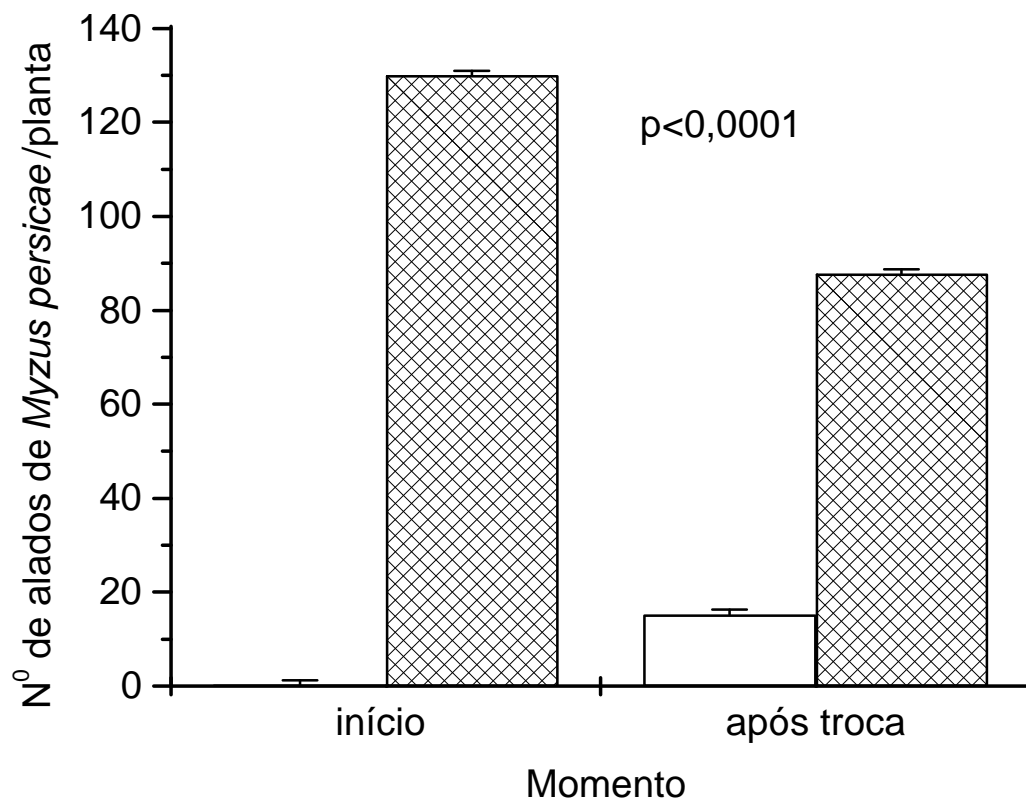
Os afídeos especialistas e generalistas sofrem alterações no comportamento alimentar e na taxa intrínseca de crescimento da população devido às radiações ultravioleta emitidas, ocorrendo, nos generalistas, desenvolvimento ainda menor. Os generalistas têm aproveitamento inferior do glucosinalato que pode ser sintetizado pelas plantas, das concentrações de aminoácidos do floema e acusam menores taxas intrínsecas de crescimento da população, em conseqüência das radiações, (Cole 1997a). A planta hospedeira influencia, de uma maneira diferenciada, o comportamento alimentar de *M. persicae*, e o tempo gasto na penetração do xilema é a maior diferença no comportamento dos dois afídeos (Cole 1997b).

As coberturas alteram os níveis de carboidratos e açúcares solúveis nas plantas após um período de permanência (Gast & Pollard 1989). Além disso, as plantas na presença da cobertura apresentam valores mais elevados de biomassa, área foliar específica e maior taxa de crescimento vegetativo, se comparadas com plantas testemunhas, resultados estes observados após a remoção das coberturas (Ibarra *et al.* 2001).

Já o metabolismo do nitrogênio nas plantas sofrem influência das coberturas através da alteração da temperatura, havendo uma faixa que favorece o seu metabolismo (23-27°C). Sob essas condições experimentais, as plantas mostraram maior eficiência na utilização do “N” assim como maior produtividade (Ruiz *et al.* 1999).

As propriedades biológicas, físicas e químicas do solo são alteradas pelas coberturas, favorecendo o desenvolvimento e produtividade das plantas (Lal *et al.*

1990; Manrique 1995), o que não pode ser observado neste experimento, após a análise foliar, provavelmente, devido ao curto período de permanência das folhas na cobertura, uma vez que elas foram coletadas sete dias após a colocação da cobertura.



**Figura 3:** Número médio de alados de *M. persicae* em plantas de couve em parcelas com cobertura morta e sem cobertura morta (barras com linhas rasuradas), no início (dias 1-7) e após a troca dos vasos (dias 8-14), Viçosa–MG, Brasil, 2002.

### 3.3 – 3º Experimento

A presença da cobertura morta resultou em menor taxa de crescimento da população de *M. persicae*, expressa em menor número de ninfas, adultos e menor número de alados se comparada com a testemunha ( $F = 35.62$ ; 8,12; e  $p < 0,0001$ ;  $p < 0,03$  respectivamente) (Figura 1) isto, devido a uma maior temperatura na altura do dossel das plantas, como também, pode-se sugerir que a refletância de luz, maior umidade e melhores condições nutricionais contribuíram para uma menor reprodução do pulgão.

O crescimento populacional encontrado neste experimento nas parcelas com cobertura, foi de 31 adultos e ninfas a 33,8°C durante 15 dias, com 1 alado por colônia. Já nas parcelas sem cobertura morta, foi de 318 adultos e ninfas a 28,9°C durante 15 dias, com 3 alados por colônia.

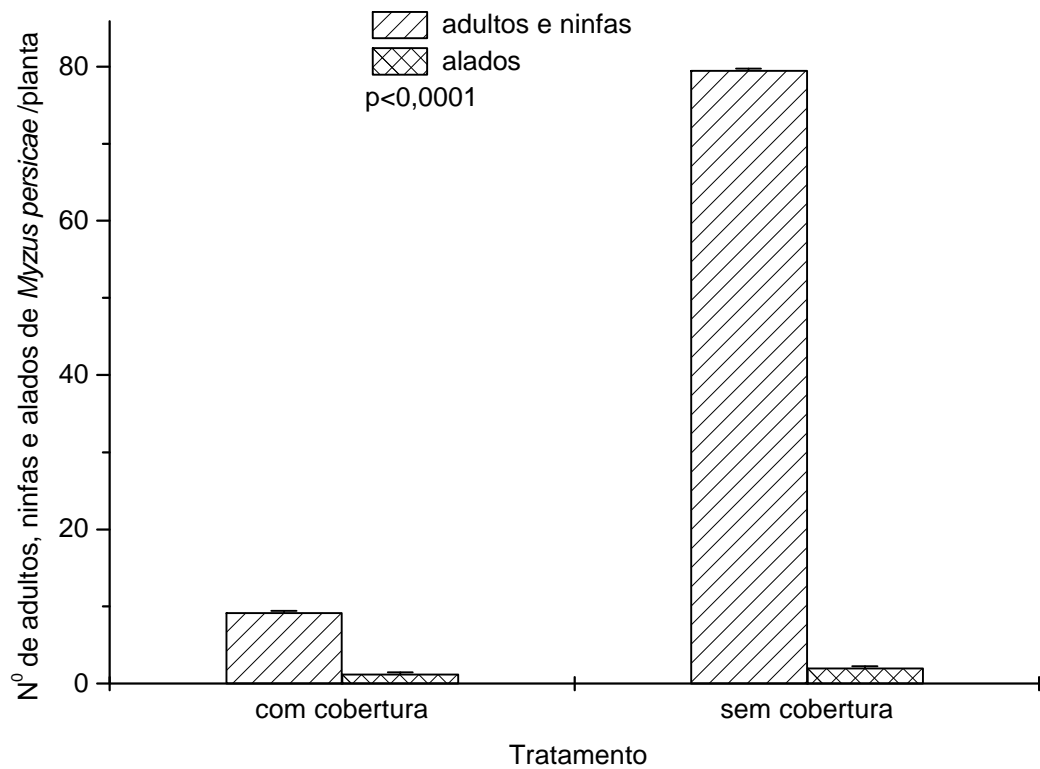
Os resultados encontrados nesse trabalho corroboram com os de Kring & Schuster (1992), Wilson (1999), Stapleton & Summers (2002), os quais observaram a redução da população de afídeos com o uso de coberturas, devido ao grau de refletância de luz e aumento de temperatura provocado pelas coberturas.

Os afídeos especialistas e generalistas sofrem alterações no comportamento alimentar e na taxa intrínseca de crescimento da população devido às radiações ultravioleta emitidas, ocorrendo, nos generalistas, desenvolvimento ainda menor. Os generalistas têm aproveitamento inferior do glucosinalato que pode ser sintetizado pelas plantas, das concentrações de aminoácidos do floema e acusam menores taxas intrínsecas de crescimento da população, em consequência das radiações, (Cole 1997a). A planta hospedeira influencia, de uma maneira diferenciada, o comportamento alimentar de *M. persicae*, e o tempo gasto na penetração do xilema é a maior diferença no comportamento dos dois afídeos. O autor observou ainda, que a presença de fagoestimulantes, tais como glucosinolatos na superfície das folhas, ou ao longo do estilete, faz com que *M. persicae*, não aceite algumas espécies de brássicas (como por exemplo: *B. oleraceae* var. *botrytis*, *B. junica*, *B. nigra*, *B. campestris*) (Cole 1997b).

Temperaturas entre 25-30°C aceleram o crescimento populacional de algumas espécies de afídeos, como *A. gossypii*, *L. erysimi* e *M. persicae* (Tsai & Wang, 1999,

Xia *et al.* 1999, Liu & Yue 2001), e temperaturas superiores a 30°C correspondem a baixas populações (Oliveira, 1971, Rossi *et al.* 1990).

Nesse experimento, obteve-se uma faixa de 25-28,9°C nas parcelas sem cobertura morta, ocorrendo uma maior taxa de crescimento de *M. persicae*. Já nas parcelas com cobertura morta, obteve-se uma faixa de 29-33,8°C limitando o crescimento populacional durante os 15 dias. Pode-se sugerir ainda que, provavelmente, tenha ocorrido uma síntese de manitol nos afídeos nas parcelas com cobertura morta, devido às altas temperaturas encontradas, favorecendo o seu desenvolvimento, atuando como termo e osmoproteção, uma vez que não foi observada mortalidade nas parcelas.



**Figura 1:** Número de adultos, ninfas e alados de *Myzus persicae* em folhas de couve na presença e na ausência de cobertura morta após 15 dias de infestação Viçosa–MG, Brasil, 2002.

#### 4 – Conclusões

A presença da cobertura morta com palha de arroz resultou em menor chegada de alados de *B. brassicae* e de *M. persicae* em folhas de couve. Esse efeito foi devido, ao menos parcialmente, à elevação da temperatura com a cobertura morta;

Plantas provenientes de parcelas sem cobertura morta elevam a chegada de alados de *B. brassicae* e de *M. persicae* em parcelas com cobertura morta;

Plantas provenientes de parcelas com cobertura morta diminuem a chegada de alados de *B. brassicae* e de *M. persicae* em parcelas sem cobertura morta;

O crescimento da população de *M. persicae* foi menor nas parcelas com cobertura morta.

## 5 - Literatura Citada

- Abdul-Baki, A., C. Spence, & R. Hoover. 1992.** Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market yield tomatoes. *Hortscience*. 27(7): 787-789.
- Adashekevich, B.P. 1984.** Integrated protection of cabbage. Experiment and problems. *Rev. Appl. Entomol. Ser. – A, Res.* 64(12): 2028-2029.
- Al-Assir, I.A., I.G. Rubeiz, & R.Y. Khoury. 1992.** Yield response of greenhouse cantaloupe to clear and black plastic mulches. *Biol. Agric. Hortic.* 8: 205-209.
- Albregts, E.E. & C.K. Chandler. 1993.** Effect of polyethylene mulch color on the fruiting to response of strawberry. *Soil Crop Sci. Soc. Fla.* 52: 40-43.
- Amin, A.H. & G.M.El-Defrawy. 1983.** The effects of constant thermohigrographic factors on the biology of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn.) (Hemiptera: Homoptera: Aphididae) *Z. Angew. Zool.* 69(4): 421-8.
- Araújo, R.L. 1936.** O pulgão do algodoeiro. *O Biol. São Paulo*, 2(1): 29-30.
- Bacci, L.I., M. Picanço, M.F. Moura, G.L.D Leite, & E.R. De Carvalho. 1998.** Eficácia dos inseticidas Mospilan 200 OS e Cartap BR 500 no controle dos pulgões *Brevicoryne brassicae* e *Myzus persicae*, e seus impactos sobre inimigos naturais em repolho. XVII Cong. Bras. Entomol. VII Enc. Nac. Fitos. Res. p. 427.
- Bale, J.S., R. Harrington, & M.S. Clough. 1988.** Low temperature mortality of the peach-potato aphid *Myzus persicae*. *Ecol. Entomol.* 13: 121-129.
- Bennison, J.A. & S.P. Corless. 1993.** Biological control of aphids on cucumbers: further developmental of open rearing units or “banker plants” to aid establishment of aphid natural enemies. In: LENTEREN, J.C. van (ed). *Integrated Control in glasshouse* [S.1.]: IOBC/WPRS, 1993. p - 5-8 (IOBC/WPRS Bul. 16:(2)).
- Berry, R.W. & R.G. Simpsons. 1964.** Fligth activities of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulz.) a natural vector of potato leafroll virus in Colorado. *Technol. Bul. Col. Agric. Exp. Stat.* 92: 1-34.
- Bhella, H.S. 1998.** Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. *J. Am. Soc. Hortic.* 113(4): 543-546.
- Blanchar, R.W., G. Rehm, & A.C. Caldwell. 1965.** Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. *Proc.-Soil Sci. Soc. Am.* 29(1): 71-72.

- Blackman, R.L. & V.P. Eastop. 1984.** Aphid on the world's crops: an identification guide. Chichester: J. Wiley, p. 466.
- Braga, J.M. & B. Defelipo. 1974.** Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. Ver. Cer. 21(113): 73-85.
- Brioso, P.S.T. 1996.** Doenças causadas por vírus em pimentão. Info. Agropecu. (18) 74-80.
- Brown, J.E.; J.M., Dangler, F.M. Woods, K.M. Tilt, M.D. Henshaw, W.A. Griffey & M.S. West. 1993.** Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. HortScience. 28(9): 895-896.
- Brown, J.E., R.P. Yates, C. Stevens, V.A. Khan, & J.B. Witt. 1996.** Reflective mulches increase yields, reduce aphids and delay infection of mosaic viruses in summer squash. J. Veg. Crop Prod. 2: 55-60.
- Brust, G.E. 2000.** Reflective and black mulch increase yield in pumpkins under virus disease pressure. J. Econ. Entomol. 93: (3) 828-833.
- Budnik, K. M.D. Laing, & J.V. Da, Graca 1996.** Reduction of yield losses in pepper crops caused by potato virus Y in KwaZulu Natal, South África, using plastic mulch and yellow sticky traps. Phytopathology. 24: 119-124.
- Cartwright, B.; B.W. Roberts. T.K. Hartz, & J.V. Edelson. 1990.** Effects of mulches on population increase of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) on bell peppers. Southwest Entomol. 15(4): 475-479.
- Casali, V.W.D. & R.F.Silva. 1983** Cultivares de brássicas. Info. Agropecu. 9(98): 14-16.
- Cataldo, D.A., M. Aarón, L.E. Schrader, & V.L. Youngs. 1975.** Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. Commun. Soil Sci. Plant Nutr. 9(2) 115-130.
- Cole, R.A. 1997a.** Comparison of feeding behaviour of two brassica pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. Entomol. Exp. Appl. 85: (2) 135-143.
- Cole, R.A. 1997b.** The relative of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. Entomol. Exp. Appl. 85: (2) 121-133.

- Costa C.L. 1972.** Emprego de superfícies reflectivas repelentes aos afídeos vectores, no controle das moléstias de vírus das plantas. Piracicaba, ESALQ-USP, p. 94 (Tese de Doutorado).
- Csizinky, A.A., D.J. Schuster, & J.B. Kring. 1995.** Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Am. Soc. Hortic.* 120 (5): 778-784.
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, & P.G.Hunt. 1990.** Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. *HortScience* 25: 460-462.
- Domiciano, N.L. 1998.** Controle químico do pulgão ceroso das crucíferas, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) na cultura da canola. XVII Cong. Bras. Entomol. VII Enc. Fitos. Res. p. 392.
- Ekbom, B.S. & I. Ahman. 1981.** The fungus *Verticillium fusisporum* as an insect pathogen. *Rev. Appl. Entomol. – Ser. A*, 69(3): 192.
- Erarslan, A. 1995.** The effect of polyol compounds on the thermostability of penicillin G acylase from a mutant of *Escherichia coli* ATCC 11105. *Proc Biochem* 30:133-139.
- Farias-Larios, J. & M. Orozco-Santos. 1997.** Effect of polyethylene mulch colour on aphid populations, soil temperature, fruit quality, and yield of watermelon under tropical conditions. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 25: 369-374.
- Furiatti, R.S., S.M.N. Lázari, & A.M.R. Almeida. 1996.** Técnica para a detecção de carboxylase em *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Bras.* 25: 151-152.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira-Neto, R. P.L. Carvalho, G.C. de Batista, E. Berti-Filho, J.R.P.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes, & C. Omoto. 2002.** *Entomologia Agrícola. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiros*, vol. 10, p.1-920.
- Gast, K.L.B. & J.E. Pollard. 1989.** Seasonal differences in soluble and insoluble carbohydrates in row covered and non-row covered strawberry. *Plant-Prod.* 265: 369-376.
- Gehrken, U. 1984.** Winter survival of an adult bark beetle *Ips acumintus* Gyll. *J. Insect Physiol.* 30:421-429.
- Gliessman, S.R. & M.A. Altieri. 1982.** Polyculture cropping has advantages. *Calif. Agric.* 36(7): 14-16.

- Gilkeson, L.A. 1990.** Biological control of aphids in greenhouse sweet peppers and tomatoes. In: BRODSGAAD, H., BENNISON, J., LENTEREN, J.C. van. Integrated control in glasshouses. [S.l.]: IOBC/WPRS, 1990. p. 64-70. (IOBC/WPRS Bul. 13(5)).
- Gravena, S. 1990.** Manejo Integrado de Pragas no Pomar. Jaboticabal, FUNEP, CEMIP/DEN. p. 33.
- Gravena, S., F.M Wiendl, & J.M. Walder. 1977.** Emprego de pulgões marcados com  $^{32}\text{P}$  para estudos sobre a eficiência de dois predadores no controle biológico. An. Soc. Entomol. Bras. 6(1): 125-129.
- Greenough, D.R.; L.L.Black, & W.P. Bond. 1990.** Aluminum-surfaced mulch: an approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. Plant Dis. 74: 805-808.
- Grutzmacher, A.E., D.D. Loeck, R. Azevedo, & F.L.Perini, 1998.** Controle do pulgão *Myzus persicae* na cultura do fumo com inseticida Mospilan na forma de pulverização. XVII Cong. Bras. Entomol. VII Enc. Fitos. Res. p. 318.
- Hagvar, E.B. & T. Hofsvang. 1991.** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. Biocontrol. News Info. 12(1): 13-41.
- Ham, J.M., G.J. Kluitenberg, & W.J. Lamont. 1993.** Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 118(2): 188-193.
- Hamilton, G.C., R.L. Kirkland, & I.D.R. Peries. 1982.** Population ecology of *Schizaphis graminum* (Rondoni) (Homoptera: Aphididae) on grain sorghum in central Missouri. Environ. Entomol. 11: 618-628.
- Harpaz, I. 1982.** Nonpesticidal control of vector-borne viruses. In Pathogens, Vectors and Plant Diseases: Approaches to Control, pp. 1-2. Eds K. F. Harris and K. Maramorosch. New York, USA: Academic Press.
- Harrington, R. & X.N. Cheng. 1984.** Winter mortality development and reproduction in a field population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in England. Bul. Entomol. Res. 74: 633-640.
- Harrington, R.; G.M. Tatchell, & J.S. Bale. 1990.** Weather life cycle strategy and spring populations of aphids. Acta Phytopathology Entmol. 25: 423-432.

- Hendrix, D.L. & Salvucci, M.E. 1998.** Polyol metabolism in homoptera at high temperatures: accumulation of mannitol in aphids (Aphididae, Homoptera) and sorbitol in whiteflies (Aleyrodidae, Homoptera). *Comp. Biochem. Physiol.* 120A:487-494.
- Hughes, R.D. 1963.** Population dynamics of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus). *J. Anim. Ecol.* 32: 393-424.
- Huiza, I.R. & P.M.S. Ortiz. 1982.** Some Aphidiine (Hymenoptera: Braconidae) that parasitise aphids (Homoptera: Aphididae) in Peru. *Rev. Appl. Entomol. Ser. - A*, 70 (7): 468.
- Ibarra, L., J. Flores, & J. Díaz-Pérez. 2001.** Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers. *Sci. Hortic.* 87: 139-145.
- Ilharco, F.A. 1992.** *Equilíbrio biológico de afídeos*. Braga: Fund. Col. 303p.
- Jackson, M.L. 1982.** *Análisis químico de suelos*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A., p. 662.
- Jones, R.A.C. 1991.** Reflective mulch decreases the spread of two non-persistently aphid transmitted viruses to narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*). *Ann. Appl. Biol.* 118: 79-85.
- Kartasheva, T.T. & V.K. Dereza. 1983.** Syrphiids – predators of the cabbage aphid in the chu lowlands of kirgizia. *Rev. App. Entomol. Ser. – A*, 71(11): 857.
- Kempers, A.J. & A. Zweers. 1986.** Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17(7): 715-723.
- Kilinger, G.G. & M.F. Abou-Guadir, 1979.** Bionomics of the turnip on two turnip cultivars. *J. Econ. Entomol.* 72(5): 754-757.
- Kring, J.B. & D.J. Schuster. 1992.** Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. *Fla. Entomol.* 75: 119-129.
- Laakso, K., J.H. Sullivan & S. Huttunen. 2000.** The effects of UV-B radiation on epidermal anatomy in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Plant, Cell & Environ.* 23(5): 461.
- Lal, R., De D. Vleeschauer, & R.N. Malafa, 1980.** Changes in properties of a newly cleared tropical alfisol as affected by mulching. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 827-833.

- Lamont, W.J., K.A. Sorenson, & C.W. Averre, 1990.** Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. *HortScience* 25: 1305.
- Lara, F.M., J. Mayor Jr, A. Coelho, & J.B Fornasier. 1978.** Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). I Preferência em condições de campo e laboratório. *An. Soc. Entomol. Bras.* 7(2): 175-182.
- Lara, F.M., F. Dal Acqua, & J.C. Barbosa, 1982.** Integração de variedade resistente de couve *Brassica oleracea* var. acephala, com casca de arroz, no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). *An. Soc. Entomol. Bras.* 11(2): 209-19.
- Leite, G.L.D., M. Picanço, C.S. Bastos, J.M. de Araújo, & A.A. Azevedo. 1996.** Resistência de clones de couve comum ao pulgão verde. *Hortic. Bras.* 14(2): 178-181.
- Liu, T.X. & B.S. Yue. 2001.** Comparison of life history parameters between alate and apterous forms of turnip aphid (Homoptera: Aphididae) on cabbage under constant temperature. *Fla. Entomol.* 84: (2) 239-242.
- Manrique, L.A. 1995.** Mulching in potato systems in the tropics. *J. Plant Nutr.* 18: 593-616.
- Mariconi, F.A.M., A.P.L. Zamith, & M. Menezes. 1963.** “Pulgão das brássicas” *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus 1758), estudo descritivo, bionômico e de combate. *Oleric. Bras.* 3: 165-202.
- Mariconi, F.A.M. 1981.** **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**, 4 ed. São Paulo: Nobel, Tomo II, 200p.
- Mc Pherson, R.M. & D.E. Brann. 1983.** Seasonal abundance and species composition of aphids (Homoptera: Aphididae) in Virginia small grains. *J. Econ. Entomol.* 76(2): 272-4.
- Nogueira, S.B. 1981.** Pragas das brássicas. In: *Cultura de brássicas*, Viçosa, U.F.V., p. 50. (Bol. n° 79).
- O'Donnell, M.S. & T.H. Coaker. 1976.** Potencial of intra-crop diverdity for the control of brassica pests. *Rev. Appl. Entomol. – Ser. A*, 64(12): 2090.
- Orozco-Santos, M., O. Lopez-Arriaga, O. Perez-Zamora, & F. Delgadillo-S. 1994.** Effect of transparent mulch, floating row and oil sprays on insect populations, virus disease and yield of cantaloup. *Biol. Agric. Hortic.* 10: 229-234.

- Orozco-Santos, M., O. Perez-Zamora, & O. Lopez-Arriaga. 1995.** Effect of transparent mulch on insect populations, virus diseases, soil temperature, and yield of cantaloup. *N Z. J. Crop Hortic. Sci.* 23: 199-204.
- Oliveira, A.M. 1971.** Observações sobre a influência de fatores climáticos nas populações de afídeos em batata. *Pesq. Agropecu. Bras.* 6: 163-172.
- Paula, S.V. de, M.C. Picanço, F.H. Koga, & J.C. de Moraes. 1995.** Resistência de sete clones de couve comum a *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Bras.* 24(1): 99-104.
- Peña-Martínez, R. 1992.** Biología de afidos y su relación com la transmisión de virus. In: **URIAS, M.C., RODRÍGUES, M.R. ALEJANDRE, A.T.** (eds.) Afídeos como vetores de vírus en México. México: Centro de Fitopatología, 1:11-35.
- Pickel, C. R.C. Mount, F.G. Zalom, & L.T.Wilson, 1983.** Monitoring aphids on Brussels sprouts. *Calif. Agric.* 37 (5/6): 24-5.
- Rossi, M.M. J.C.Matioli, & C.F. Carvalho. 1990.** Efeitos de fatores climáticos sobre algumas espécies de pulgões (Homoptera: Aphididae) na cultura da batata, em Lavras-MG. *An. Soc. Entomol. Bras.* p. 76-86.
- Rubeiz, I. G.; Z.U. Naja, & M.N. Nimah. 1991.** Enhancing late and early yield of greenhouse cucumber with plastic mulches. *Biol. Agric. Hortic.* 8: 67-70.
- Ruiz, J.M., J. Hernandez, N. Castilla & L. Romero. 1999.** Potato performance in response to different mulches. 1. Nitrogen metabolism and yield. *J. Agric. Food Chem.* 47(7): 2660-2665.
- Santini, A.R. Lessi, & F.G.Vieira, 1998.** Estudo do efeito de inseticidas no controle de pulgões (*Myzus persicae*) na cultura da batata. XVII Cong. Bras. Ent. VIII Enc. Fit. Res. 1: 320.
- Salgado, L.O. 1983.** Pragas das brássicas, características e métodos de controle. *Info. Agropecu.* 9(98): 43-47.
- Salim, M. & R.C. Saxena, 1991.** Nutritional stress and varietal resistance in rice: effects on whitebacked planthopper. *Crop Science*, 31: 797-805.
- Santa-Cecília, L.V.C.; C.R.R. de Gonçalves-Gervásio, R.M.S. Torres, F.R. Nascimento, & M.V. Souza. 2000.** Functional response of *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) at different densities of the aphid *Myzus persicae*

- (Homoptera: Aphididae). XXI Inter. Cong. Intern. Entomol. XVII Bras. Cong. Entomol. Res. p. 415.
- Sasaki, E.T., M.S. Honda, & M.H. Calafiori. 1987.** Uso de papel alumínio e palha de arroz como replentes a pulgão *Aphidius* sp em couve-manteiga (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). Ecos. 12: 35-40.
- Schelt, J. van. 1994.** The selection and utilization of parasitoids for aphid control in glasshouses. Exp. Appl. Entomol. 5: 151-155.
- Schelt, J. van; J.B. Douma, & W.J. Ravensberg. 1990.** Recent developments in the control of aphids in sweet peppers and cucumbers. In: LENTEREN, J.C. van (ed.) Integrated control in glasshouse. {S.1.}: IOBC/WPRS, P. 190-193. (IOBC/WPRS BUL. 13(5)).
- Scott, S.J.; P.J. Mcleod, F.W.Montgomery, & C.A. Hander. 1989.** Influence of reflective mulch on incidence of thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in staked tomatoes. J. Econ. Sci. 24: 422-427.
- Smith, H.A., R.L., Koenig, H.J Mcauslane, & R. Mcsorley. 2000.** Effect of silver reflective mulch and a summer squash trap crop on densities of immature *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on organic bean. J. Econ. Entomol. 93: (3) 726-731.
- Somme, L. 1969.** Mannitol and glycerol in overwintering aphid eggs. Nor J Entomol 16:107-111.
- Somme, L. 1982.** Supercooling and winter survival in terrestrial arthropods. Comp Biochem Physiol 73A:519-543.
- Souza-Silva, C.R. & F.A. Ilharco. 1995.** Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras: Lista preliminar. São Paulo, UDUFSCar, p. 85.
- Stapleton, J.J. & C.G. Summers, 2002.** Reflective mulches for management of aphids and aphid-borne virus diseases in late-season cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Cantalupensis*). Crop Prot. (In press).
- Starý, P. 1993.** Alternative host and parasitoid in first method in aphid pest management in glasshouses. J. Appl. Entomol. 116: 187-191.
- Summers, C.G.; J.J. Stapleton, A.S. Newton, R.A. Duncan, & D. Hart. 1995.** Comparison of sprayable and film mulches in delaying the onset of aphid-transmitted virus diseases in zucchini squash. Plant Dis. 79: 1126-1131.

- Talekar, N.S. & S.T. Lee. 1985.** Seasonality of insect pest of Chinese cabbage and common cabbage in Taiwan. *Plant Prot. Bul.* 27(1): 47-52.
- Tindall, A.J.; B.R. Beverly, & D.E. Radcliffe. 1991.** Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. *Agron. J.* 83: 1028-1034.
- Theunissen, J. & H.D. Ouden. 1981.** Effects of intercropping with *Spergula arvensis* on pests of brussels sprouts. *Rev. Appl. Entomol. Ser. – A* 69(2): 1359.
- Trumble, J.T. 1982.** Temporal occurrence, sampling, and within-field distribution of aphids on broccoli in Coastal California. *J. Econ. Entomol.* 75: 378-82.
- Trumble, J.T.; H. Nakakihara, & W. Carson. 1982.** Monitoring aphid infestation on broccoli. *Calif. Agric.* 36(11/12): 15-6.
- Tsai, J.H. & K.H Wang. 1999.** Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. *Environ. Entomol.* 28: (3) 412-419.
- Tukahirwa, E.M. & T.H. Coaker. 1983.** Effects of mixed cropping on some insect pests of brassicas: reduced *Brevicoryne brassicae* infestations and influences on epigeal predators and the disturbance of oviposition behaviour in *Delia brassicae*. *Rev. Appl. Entomol. – Ser. A* 71(2): 155.
- Van Raij, B. 1990.** Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fósforo - **POTAFOS**, tradução Bernardo Van Raij. Piracicaba. 45 p.
- Xia, J.Y., W. van der Werf, & R. Rabbinge. 1999.** Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 90: (1) 25-35.
- Walker, G.P.; L.R. Nault, D.E. Simonet. 1984.** Natural mortality factors acting on potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae*) populations in processing-tomato in Ohio. *Environ. Entomol.* 13(3): 724-732.
- Webb, S.E. & S.B. Linda,. 1992.** Evaluation of spunbonded Polyethylene row cover as a method of excluding insects and viruses affecting fall-grown squash in Florida. *Hortic. Entomol.* 85(6): 2347-2352.
- Wien, H.C., P.L. Minotti, & V.P. Grubinger. 1993.** Polyethylene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. *J. Am. Soc. Hortscience* 118: 207-211.

- Wilson, C.R. 1999.** The potential of reflective mulching in combination with insecticide sprays for control of aphid-borne viruses of iris and tulip in Tasmania. *Ann. Appl. Biol.* 134: 293-297.
- Wolfe, G.R., Hendrix, D.L. & Salvucci, M.E. 1998.** A thermoprotective role for sorbitol in the silver whitefly honeydew. *J. Insect Physiol* (In press).
- Wuang, L. & Z.M. Tang. 1983.** Control of aphids with gingfencin. *Rev. Appl. Entomol. – Ser. A* 71(10): 805.