

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**POTENCIAL PLÁSTICO E INIMIGOS NATURAIS DO  
AFÍDEO *Brevicoryne brassicae* (Linné, 1758) EM  
DUAS VARIEDADES DE *Brassica oleraceae* L.**

CRISTIANE DIAS PEREIRA

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> CECÍLIA LOMÔNACO DE PAULA

Monografia apresentada à coordenação do  
curso de Ciências Biológicas, da  
Universidade Federal de Uberlândia, para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas.

Uberlândia - MG  
Fevereiro - 1999

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**POTENCIAL PLÁSTICO E INIMIGOS NATURAIS DO  
AFÍDEO *Brevicoryne brassicae* (Linné, 1758) EM  
DUAS VARIEDADES DE *Brassica oleraceae* L.**

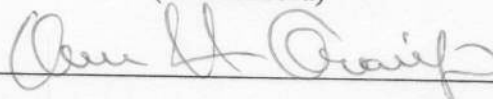
CRISTIANE DIAS PEREIRA

APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA EM 09/02/99 Nota 10,0,0



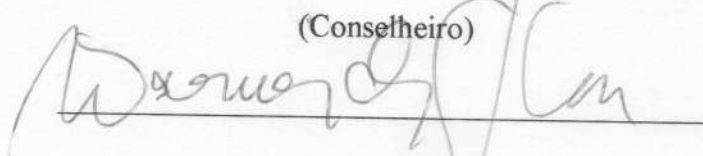
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cecília Lomônaco de Paula

(Orientadora)



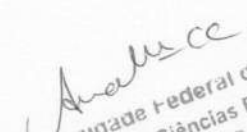
Prof. Dr. Glein Monteiro de Araújo

(Conselheiro)



Prof. Dr. Warwick Estevam Kerr

(Conselheiro)

  
Universidade Federal de Uberlândia  
Centro de Ciências Biomédicas  
Prof.<sup>a</sup> Ana Maria Coelho Carvalho  
Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas

Uberlândia, 09 de Fevereiro de 1999

**Dedico este trabalho aos meus pais Miguel e Joana, pelo exemplo de luta, pelo sacrifício, pelo amor e incentivo e aos meus irmãos Cleuton e Cleber, pelo apoio e saudade.**

***“Ontem, um menino que brincava me falou  
que hoje é semente do amanhã!  
Para não ter medo, que este tempo vai passar,  
Não se desespere, nem pare de sonhar.  
Nunca se entregue, nasça sempre com as manhãs,  
Deixe a luz do sol brilhar no céu do seu olhar.  
Fé na vida  
Fé no homem.  
Fé no que virá.  
Nós podemos tudo, nós podemos mais.  
Vamos lá fazer o que será.”***

***(Gonzaguinha)***



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à luz divina, que sempre olhou pelos meus passos nesta etapa de minha vida.

À profa. Dra. Cecília Lomônaco de Paula, minha estimada orientadora e amiga, agradeço a sua força, suas conversas animadoras e sua enorme paciência.

Ao Prof. Dr. Warwick Estevam Kerr por gentilmente aceitar o convite de fazer parte de minha banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Glein Monteiro de Araújo que gentilmente se dispôs a participar em minha banca examinadora.

À fotógrafa Adriana, agradeço a disponibilidade e alegria.

Aos meus colegas de turma, e outros que conviveram comigo nesta graduação, agradeço o companheirismo e amizade.

À todos os meus familiares, principalmente minhas primas Jane e Kélia, com as quais sempre pude contar com carinho e compreensão.

Ao corpo docente do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia.

Às secretárias e técnicos do Curso de Ciências Biológicas.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia, com os quais sempre pude contar.

Aos companheiros de biblioteca, os irmãos Alexandre e Rafael.

Aos amigos de Curso e Companheiros, Marisa, Marina, Edivane, Maria Inês e Sílvia.

A Universidade Federal de Uberlândia e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela oportunidade de realizar este trabalho e pelo apoio financeiro.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMO.....	x
1- INTRODUÇÃO.....	1
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1- Organismo Estudado.....	5
2.2- Local de Estudo e Cultivo dos Hospedeiros .....	8
2.3- Obtenção e Manutenção dos Clones .....	8
2.4- Plasticidade Fisiológica .....	11
2.5- Plasticidade Comportamental.....	14
2.6- Plasticidade Morfológica.....	14
2.7- Inimigos Naturais.....	18
3- RESULTADOS .....	20
3.1- Plasticidade Fisiológica .....	20
3.2- Plasticidade Comportamental.....	32
3.3- Plasticidade Morfológica.....	35

3.4- Inimigos Naturais.....	41
4- DISCUSSÃO.....	45
4.1- Plasticidade Fenotípica.....	45
4.2- Controle Biológico.....	48
5- CONCLUSÕES.....	50
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51



## LISTA DE TABELAS

- 1- Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores na performance ou índice de fitness ( $r_m$ ) de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros..... 22
- 2- Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores na fecundidade relativa de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros..... 24
- 3- Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores no peso dos adultos de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros..... 25
- 4- Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores no período de desenvolvimento de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros..... 28
- 5- Correlações genéticas ( correlações do mesmo caracter estimado nos dois hospedeiros testados) do índice de fitness ( $r_m$ ), peso do adulto (P.A), período de desenvolvimento (P.D.) e fecundidade relativa (F.R.) de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis ..... 30
- 6- Valores médios dos caracteres estimados ( $\pm$  desvio padrão) para clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiro..... 31
- 7- Análise de Componente Principal de caracteres de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros..... 36



8- Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores de quatro caracteres morfológicos de clones de <i>Brevicoryne brassicae</i> que utilizaram couve e brócolis como hospedeiro.....	37
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- 1- Folha de *Brassica oleraceae* variedade *ocephala* parasitada por *Brevicoryne brassicae* ..... 7
- 2- Estoque dos clones de *Brevicoryne brassicae* em folhas de *Brassica oleracea* variedade *acephala*..... 10
- 3- “Clipcages” utilizados no ensaio de performance do pulgão *Brevicoryne brassicae* (seta indicando fêmea adulta áptera, com ninfas produzidas partenogeneticamente)..... 13
- 4- Ensaio para a avaliação de preferência de clones de *Brevicoryne brassicae*..... 16
- 5- Fitófago de brássicas, *Brevicoryne brassicae* (L.). Forma áptera. (a) Segmento antenal III, (b) tibia da perna anterior e (c) sífúnculo..... 17
- 6- Gaiolas utilizadas no ensaio do parasitismo por microhimenópteros nos pulgões *Brevicoryne brassicae*..... 19
- 7- Normas de reação do índice de fitness ( $r_m$ ) de clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis ..... 23
- 8- Normas de reação da fecundidade relativa de clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve manteiga e couve brócolis ..... 26
- 9- Normas de reação do peso do adulto de clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis ..... 27
- 10- Normas de reação do período de desenvolvimento de clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis..... 29

- 11- Percentual de escolha da couve pelos de clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis ..... 33
- 12- Preferência de clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis ..... 34
- 13- Dados médios do comprimento do sifúnculo em clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis..... 38
- 14- Dados médios do comprimento da tíbia da perna anterior direita em clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis..... 39
- 15- - Dados médios do comprimento do rostrum em clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis..... 40
- 16- - Dados médios do comprimento do III segmento da antena em clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis..... 41
- 17- Média do número de pulgões *Brevicoryne brassicae* parasitados (“múvias”) em folhas de couve e brócolis coletadas no Jardim Experimental do Departamento de Biociências (As folhas foram numeradas de fora para dentro, em ordem decrescente de idade)..... 43
- 18- *Brevicoryne brassicae* parasitados (“múvias”) em folhas de couve coletadas no Jardim Experimental do Departamento de Biociências ..... 44



## RESUMO

Interações entre insetos fitófagos e suas plantas hospedeiras podem gerar modificações a nível fisiológico, morfológico e comportamental na população dos parasitas. Estas variações, caracterizadas como sendo uma forma de plasticidade fenotípica, podem ter relevância nos processos de especialização e especiação simpátrica. Este trabalho, teve como objetivo verificar a ocorrência de plasticidade fenotípica (fisiológica, comportamental e morfológica) de distintos clones do pulgão *Brevicoryne brassicae*, na utilização de duas variedades de hospedeiros, a couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e o brocólis (*Brassica oleracea* var. *italica*). Também foi verificada a ocorrência e atuação de inimigos naturais em condições de campo. Ninfas, com aproximadamente a mesma idade, foram colocadas e individualizadas na face abaxial das folhas em cada hospedeiro testado e observadas diariamente para cálculo do índice de fitness ( $r_m$ ) ou performance. Experimentos para determinar a preferência (plasticidade comportamental) foram realizados em laboratório com testagem de vinte indivíduos por cada clone, com base em sua escolhas por determinado hospedeiro. Alguns caracteres morfométricos dos indivíduos alimentados em cada hospedeiro foram obtidos com o uso de microscopia. Os caracteres medidos foram: comprimento do sifúnculo direito, último segmento rostral, tibia da perna anterior direita e segmento antenal III direito. Medidas de variabilidade e ocorrência de plasticidade foram feitas segundo o modelo de genética quantitativa. Os clones demonstraram pequena plasticidade fisiológica ( $F = 3,412$ ;  $P = 0,067$ ). Também não foi verificado grande variabilidade para este tipo de plasticidade ( $F = 1,281$ ;  $P = 0,283$ ) provavelmente devido à grande similaridade genético-fisiológica entre as duas variedades de plantas utilizadas como hospedeiro. No entanto, os clones testados apresentaram significativa preferência por determinado hospedeiro ( $X^2=4.66$ ;  $P < 0,05$ ), sendo marcante o fenômeno de condicionamento (indivíduos "escolhiam" os hospedeiros nos



quais se alimentaram durante seu período pré-reprodutivo). As medidas morfométricas apresentaram significativa plasticidade para todos os caracteres, com exceção do segmento III da antena. Foram encontradas "múmiás" (afídeos parasitados por microhimenópteros) e formigas *Pheidole* sp. removendo pulgões das cultivares. Ambos inimigos podem ser utilizados em programas de controle biológico. Não foi detectada pressão de seleção suficiente para promover a formação de biótipos ou raças desta espécie adaptadas às variedades de brássicas testadas.

## 1- INTRODUÇÃO

A plasticidade fenotípica, refere-se a qualquer tipo de variação induzida pelo ambiente, sem que mudanças genéticas sejam necessárias (BRADSHAW, 1965; SCHEINER, 1993; VIA *et al.*, 1995). Como a seleção natural age por meio de diferenças no fenótipo (VIA, 1990), a plasticidade fenotípica é fator evolutivo importante por constituir-se num mecanismo gerador de variabilidade (THOMPSON, 1991). Se o organismo não apresenta plasticidade e sempre produz o mesmo fenótipo, apesar de mudanças ambientais estarem presentes, pode-se verificar a ocorrência do processo dito canalização (STERNS, 1989).

Uma dada característica pode ser plástica em resposta a um fator ambiental, mas não para outro (BRADSHAW, 1965; SCHEINER, 1993). Analogamente, caracteres distintos podem representar diferentes graus de plasticidade. Por isso, a plasticidade não é propriedade geral do genótipo, mas é específica ao caráter ou complexo de caracteres (SCHEINER, 1993).

Respostas plásticas nem sempre são adaptativas (SCHLICHTING, 1986). Contudo, a plasticidade fenotípica pode ser adaptativa se representa um mecanismo no qual o fitness relativo é mantido, em resposta à variação,



devendo, portanto, envolver respostas morfológicas, fisiológicas (THOMPSON, 1991) e comportamentais.

A compreensão do processo de evolução da plasticidade fenotípica tem sido dificultada pelas divergências de opiniões, sendo que a maior área de controvérsia está nos seus mecanismos de gênese e regulação. O modelo conhecido como modelo epistático sugere que a plasticidade fenotípica evolui independentemente da média dos caracteres e que “genes para a plasticidade” existem e são separados de genes que afetam o valor médio dos caracteres quantitativos (BRADSHAW, 1965; SCHLICHTING & LEVIN, 1984; SCHLICHTING, 1986; SCHEINER & LYMAN, 1989). Entretanto, o modelo pleiotrópico afirma que a plasticidade fenotípica pode evoluir conforme a seleção de diferentes valores fenotípicos em diferentes ambientes (VIA & LANDE, 1985; VIA, 1987; GOMULKIEWICZ & KIRKPATRICK, 1992), sem requerer a existência de genes separados para a plasticidade. Este modelo hipotetiza que espécies com diferentes níveis de plasticidade simplesmente tem historicamente graus de experiência diferentes da variação ambiental e assim, os caracteres têm sido sujeitos a diferentes padrões de seleção dentro destes ambientes (VIA, 1993). Estes modelos, contudo, concordam que a plasticidade será favorecida quando a variabilidade ambiental entre habitats for alta, habitats forem igualmente frequentes, a pressão de seleção for a mesma nos habitats e o custo da plasticidade for baixo (VIA *et al.*, 1995).

Agricultores sabem, há muito tempo, que variedades de plantas podem apresentar diferentes performances em ambientes distintos. Do mesmo modo, insetos polifágos, podem responder de diferentes modos à variações genotípicas de suas plantas hospedeiras (FRY, 1992). Isto ocorre porque o conjunto de defesas das plantas contra herbívoros faz parte da sua constituição genotípica, sendo portanto uma característica herdada (LARA, 1991). A evolução da relação inseto-planta é significativamente influenciada pelo grau de plasticidade dos

insetos, pois a seleção para aumento no fitness em uma planta hospedeira pode resultar em seleção para um decréscimo em outras espécies de plantas. Este fenômeno, conhecido como trade-off na performance pode promover a evolução de genótipos de insetos altamente especializados a determinados hospedeiros (UENO *et al.*, 1997). Se divergências entre populações de insetos que utilizam diferentes hospedeiros forem mantidos por seleção natural, haverá favorecimento para o surgimento de subespécies ou ecótipos (VIA & LANDE, 1985; VIA, 1991; FALCONER, 1989). A ocorrência de trade-offs confirmaria, portanto, processos de especiação simpátrica, atualmente considerados eventos raros (FUTUYMA, 1983).

Muitos problemas com pragas agrícolas são também problemas evolutivos e compreender como ocorre a evolução em sistemas agrícolas pode facilitar a implementação de estratégias de controle (VIA, 1990).

Pulgões ou afídeos, por exemplo, são considerados pragas de grande relevância na agricultura. As principais características que conferem esta importância econômica aos afídeos são a sua forma de alimentação, o seu alto poder de reprodução e sua grande capacidade de dispersão (SOUZA - SILVA & ILHARCO, 1995). Em pouco tempo, os afídeos se instalam em qualquer cultura, causando com isso sérios danos, quer pela sucção contínua da seiva, quer pela transmissão de doenças (GALLO *et al.*, 1988). Os danos diretos de seus ataques às plantas cultivadas traduzem-se em prejuízos à floração, à frutificação, na formação de galhas ou cecídias (hipertrofia em tecidos herbáceos) ou de cancrios (hipertrofia em tecidos lenhosos). A melada que excretam constitui atrativos para formigas, queima as folhas das plantas, facilita a proliferação de fungos negros saprófitas, que acabam por revestir a superfície foliar, prejudicando a fotossíntese. O principal dano indireto é a transmissão de vírus às plantas e, nesse caso, um só inseto é suficiente para contaminar várias plantas, o que os tornam vetores permanentes (SOUZA - SILVA & ILHARCO, 1995).



O controle destes insetos-praga em brássicas (couve, brócolis, repolho e similares) é atualmente feito com repetidas aplicações de inseticidas organofosforados, o que eleva o custo de produção, podendo ocasionar a contaminação do meio ambiente e incompatibilidade entre o intervalo das colheitas e o período de carência do inseticida (PAULA *et al.*, 1995 *apud* LEITE *et al.*, 1996). Deste modo, o conhecimento sobre potencialidades para a ocorrência de processos de especialização em pragas agrícolas, fornece bases para a idealização de novas alternativas de manejo.

Este estudo tem como objetivo verificar o grau de plasticidade fenotípica fisiológica, morfológica e comportamental em distintos clones de *Brevicoryne brassicae*, na utilização de duas variedades de seu hospedeiro, a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e também identificar e observar a atuação de inimigos naturais nestes afídeos em condições de campo.

## 2- MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- Organismo estudado

O *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) é um afídeo polífago, cosmopolita, parasita principalmente de crucíferas (MARICONI *et al.*, 1963). Dentre os diversos hospedeiros por ele utilizados estão a couve (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*), brócolis (*B. oleraceae* var. *italica* Plenck), nabo (*B. rapa*), couve-flor (*B. oleraceae* var. *botrytis*), repolho (*B. oleraceae* var. *capitata*), espinafre (*Spinaceae oleraceae*), diversas variedades de mostarda e *Trapeolum majus*, a ornamental capuchinha (SOUZA - SILVA & ILHARCO, 1995).

Constituem grandes colônias (Figura 1) e, pela sucção contínua de seiva produzem o engruvinhamento das folhas, em cujo interior se alojam, prejudicando o desenvolvimento da planta (GALLO *et al.*, 1988). O corpo mede de 1,77 a 2,08 mm, incluindo a cauda. A cabeça é mais larga que longa e de coloração enegrecida. A antena possui 6 segmentos imbricados, tendo comprimento total de 1,32 a 1,45 mm. O rostro é curto, claro e com a extremidade livre alcançando as coxas medianas e, às vezes, as posteriores. O



tórax é verde, apresentando manchas negras simétricas. As pernas são bem desenvolvidas, com tíbias pilosas. Os sífúnculos são curtos, muitos escuros, cilíndricos, às vezes um pouco avolumados na região mediana (MARICONI *et al.*, 1963). A função dos sífúnculos é a de produzir secreção cerosa para defesa. Na espécie *Brevicoryne brassicae* a cera é de cor branca e quando adultos, a secreção é tão abundante, que cobre completamente o tegumento.

É uma espécie holocíclica em climas temperados, possuindo geração sexual no outono, com ovos que atravessam o inverno, e apresentando reprodução partenogenética apomítica até o próximo outono. Em climas temperados, cujo inverno não é muito severo, as fêmeas vivíparas conseguem sobreviver estando reprodutivamente ativas sem que haja formação de ovos, não apresentando ciclo sexuado (HEIE, 1986). Pouco se sabe sobre a biologia reprodutiva desta espécie em regiões tropicais (DIXON *et al.*, 1987).

Apresentam complexo polifenismo (presença de vários fenótipos na população, que não são resultantes de diferenças genéticas), produzido por meio de delicado mecanismo de regulação, em resposta à deterioração ambiental (DIXON, 1985). Por exemplo, em condições adversas, o clone está apto a responder às altas densidades ou à redução na qualidade nutricional dos hospedeiros, produzindo formas aladas (DIXON, 1990). Indivíduos alados, embora apresentem pequena velocidade e controle de vôo, são responsáveis pela dispersão para colonização de novas plantas. Orientam-se, normalmente, guiados por estímulos olfatórios e visuais (possuem boa orientação para o amarelo) e localizam-se, preferencialmente, na parte abaxial de folhas jovens, próximos à base de inserção do pecíolo (DIXON, 1985).



**FIGURA 1** - Folha de *Brassica oleracea* variedade *acephala* parasitada por *Brevicoryne brassicae*.



## 2.2- Local de Estudo e cultivo dos Hospedeiros

Os trabalhos foram conduzidos no mini - laboratório de Ecologia e no Jardim Experimental do Departamento de Biociências, Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia - MG.

As sementes de *Brassica oleraceae* var. *italica* (Ramoso Santana) e *Brassica oleraceae* var. *acephala* (Manteiga) foram cultivadas em sementeiras. Quando as plântulas atingiram em torno de 10 cm de altura e apresentaram 4 folhas definitivas, foram transplantadas para os canteiros com espessamento 50 x 50 cm. Este procedimento foi repetido diversas vezes durante o período de experimentação (15 de setembro de 1997 a 30 de agosto de 1998).

## 2.3- Obtenção e Manutenção dos Clones

Para a obtenção de uma amostra com grande variabilidade genética, os clones de *Brevicoryne brassicae* foram coletados em locais e hospedeiros distintos.

Nos experimentos de performance e morfometria foram utilizados os clones C1, C2, C3 e B1. Os clones C1, C2 e C3 foram coletados em pés de couve, respectivamente no Jardim Experimental do Departamento de Biociências, Jardim Experimental do Departamento de Agronomia e em uma residência do bairro Umuarama. O clone (B1) foi coletado em brócolis no Jardim Experimental de Agronomia.

No experimento de preferência foram utilizados os clones C4, C5, B2 e B3. O clone (C4) foi coletado em couve na BR 365 Km 622. O clone (C5) e (B2), foram coletados em pés de couve e brócolis, respectivamente, em hortas no bairro Patrimônio. O clone (B3) foi coletado em brócolis em uma residência no bairro Aparecida.

Estes clones foram estocados e mantidos em folhas completamente expandidas de couve e brócolis, envoltas por uma embalagem de filó (30 x 20

cm) para permitir a ventilação e evitar que os distintos clones se misturassem (Figura 2). A substituição das folhas dos hospedeiros em uso para o experimento era feita sempre que necessário, após o envelhecimento das mesmas, sendo os clones remanejados para folhas mais jovens que ofereciam melhores condições de sobrevivência.



**FIGURA 2** - Estoque dos clones de *Brevicoryne brassicae* em folhas de *Brassica oleracea* variedade *acephala*.



## 2.4- Plasticidade Fisiológica

Pulgões pertencentes a um mesmo clone (idênticos geneticamente) foram alimentados simultaneamente em 2 hospedeiros distintos (variedades de *Brassica oleracea*) para a avaliação do grau de plasticidade na sua performance.

Cinco ninfas de cada clone, com aproximadamente a mesma idade, foram colocadas em cada hospedeiro para estabelecerem diferentes linhagens (descendentes partenogénéticos). Estas fêmeas foram individualizadas nos hospedeiros testados, com o uso de “clipcages” ou pequenas arenas na face abaxial das folhas (Figura 3), para que pudessem ser acompanhadas diariamente. A utilização destes clipcages também evitou o ataque de parasitóides, fuga e queda dos pulgões.

Após terem se tornado adultas, foram então pesadas e contava-se o número de ninfas produzida a cada dia subsequente. As ninfas-filhas produzidas eram removidas diariamente e colocadas nas culturas estoques. Geralmente, no primeiro dia em que o adulto reproduzia, era retirado uma ninfa para constituir a nova geração a ser testada. Formas aladas eram descartadas e novas ninfas eram escolhidas ao longo do experimento, quando necessário.

Os indivíduos selecionados foram observados e seu período de desenvolvimento (tempo decorrido entre o nascimento até o 1º dia da reprodução), fecundidade (número de ninfas produzidas durante o período de desenvolvimento) e peso quando adultos foram registrados. Com estes dados foi calculado o índice de performance ou fitness (WYATT & WHITE, 1977), enfocando a taxa de crescimento populacional ( $r_m$ ).

$$r_m = [ 0,738 \cdot (\log_e \cdot Md)]/d$$

onde:

d = Tempo de desenvolvimento até a fase adulta.

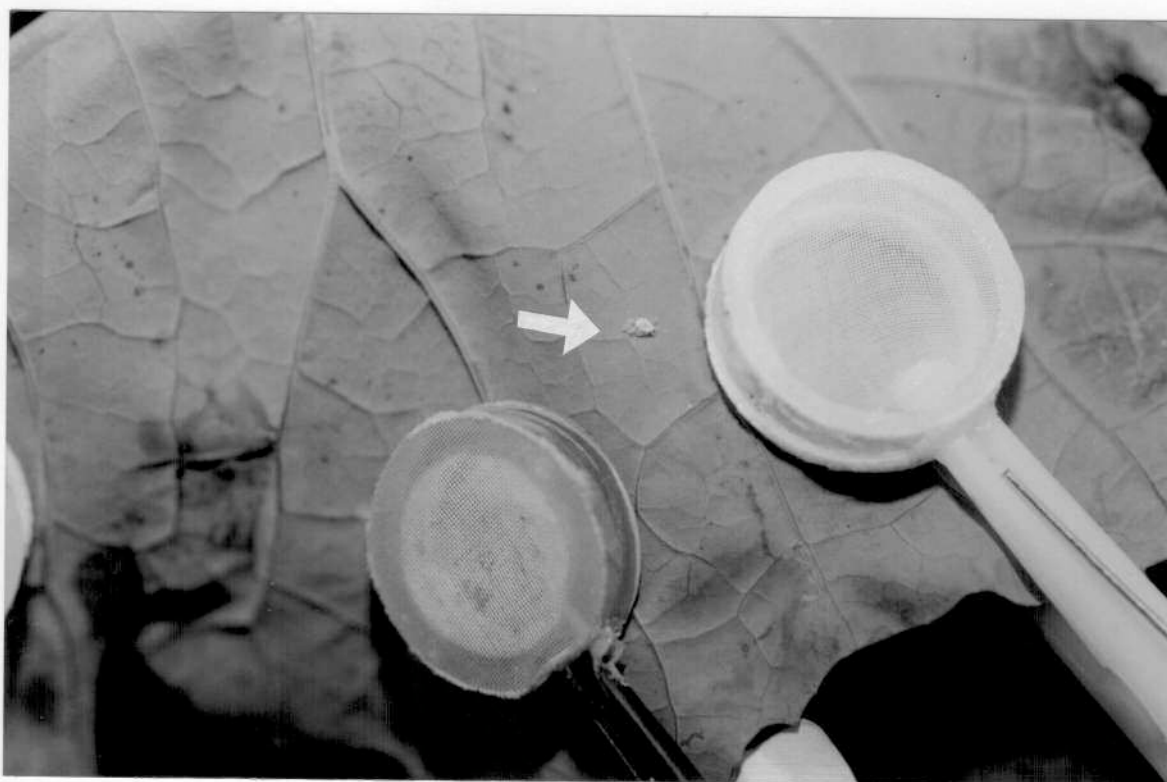
Md = Número de ninfas produzidas no período d.

A verificação de diferenças significativas nos caracteres coletados: período de desenvolvimento, fecundidade relativa e índice de fitness ( $r_m$ ), foram estimados utilizando análise de variância (ANOVA) para dois fatores. Os fatores considerados em cada análise foram: clones e hospedeiros. Segundo o modelo quantitativo de VIA & LANDE (1985), respostas plásticas podem ser detectadas quando a variação causada pelo fator "hospedeiro" for significativa. Interações entre clones e hospedeiros informam o grau de variabilidade nas respostas plásticas entre os genótipos analisados. A variabilidade genotípica entre os clones estudados é dada pela quantidade de variação atribuída ao fator "clone".

Para cada clone, em cada ambiente, foram calculados os valores médios dos caracteres analisados (valores genotípicos), que correspondem às medidas genéticas de cada carácter (valores médios fenotípicos) (FALCONER, 1989). Utilizando estes valores, foram calculados as correlações genéticas dos caracteres genotípicos dos clones nos diferentes hospedeiros, por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Para verificar a ocorrência de trade-offs, normas de reação também foram efetuadas para cada carácter analisado.

As análises estatísticas foram realizadas em computador PC utilizando o programa SYSTAT para Windows versão 5.04 (SYSTAT, 1992).





**FIGURA 3** - “Clipcages” utilizados no ensaio de performance do pulgão *Brevicoryne brassicae* (seta indicando fêmea adulta áptera, com ninfas produzidas partenogeneticamente).



### 2.5- Plasticidade Comportamental

No período de 9 de julho a 5 de agosto de 1998 foram realizados os experimentos de preferência de clones de *Brevicoryne brassicae*, para avaliar o grau de escolha, em detrimento da experiência prévia. Os indivíduos testados foram cultivados nos hospedeiros por sessenta dias antes da realização do experimento. Dez recipientes plásticos, contendo duas aberturas no fundo foram utilizados como arenas. Nestas aberturas, eram inseridas folhas de cada hospedeiro, fixadas com rolhas de borracha, após o que, adultos ápteros eram colocados individualmente no centro dos recipientes. Os recipientes eram fechados com uma tampa plástica, para que não houvesse a interferência de odores externos e mesmo interferência de iluminação (Figura 4). Os 20 indivíduos de cada clone testados quanto a escolha do hospedeiro, foram previamente submetidos à inanição por uma hora, antes da execução do experimento. A escolha final dos indivíduos era registrada após 1 hora e 20 minutos.

Um teste de heterogeneidade ( $X^2$ ) foi realizado para se verificar diferenças nas respostas entre distintos clones. Tabelas de contingência foram feitas para verificar diferenças nas categorias de escolha. Nesta análise utilizou-se a correção de Yates (ZAR, 1984).

### 2.6-Plasticidade Morfológica

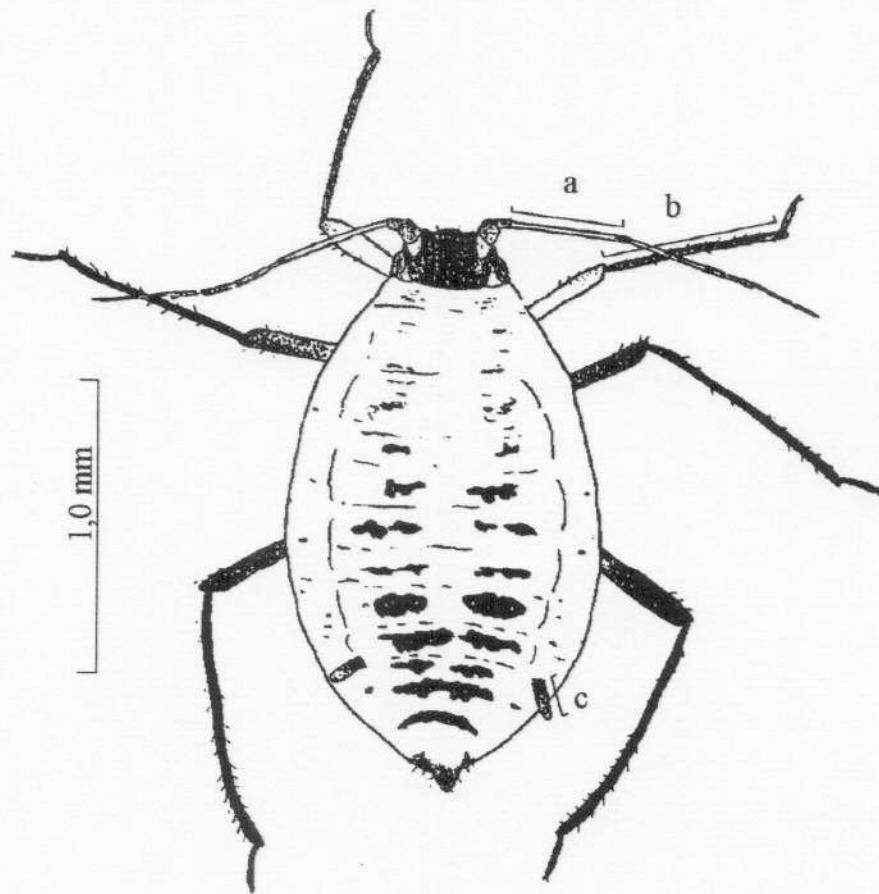
Alguns caracteres morfométricos dos indivíduos alimentados em cada hospedeiro foram obtidos. Cerca de 30 a 50 fêmeas adultas de cada clone foram pegas ao acaso, sacrificadas em álcool 70% e montadas entre lâminas e lamínulas. Os caracteres medidos foram: tamanho do sifúnculo direito, último segmento rostral, tibia da perna anterior direita e segmento antenal III direito (Figura 5). As medidas foram realizadas utilizando régua micrométrica do microscópio Axioscope, num aumento de 10 vezes. Os caracteres morfológicos

foram examinados por meio de análise de componente principal (MANLY, 1994) e análise de variância (ANOVA) para dois fatores (ZAR, 1984).



**FIGURA 4** - Ensaio para avaliação de preferência de clones de *Brevicoryne brassicae*.





**FIGURA 5** - Fitófago de brássicas, *Brevicoryne brassicae* (L.). Forma áptera.  
(a) segmento antenal III, (b) tibia da perna anterior e (c) sifúnculo.

### 2.7-Inimigos Naturais

Plantas adultas de couve (n=10) e brócolis (n=9) selecionadas ao acaso tiveram suas folhas arrancadas ordenadamente segundo suas idades. O número de pulgões parasitados por microhimenópteros (“múmias”) presentes nestas folhas foram registrados. As “múmias” foram removidas, colocadas em placas de Petri e transplantadas para gaiolas que continham plantas de couve com aproximadamente 20 cm de comprimento, estando também com o afídeo *B. brassicae* em sua folhas (Figura 6). O período de formação das “múmias”, mudanças morfológicas nos indivíduos sãos e quantidade de microhimenópteros em cada pulgão parasitado foram anotados.

Amostras dos microhimenópteros adultos foram enviados para identificação em quatro centros de estudos especializados.

Foram ainda coletados e identificados outros inimigos naturais observados no local de estudo.



**FIGURA 6** - Gaiolas utilizadas no ensaio do parasitismo por microhimenópteros nos pulgões *Brevicoryne brassicae*.



### 3- RESULTADOS.

#### 3.1- Plasticidade Fisiológica

A análise de variância demonstrou que a performance ou índice de fitness ( $r_m$ ) entre os clones e nos diferentes hospedeiros não foi significativamente diferente. A interação clone-hospedeiro também não foi significativa, indicando não haver grande variabilidade na plasticidade fenotípica para este caráter (Tabela 1). A eficiência de *Brevicoryne brassicae* na utilização dessas cultivares não diferiu, tendo os clones estudados performances equivalentes em ambos hospedeiros.

Embora os índices de fitness dos clones testados não tenham sido quantitativamente diferentes entre os hospedeiros, certo grau de plasticidade foi observado na direção da variação. Clones apresentaram na couve uma performance ligeiramente superior que no brócolis, exceto para o clone C2 (Figura 7).

Também não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre clones nos caracteres fecundidade relativa e peso dos adultos (Tabelas 2 e 3). Para estes caracteres, o grau de plasticidade fenotípica apresentado foi também bastante discreto (Figuras 8 e 9) e sem grande variabilidade.

A análise de variância relativa ao período de desenvolvimento não apresentou diferenças significativas entre os clones (Tabela 4). Os afídeos alimentados no brócolis apresentaram um período de desenvolvimento (ninfas a adulto) significativamente maior que aqueles que utilizaram a couve como hospedeiro (Figura 10). A interação clone-hospedeiro não foi significativa (Tabela 4), o que indica que a variação na plasticidade fenotípica para este carácter foi muito pequena.

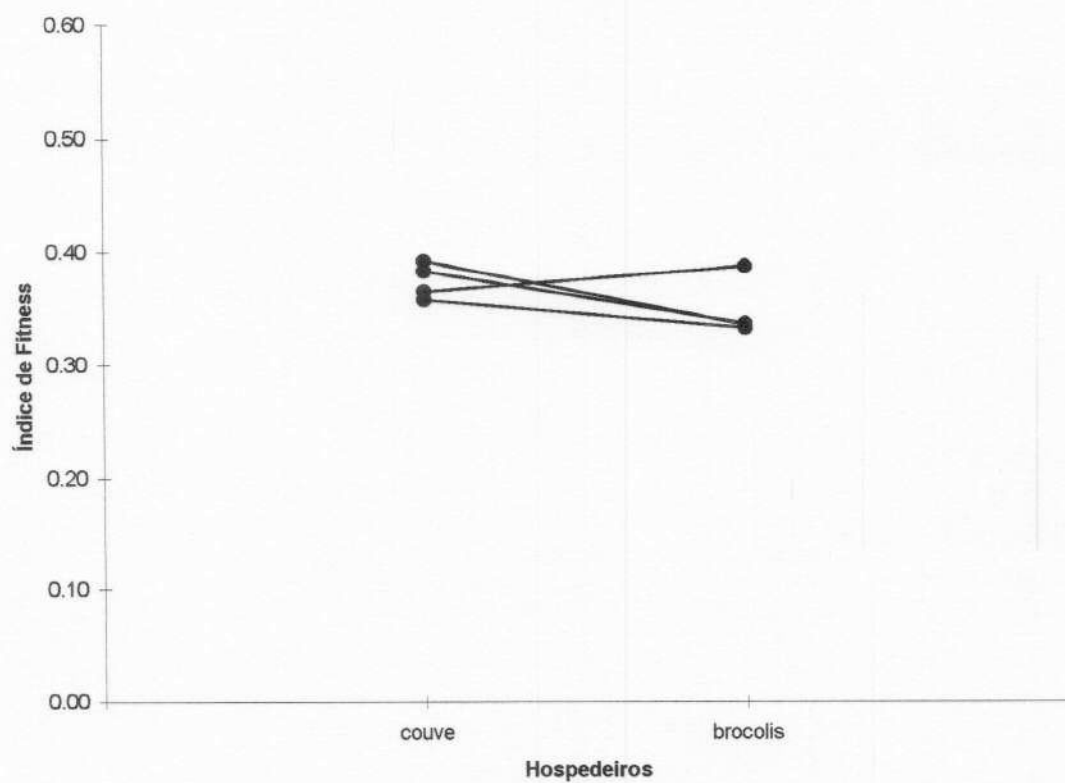
Não foram verificadas correlações genéticas negativas significativas (indicativas de ocorrência de trade-offs) em nenhum dos caracteres testados entre os hospedeiros. Todos os coeficientes obtidos foram positivos, embora não significativos (Tabela 5).

Os valores médios obtidos para os caracteres peso do adulto, fecundidade relativa e índice de fitness ( $r_m$ ), foram ligeiramente superiores na couve. No entanto, o valor médio obtido para o carácter período de desenvolvimento (tempo para ficar adulto) mostrou-se significativamente maior no brócolis (Tabela 6).

**TABELA 1** – Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores na performance ou índice de fitness ( $r_m$ ) de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

FONTE	GL	MQ	F	P
Clone	3	0,004	0,341	0,796
Hospedeiro	1	0,039	3,412	0,067
Clone*hospedeiro	3	0,015	1,281	0,283
Erro	159	0,012		





**FIGURA 7** - Normas de reação do índice de fitness ( $r_m$ ) para clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis.

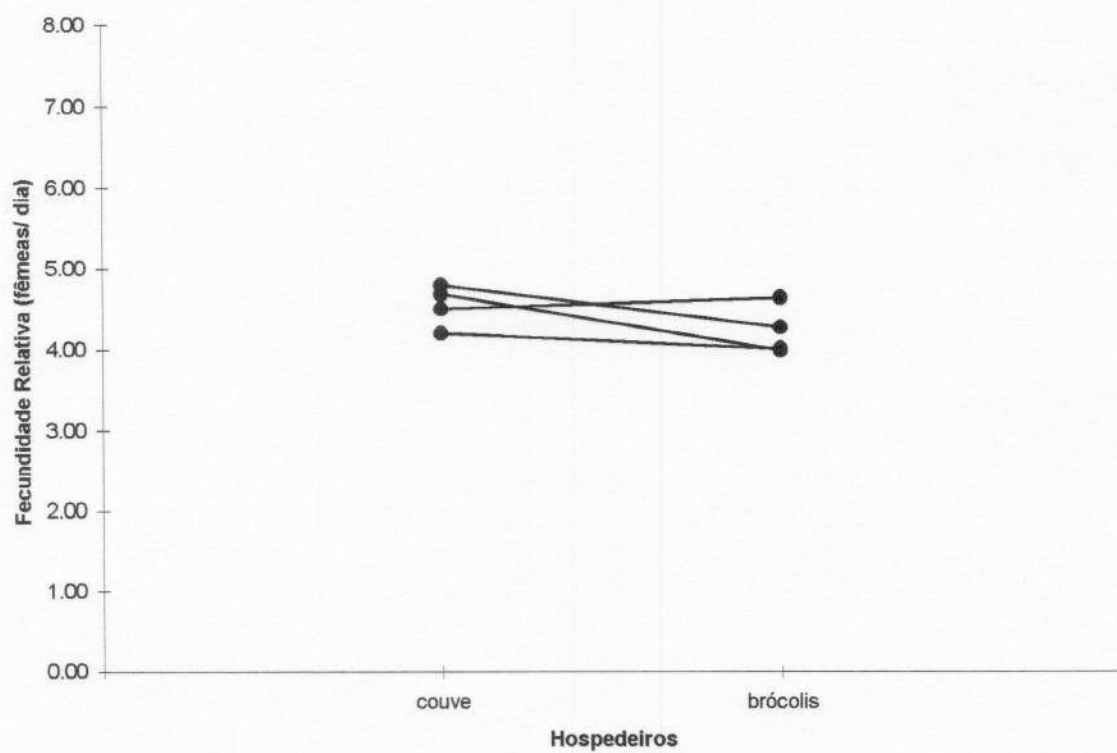
**TABELA 2** - Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores na fecundidade relativa de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

FONTE	GL	MQ	F	P
Clone	3	1,810	0,582	0,664
Hospedeiro	1	3,967	1,157	0,284
Clone*hospedeiro	3	1,428	0,416	0,741
Erro	159	3,429		

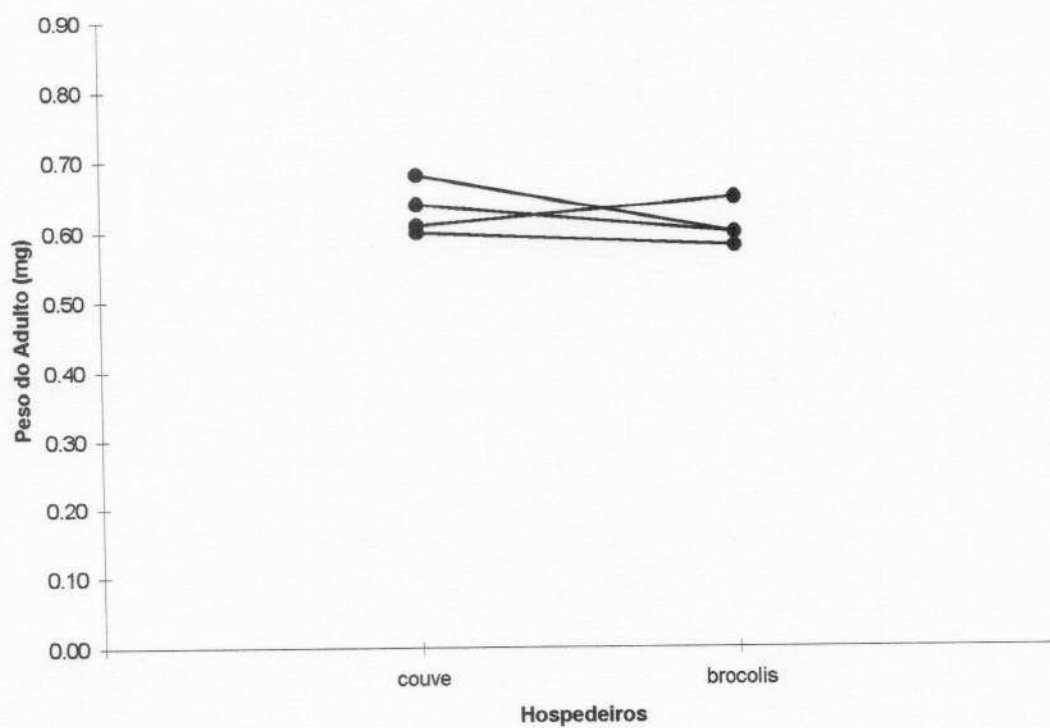
**TABELA 3** - Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores no peso dos adultos de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

FONTE	GL	MQ	F	P
Clone	3	0,018	0,753	0,533
Hospedeiro	1	0,028	1,175	0,280
Clone*hospedeiro	3	0,960	0,960	0,413
Erro	159	0,024		





**FIGURA 8** - Normas de reação da fecundidade relativa de clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis.

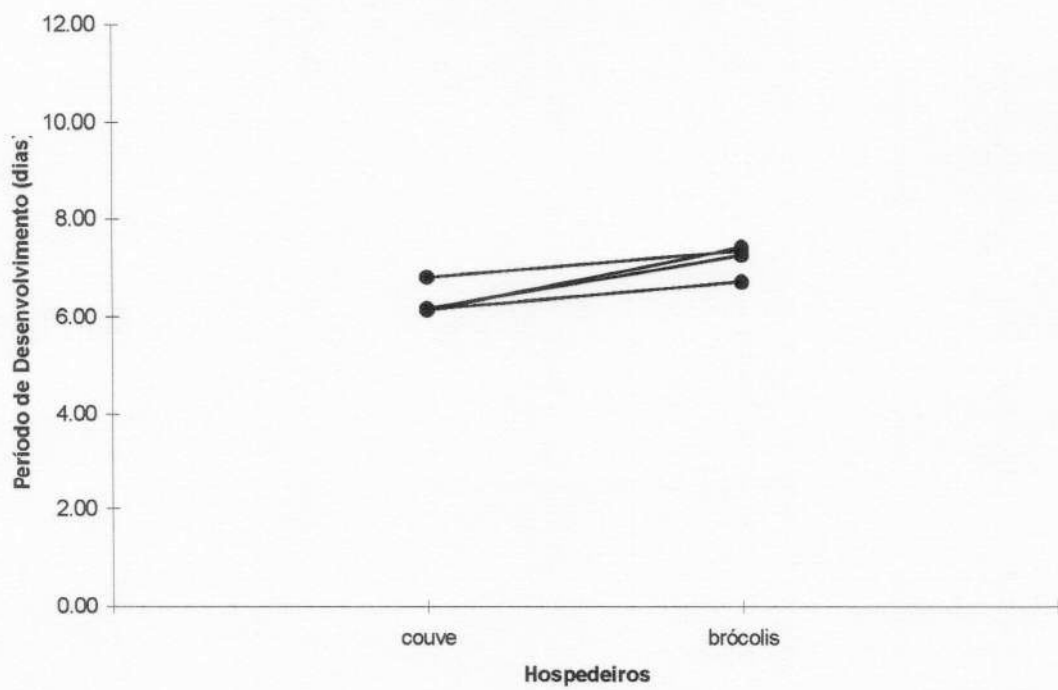


**FIGURA 9** - Normas de reação do peso dos adultos de clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis.

**TABELA 4** – Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores no período de desenvolvimento de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

FONTE	GL	MQ	F	P
Clone	3	3,044	0,906	0,439
Hospedeiro	1	30,041	8,943	0,003
Clone*hospedeiro	3	1,307	0,389	0,761
Erro	159	3,359		





**FIGURA 10** - Normas de reação do período de desenvolvimento de clones de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis.

**TABELA 5** - Correlações genéticas (correlações do mesmo caráter estimado nos dois hospedeiros testados) do índice de fitness ( $r_m$ ), peso do adulto (PA), período de desenvolvimento (PD), fecundidade relativa (FR) de *Brevicoryne brassicae* nos hospedeiros couve e brócolis.

CARACTERES	R	P	N	P
$r_m$	0,782	0,218	4	>0,05
PA	0,940	0,060	4	>0,05
PD	0,315	0,685	4	>0,05
FR	0,622	0,378	4	>0,05

**TABELA 6** - Valores médios dos caracteres estimados ( $\pm$  desvio padrão) para os clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

CARACTER	COUVE	BRÓCOLIS
Índice de fitness (fêmeas/ fêmeas por dia)	0,378 $\pm$ 0,108	0,351 $\pm$ 0,105
Peso do adulto (g)	0,630 $\pm$ 0,140	0,610 $\pm$ 0,170
Período de desenvolvimento (dias)	6,316 $\pm$ 1,647	7,145 $\pm$ 2,046 *
Fecundidade relativa (fêmeas/ dia)	4,543 $\pm$ 1,722	4,257 $\pm$ 1,983

\* diferem significativamente a nível de 0,003%



### 3.2- Plasticidade Comportamental

O teste de heterogeneidade demonstrou que as respostas dos distintos clones não foram diferentes estatisticamente quanto ao comportamento de escolha ( $X^2=6,696$ ;  $P>0,05$ ) (Figura 11). Por isso, os dados foram agrupados para análise de preferência (Tabela de Contingência).

O teste de preferência revelou que os clones testados exibiram comportamento de preferência para a variedade na qual haviam sido criados ( $X^2=11,328$ ;  $P<0,001$ ). Deste modo, clones criados no brócolis preferiram esta variedade independentemente do hospedeiro em que foram inicialmente coletados. Analogamente, clones criados na couve preferiram este mesmo hospedeiro (Figura 12).

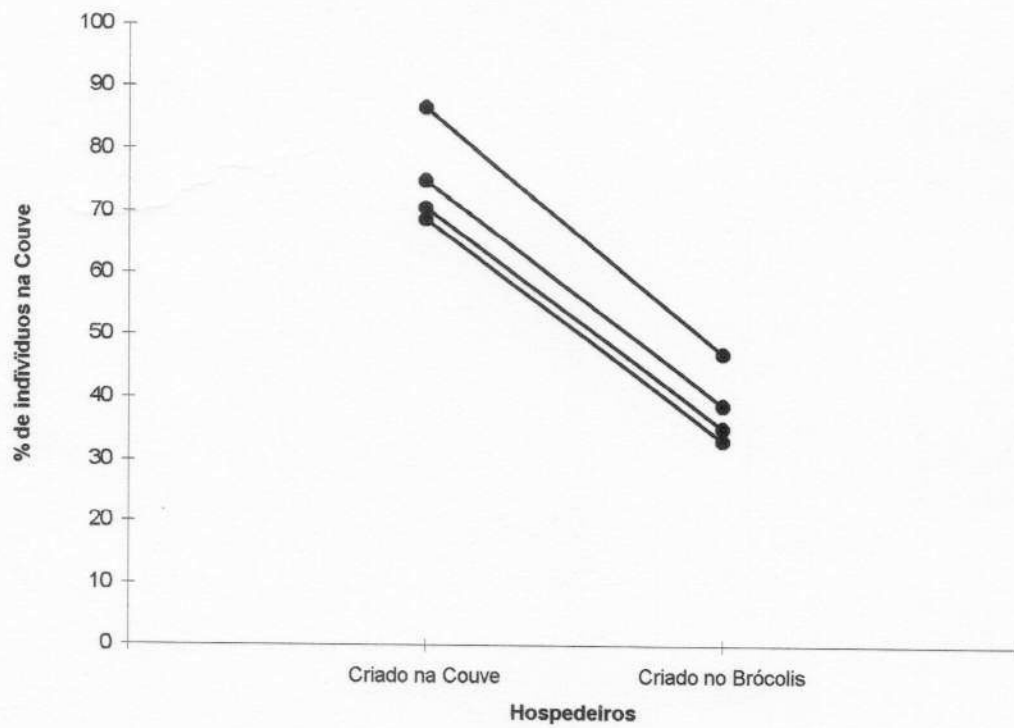
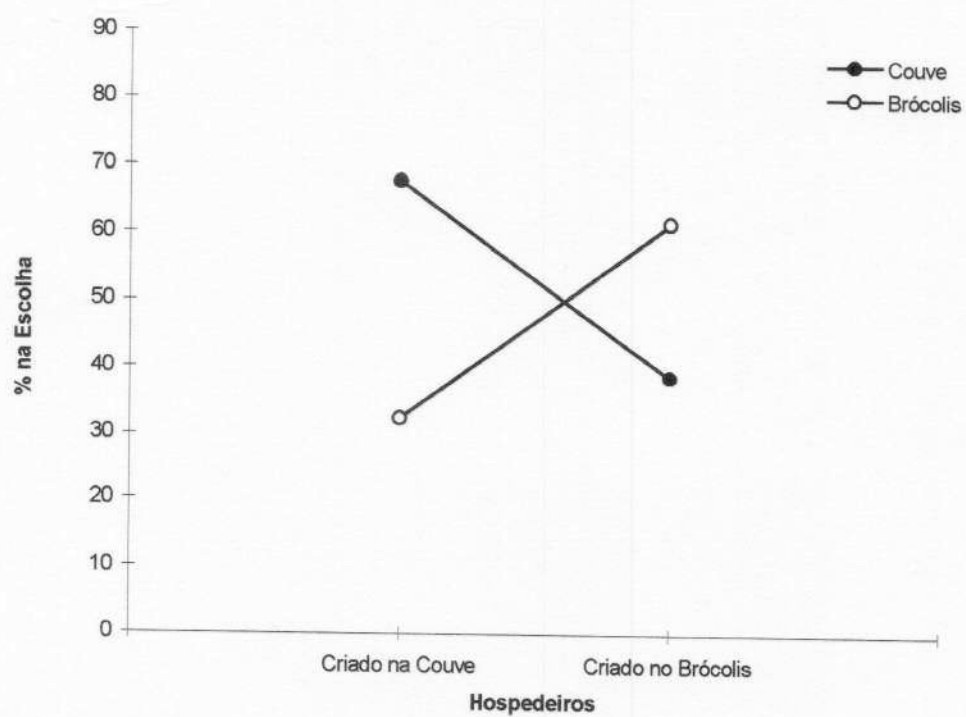


FIGURA 11 – Percentual de escolha da couve pelos clones de *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.



**FIGURA 12** – Preferência de clones do afídeo *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.



### 3.3-Plasticidade Morfológica

Na análise de Componente Principal (Tabela 7) a percentagem de variação explicada pelo tamanho foi pequena, sendo que os “loadings” do 1º componente receberam sinais negativos para alguns caracteres (caracteres medidos não apresentaram-se correlacionados). Por esta razão, o uso da Análise de Componente Principal não pode ser feita. O coeficiente de variação mostrou que alguns caracteres estavam variando mais que outros. Então, optou-se pela realização de análises univariadas.

Todos os caracteres medidos apresentaram significativa plasticidade morfológica, com exceção do segmento III da antena (Tabela 8). Os clones também foram significativamente diferentes entre si nas medidas efetuadas para todos os caracteres, com exceção do rostrum (Tabela 8). Existe grande variabilidade para a plasticidade em todos os caracteres medidos, uma vez que para todos os casos as interações clone\*hospedeiros foram significativas.

As medidas dos sífúnculos foram maiores em clones cultivados na couve com uma exceção (Figura 13). A medida da tíbia foi maior entre os clones cultivados na couve com exceção do clone 4 (Figura 14). Todos os clones criados na couve tiveram maior tamanho do rostrum comparado aos clones criados no hospedeiro brócolis (Figura 15). No entanto, o segmento III da antena obteve maior comprimento em clones criados no brócolis, com exceção do clone2 (Figura 16).

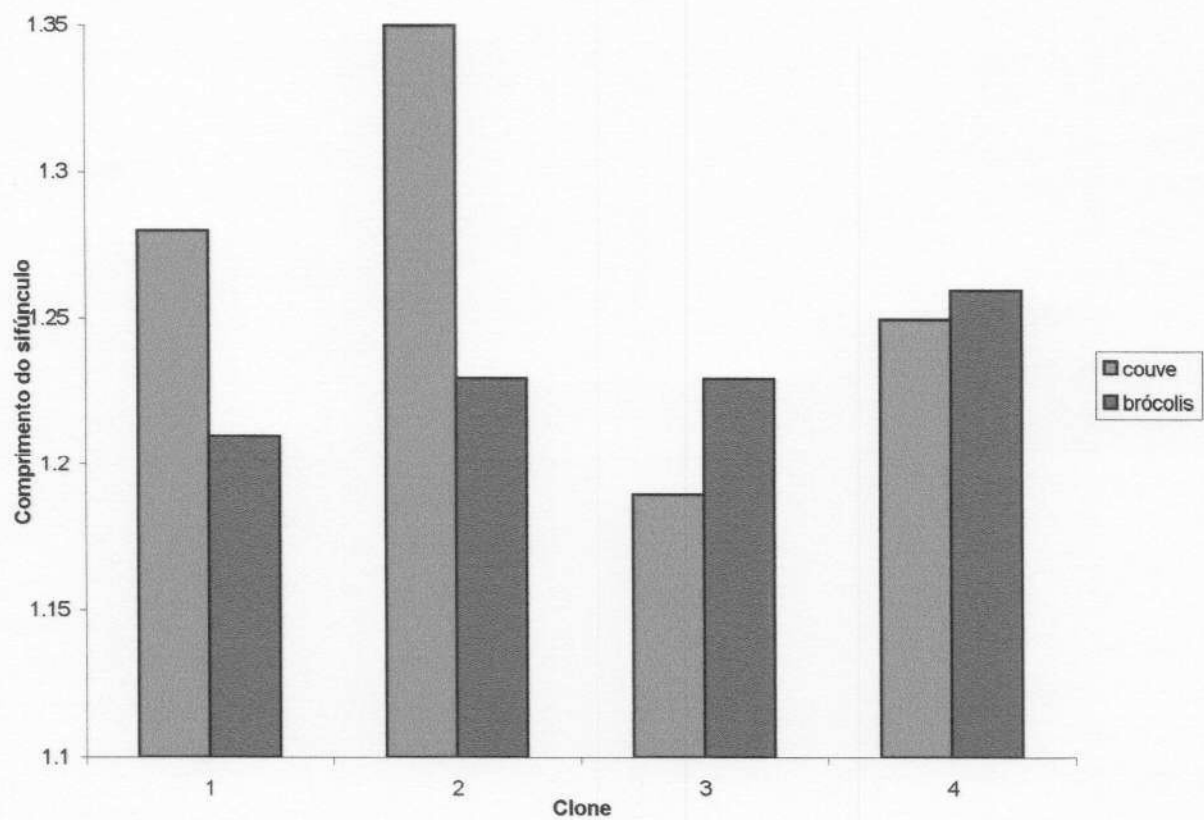
**TABELA 7** – Análise de Componente Principal de caracteres morfológicos de clones de *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

COMPONENTES	1	2	3
Sifúnculo	0,106	-0,702	0,701
Antena	0,820	0,054	-0,114
Tíbia	0,824	0,049	0,036
Rostrum	-0,015	0,732	0,679
% de variação	34,064	25,868	24,155

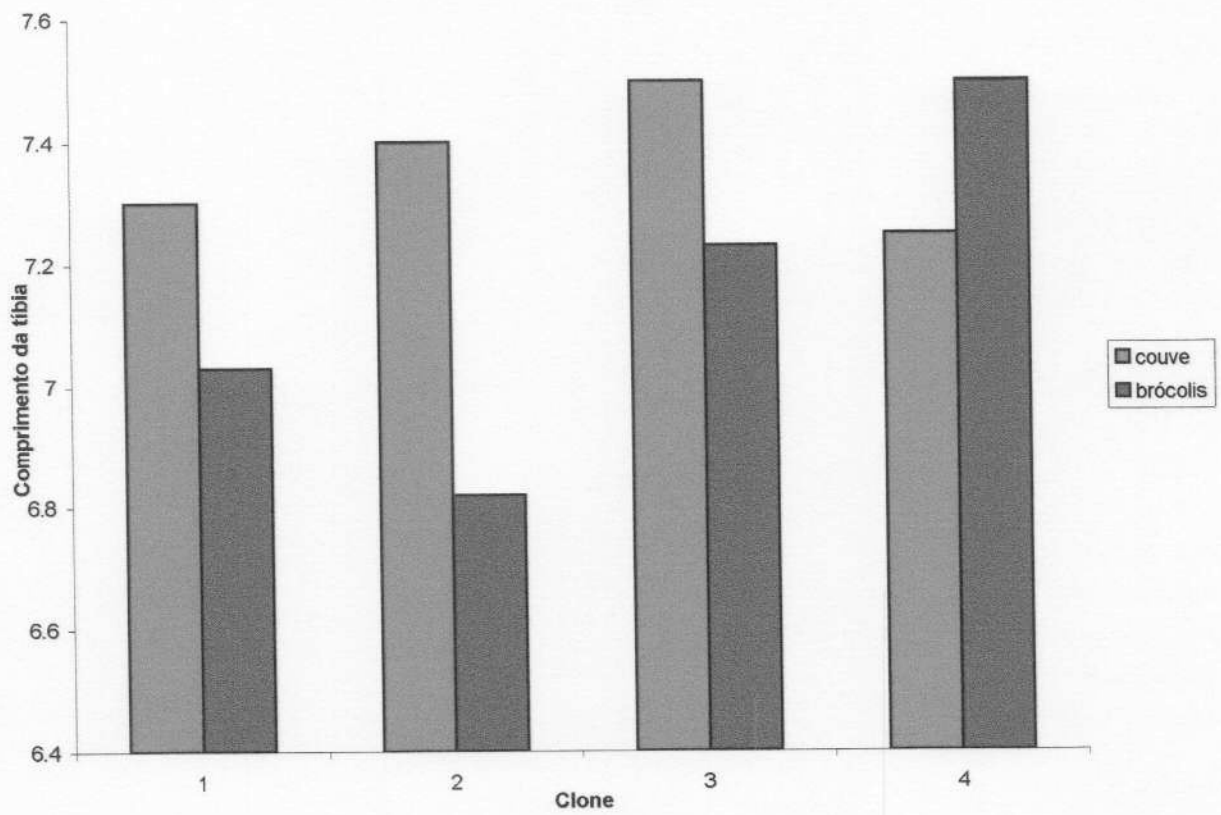
**TABELA 8** – Análise de Variância (ANOVA) para dois fatores de quatro caracteres morfológicos de clones do *Brevicoryne brassicae* que utilizaram couve e brócolis como hospedeiros.

<b>FONTE</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>SIFÚNCULO</b>				
Clone	3	0,110	4,741	0,003
Hospedeiro	1	0,112	4,835	0,029
Clone*hospedeiro	3	0,125	5,415	0,0001
Erro	364	0,023		
<b>ROSTRUM</b>				
Clone	3	0,008	1,319	0,268
Hospedeiro	1	0,187	29,414	0,0001
Clone*hospedeiro	3	0,018	2,833	0,038
Erro	364	0,006		
<b>TÍBIA</b>				
Clone	3	1,678	3,651	0,013
Hospedeiro	1	4,589	9,986	0,002
Clone*hospedeiro	3	2,985	6,495	0,0001
Erro	364	0,460		
<b>ANTENA</b>				
Clone	3	10,168	29,665	0,0001
Hospedeiro	1	0,035	0,103	0,749
Clone*hospedeiro	3	5,833	17,016	0,0001
Erro	364	0,343		

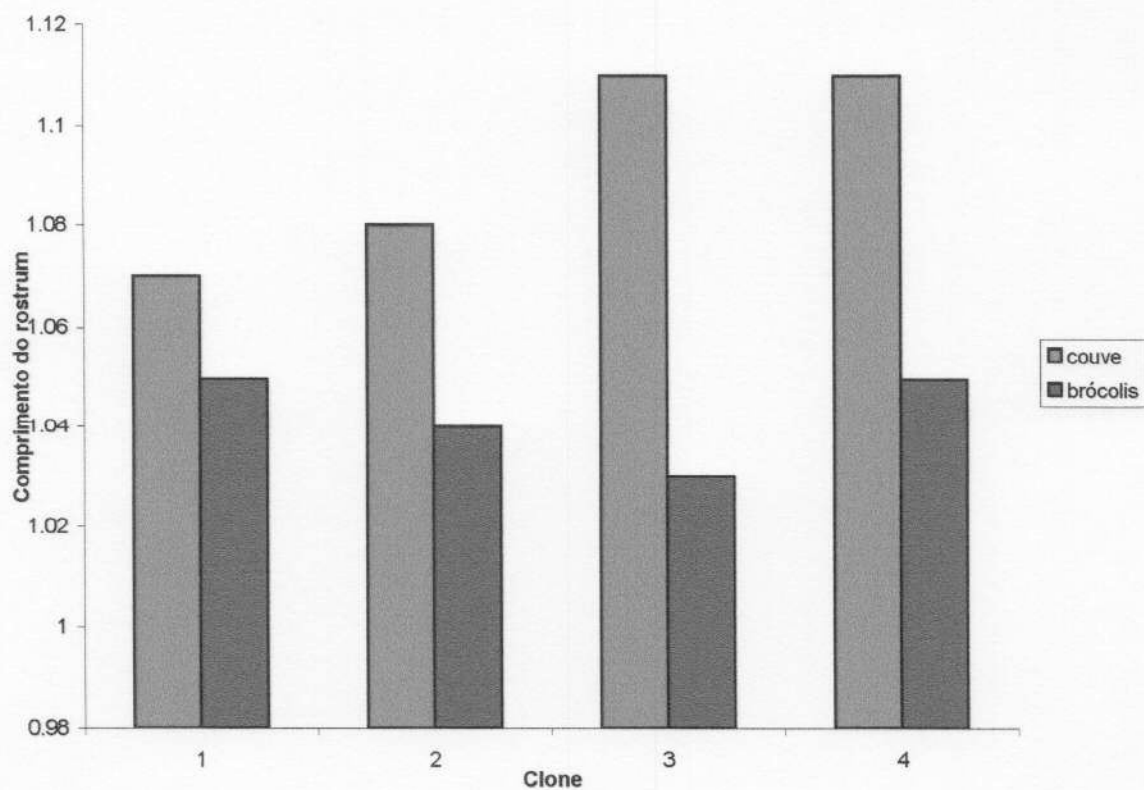




**FIGURA 13** - Dados médios do comprimento do sifúnculo em clones de *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.

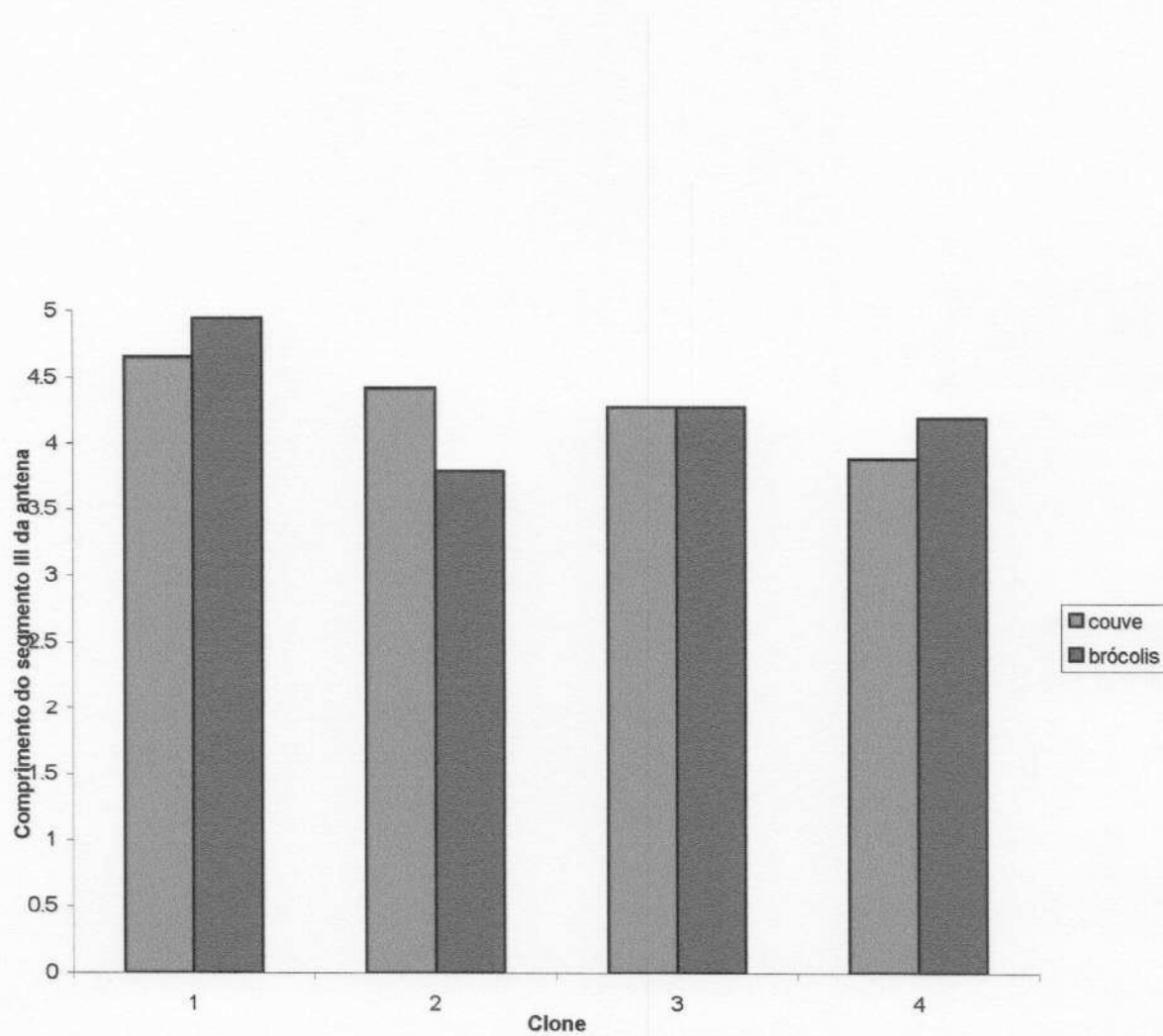


**FIGURA 14** - Dados médios da tibia da perna anterior direita em clones de *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.



**FIGURA 15** - Dados médios do comprimento do rostrum em clones de *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.





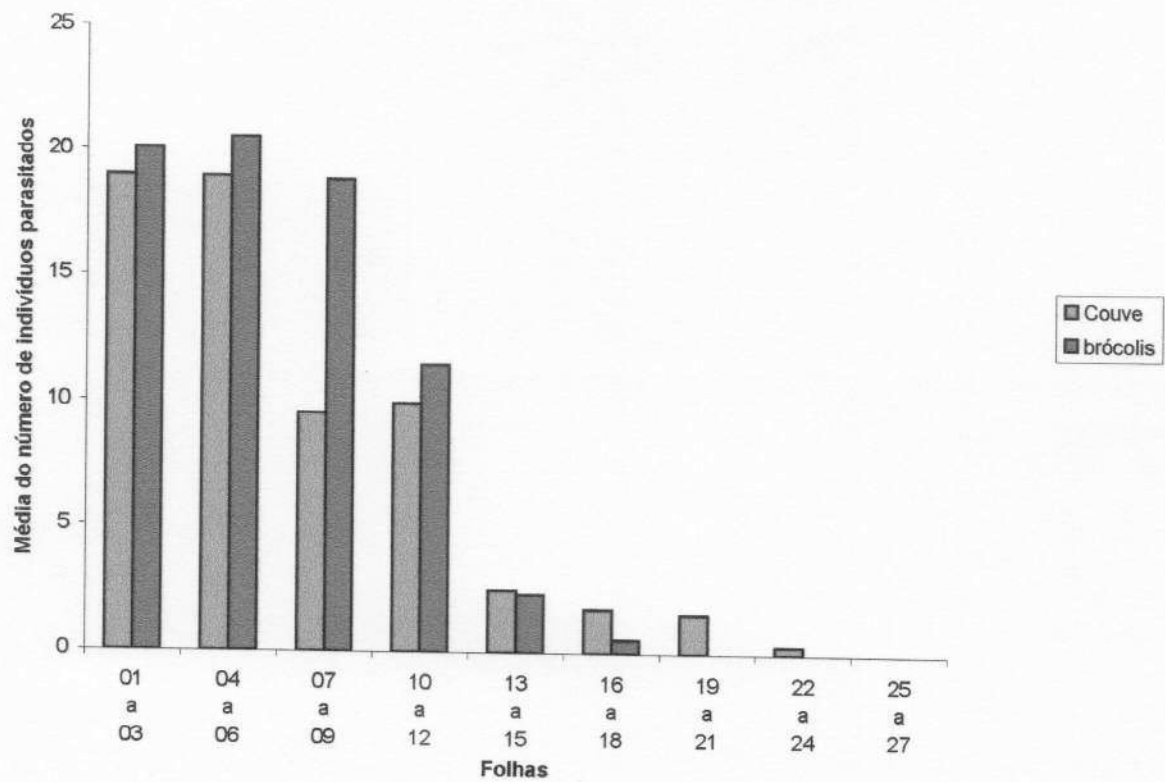
**FIGURA 16** – Dados médios do comprimento do III segmento da antena em clones de *Brevicoryne brassicae* criados nos hospedeiros couve e brócolis.

### 3.4-Inimigos Naturais

Os valores médios de “múmias” anotadas para cada folha das variedades de couve e brócolis foram semelhantes, sendo que folhas mais velhas tinham a presença de um número maior de múmias (Figura 17).

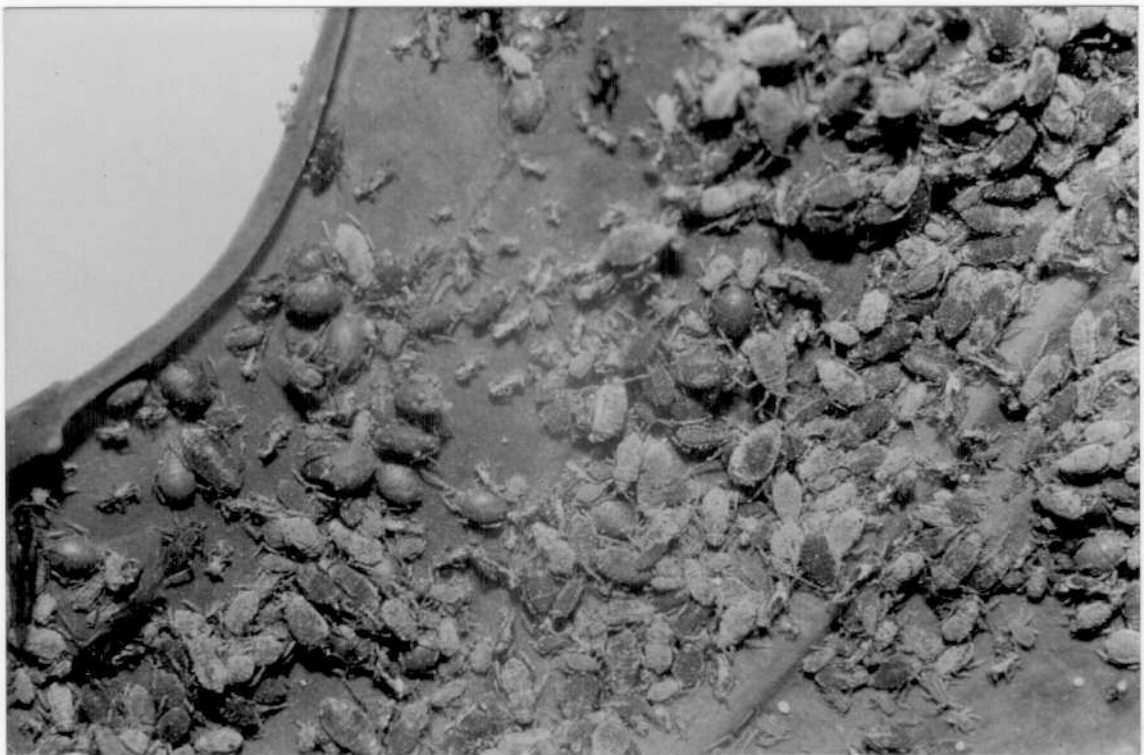
O microhimenóptero observado, demonstrou ser um endoparasita solitário, ou seja, apenas uma larva completa seu desenvolvimento por hospedeiro. Possui ciclo de vida completo com duração de cerca de  $14,4 \pm 1,71$  dias, emergindo das “múmias em torno de  $5,9 \pm 1,53$  dias e sobrevivendo em inanição por mais  $2,4 \text{ dias} \pm 1,26$ . Pulgões adultos foram parasitados preferencialmente, mas os microhimenópteros também efetuaram postura em ninfas, numa proporção de 8:2. Os afideos parasitados apresentaram uma gradativa expansão abdominal, tomando uma forma bastante arredondada. A coloração inicialmente esbranquiçada, devido a uma grande quantidade de cera revestindo o corpo, foi gradativamente substituída por uma coloração parda (Figura 18). Por fim, o corpo se apresentou com a aparência seca, o que caracterizou o estágio de “múmia”.

Formigas *Pheidole* sp (Hymenoptera: Formicidae) também foram observados removendo pulgões dos hospedeiros cultivados.



**FIGURA 17** – Média do número de pulgões de *Brevicoryne brassicae* parasitados (“múmias”) em folhas de couve e brócolis coletadas no Jardim Experimental do Departamento de Biociências (As folhas foram numeradas de fora para dentro, em ordem decrescente de idade).





**FIGURA 18** – *Brevicoryne brassicae* parasitados (“múmias”) em folhas de couve coletadas no Jardim Experimental do Departamento de Biociências.

## 4- DISCUSSÃO.

### 1 - Plasticidade Fenotípica

Os clones estudados demonstraram pequena plasticidade para os caracteres avaliados. As respostas fisiológicas avaliadas não mudaram significativamente em decorrência do uso de hospedeiros distintos. O fitness (capacidade de sobreviver e deixar descendentes) dos indivíduos não foi drasticamente afetado por forças seletivas nos diferentes hospedeiros. Conseqüentemente, os clones de *Brevicoryne brassicae*, não apresentaram redução ou aumento em suas taxas de longevidade e fecundidade quando utilizando couve e brócolis.

A pequena plasticidade obtida, provavelmente ocorreu devido à grande similaridade existentes entre as duas variedades de *Brassica oleracea* testadas. Por isso, o uso destas variedades, com alto grau de parentesco, possibilitou ao afídeo *Brevicoryne brassicae* a expressão de um fenótipo constante, com eficiência alimentar semelhante em ambos os hospedeiros. Embora divergências no fitness não tenham sido encontradas, houve significativo aumento no período



de desenvolvimento no brócolis, indicando assim a presença de certo grau de plasticidade.

Outros estudos já demonstraram alto potencial plástico na performance de pulgões. DeBARRO *et al.* (1995) trabalhando com 8 clones do afídeo *Sitobion avenae* em duas espécies de hospedeiros, o trigo (*Triticum aestivum*) e a gramínea (*Dactylis Glomerata*), obtiveram performances significativamente diferentes nestes hospedeiros. O fato de clones diferirem na performance quando testados em hospedeiros distintos também já foi registrado para outras espécies de afídeos como *Arcythosiphon pisum* (VIA, 1991) e *Aphis fabae* (MACKENZIE, 1996).

Pelo método quantitativo não foi verificado a ocorrência de grande potencial para a plasticidade fisiológica. As correlações obtidas foram positivas não significativas, não sendo portanto acusada a existência de trade-offs. O afídeo *Brevicoryne brassicae* possivelmente não está sofrendo seleção para a especialização no uso de seus hospedeiros. Não se espera deste modo, a curto prazo, que possa haver a formação de biótipos ou raças desta espécie adaptadas às variedades de brássicas.

Embora os diferentes clones de *Brevicoryne brassicae* não tenham demonstrado plasticidade fisiológica no uso dos hospedeiros testados, apresentaram significativa preferência por determinado hospedeiro. Indivíduos “escolheram” de modo significativo os hospedeiros nos quais se alimentaram durante seu período pré reprodutivo. Isto parece indicar que, embora as diferenças entre os hospedeiros testados não tenham sido grandes o bastante para influenciar a performance dos indivíduos, foram entretanto, suficientes para produzir o fenômeno de condicionamento. O fenômeno de condicionamento para a escolha de hospedeiros (MÜLLER, 1985) é também conhecido como Princípio de Hopkins (HOPKINS, 1917) ou preferência induzida (JERMY *et al.*, 1968). Deste modo, o princípio de Hopkins pode ser confirmado para



*Brevicoryne brassicae* quando cultivado em variedades distintas de *Brassica oleraceae*.

THOMPSON (1988) já havia verificado que a preferência para a escolha de um hospedeiro pode variar dentro de uma mesma população. LUSHAI *et al.* (1997) também verificaram forte influência do condicionamento na preferência do pulgão *Sitobion avenae*. GULDEMOND (1990), que conduziu experimentos para determinação de preferência em espécies de afídeos do gênero *Cryptomyzus*, verificou grandes possibilidades para o isolamento reprodutivo em decorrência de preferência acentuada pelo hospedeiro usualmente utilizado. Além disso, parasitóides de afídeos tendem a permanecer no mesmo cultivar à procura de hospedeiros (VAN-EMDEN *et al.*, 1996), num processo resultante de condicionamento.

Este experimento demonstrou que condicionamento para escolha de hospedeiros pode também ocorrer entre clones (indivíduos idênticos) como resultado de um comportamento de aprendizagem, que pode ser considerado como um processo de plasticidade fenotípica comportamental.

O método quantitativo indicou a ocorrência de grande plasticidade morfológica no uso dos hospedeiros. Esta plasticidade deve, entretanto, ser interpretada em cautela, visto que vários fatores podem influenciar na determinação de caracteres morfológicos.

O tamanho dos afídeos não é somente dependente do valor nutricional de seus hospedeiros, mas também da qualidade dos elementos do floema, onde se alimentam (BLACKMAN & SPENCE, 1994). Os autores anteriormente citados, também verificaram correlação inversa entre temperatura e tamanho dos organismos, com redução no tamanho dos indivíduos quando a temperatura está abaixo do ponto ótimo. MORAN (1986), analisando diferenças na morfologia de *Urolecum* (Homoptera: Aphididae) que usam distintos hospedeiros, verificou

que o tamanho do último segmento rostral estaria diretamente correlacionado com o tamanho, densidade e pilosidade das folhas de seus hospedeiros.

A ocorrência de sinais negativos nos "loadings" do primeiro componente principal de alguns caracteres, pode estar indicando erros nas medidas efetuadas, visto que em análises morfométricas tais loadings são usualmente maiores que zero (MANLY, 1994). Outra possibilidade de erro apontada, seria a escolha de indivíduos com diferentes idades ou estádios de metamorfose (ninfas podem ter sido indevidamente escolhidas para análise, pois adultos jovens nem sempre são facilmente reconhecidos).

Para caracterização definitiva da plasticidade morfológica da espécie, dados complementares precisam ser coletados.

## 2- Controle Biológico

O pulgão *Brevicoryne brassicae* é a principal praga da couve e de todas as demais brássicas (MARICONI *et al.*, 1963). Sob condições de campo, as duas variedades brássicas sofreram os danos provenientes do ataque do pulgão como deformações, amarelecimento das folhas e paralisia parcial ou total do crescimento. O afídeo *B. brassicae* tende a utilizar os recursos de seus hospedeiros, distribuindo-se por toda a planta, independente da variedade de brássica utilizada.

Nenhuma variedade testada apresentou resistência natural ao ataque destes pulgões.

O processo fisiológico que permite à planta resistir ao ataque da praga está relacionado com a presença de hormônios de crescimento. Assim, os pulgões durante sua alimentação, retiram auxinas das plantas, o que impede conseqüentemente seu desenvolvimento normal, enquanto as resistentes continuam a se desenvolver normalmente, ou reagem, recuperando os danos sofridos (LARA, 1991).



Inimigos naturais podem, entretanto, ser utilizados no controle desta praga. Ao fazer a colheita de folhas para comercialização, o horticultor poderá remover as múmias formadas, alocando-as novamente nas cultivares. Isto favorecerá a manutenção da alta densidade deste parasitóide nas áreas de cultivo. Embora o microhimenóptero observado seja um parasita solitário, promove rápido processo de “mumificação”, o que é uma característica altamente desejável em estratégias de controle (ROCHAT, 1997), visto que interrompe o processo de reprodução da praga. Outras medidas de controle poderiam também ser adotadas. HSIEH & HSU (1996) utilizaram, por exemplo, óleo de hortelã e de cânfora para controle deste pulgão em brócolis. AUAD *et al.* (1997) verificaram a ação eficiente de “joaninhas” (Coccinellidae) predando pulgões em Jacuí, M.G.

O feromônio sexual de *Brevicoryne brassicae*, embora ainda não comercializado no Brasil, já foi identificado e vem sendo usado em armadilhas de campo para captura de machos e parasitóides (GABRYS *et al.*, 1997).



## 5- CONCLUSÕES

- Não foi detectada grande variabilidade genética na performance entre os clones amostrados, o que provavelmente ocorreu pela proximidade entre locais de coletas do pulgão.
- A similaridade entre os hospedeiros pode explicar a ocorrência da pequena plasticidade encontrada para o pulgão *Brevicoryne brassicae* quando este utiliza couve e brócolis como hospedeiros.
- O fenômeno de condicionamento para a escolha do hospedeiro ou princípio de Hopkins foi confirmado para o afídeo *Brevicoryne brassicae*, o que pode ser considerado um processo de Plasticidade Fenotípica Comportamental.
- controle biológico realizado com a utilização de microhimenópteros pode ser útil, visto que estes parasitóides demonstraram ser eficientes inimigos naturais.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUAD, A.M.; BUENO, V.H.P.; KATO, C.M. & GAMARRA, D.C. 1997. Occurrence and population fluctuation of predators and parasitoids of *Brachycaudus* (*Appelia*) *swartzi* (Borner) (Homoptera: Aphididae) on peach trees, in Jacui, MG. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*. 26(2): 257-263.
- BLACKMAN, R.L. & SPENCE, J.M. 1994. The effects of temperature on aphid morphology using a multivariate approach. *Eur. J. Entomol* 91:7-22.
- BRADSHAW, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*. 13: 115-155.
- DeBARRO, P. J.; SHERRAT, T. N.; DAVID, O. & MACLEAN, N. 1995. Na investigation of the differential performance of clones the aphid *Sitobion avenae* on two host species. *Oecologia*. 104: 379-385.
- DIXON, A. F.G. 1985. *Aphid Ecology*. Blackie. Glasgow and London.

- DIXON, A.F.G. 1990. Physiological constraint imposed by alateness on the rate of parthenogenetic reproduction in aphids. *In: M. Hoshi & O Yamashita (eds). Advances in invertebrate reproduction*. 5. Elsevier (Biomedical Division). p. 343-349.
- DIXON, A.F.G.; KINDLAMAN, P; LEPS, J. & HOLMAN, J. 1987. Why there are few species of aphids especially in the tropics? *Amer. Nat.* 129 (4): 580-592.
- FALCONER, D.S. 1989. *Introduction quantitative genetics*. Hongmansei & Tech. New York.
- FRY, J.D. 1992. On the maintenance of genetic variation by disruptive selection among hosts in a phytophagous mite. *Evolution*, 46 (2):540-550.
- FUTUYMA, D.J. 1983. Selective factors in the evolution of the choice by phytophagous insects *In: S. Ahmar (ed.) Herbivorous insects: host-seeking behaviour and mechanisms*. Academic Press, New York, p. 227-244.
- GABRYS, B.J.; GADOMSKI, H.J.; KLUKOWSKI, Z.; PICKETT, J.A.; SOBOTA, G.T.; WADHAMS, L.J. & WOODCOCK, C.M. 1997. *Journal of Chemical Ecology*. 23(7): 1881-1890.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. & VENDRAMIM, J.D. 1988. *Manual de entomologia agrícola*. 2ª edição, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres.
- GOMULKIEWICZ, R. & KIRKPATRICK, M. 1992. Quantitative genetics and evolution of reaction norms. *Evolution*. 46: 396-411.



- GULDEMOND, J.A. 1990. Choice of plant as a factor in reproductive isolation of the aphid genus *Cryptomyzus* (Homoptera: Aphididae). *Ecol. Entomol.* 15: 43-51.
- HEIE, O.E. 1986. The aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark III. *Fauna Entomologica Scandinavica*. V. 25. E.J. Brill/ Scandinavian Science Press Ltda. Leiden. Conpenhaagen.
- HOPKINS, A.D. 1917. A discussion of C.G. Hewitt's paper on "Insect Behavior". *J. Econ. Entomol.* 10: 92-93.
- HSIEH, C.F. & HSU, K.N. 1996. An experiment on the organic of broccoli. *Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station*. 0(53): 35-40.
- JERMY, T., HANSON, F.E. & DETHIER, V.G. 1968. Induction of specific food preference in lepidopterous larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 11: 211-230.
- LARA, F.M. 1991. *Princípios de Resistência de Plantas a Insetos* .2ª edição. São Paulo: Ícone.
- LEITE, G.L.D.; PIKANÇO, M.; BASTOS, C.S.; ARAÚJO, J.M. & AZEVEDO, A. A. 1996. Resistência de clones de couve comum ao pulgão verde. *Horticultura Brasileira*, 14 (2): 178-181.
- LUSHAI, G.; SHERRATT, N.; DAVID, O; DeBARRO, P.J.& MACLEAN, N. 1997. Host selection by winged summer females of the aphid *Sitobion avenae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 85(3): 199-209.
- MACKENZIE, A. 1996. A trade-off for host plant utilization in the black bean *Aphis fabae*. *Evolution*. 50 (1): 155-162.

- MANLY, B.F.J. 1994. *Multivariate Statistical Methods*. London: Chapman & hall. p. 76-92.
- MARICONI, F.A.M.; ZAMITH, A.P.L.; MENEZES, M. 1963. "Pulgão das Brássicas" *Brevicoryne brassicae* (L; 1758): Estudo descritivo, bionômico e de combate. *Olericultura Brasileira*. 3: 165-202.
- MORAN, N.A. 1986. Morphological adaptation to host plants in *Uroleucon* (Homoptera: Aphididae). *Evolution*. 49(5):1044-1050.
- MÜLLER, V.F.P. 1985. Genetic and evolutionary aspects of host choice in phytophagous insects, especially aphids. *Biol. Zbl.* 104:225-237.
- ROCHAT, J. 1997. Delayed effects in aphid-parasitoid systems: Consequences for evaluating biological control species and their use in augmentation strategies. *Entomophaga*. 42(1-2): 201-213.
- SCHEINER, S.M. 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 24: 35-68.
- SCHEINER, S.M. & LYMAN, R.F. 1989. The genetics of phenotypic plasticity. I. Heritability. *Journal of Evolutionary Biology*. 2: 95-107.
- SCHLICHTING, C.D. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 17: 667-693.
- SCHLICHTING, C.D. & LEVIN, D.A. 1984. Phenotypic plasticity in annual *Phlox*: tests of some hypotheses. *American Journal of Botany*. 71: 252-260.
- SOUZA-SILVA, C. R. & ILHARCO, F. A. 1995. *Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras: Lista Preliminar*. São Carlos: EDUFSCar.



- STERNS, S.C. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience*. 39(7): 436-445.
- SYSTAT. 1992. *Systat for windows: statistics*. version 5 edition. SYSTAT, Evaston, III.
- THOMPSON, J.D. 1988. Variation in preference and specificity in monophagous and oligophagous swallow tail butterflies. *Evolution* 42(1):118-128.
- THOMPSON, J.D. 1991. Phenotypic plasticity as a component of evolutionary chance. *TREE*, 6 (8): 246-249.
- UENO, H.; FUJIYAMA, N. & KATAKURA, H. 1997. Genetics basis for different host use in *Epilacha pustulosa*, a herbivorous ladybird beetle. *Heredity*. 78: 227-283.
- VAN-EMDEN, H.F; SPONAGL, B.; WAGNER, E.; BACKER, T.; GANGULY, S. & DOULOUMPAKA, S. 1996. "Hopkins" "host selection principle, another nail in its coffin. *Physiological Entomology*. 21(4): 325-328.
- VIA, S. 1987. Genetic constraints on the evolution of phenotypic plasticity. In V. Loeschcke, (ed) Genetic constraints on adaptative evolution. Springer, Berlim. P. 47-71
- VIA, S. 1990. Ecological genetics and host adaptation in herbivorous insects: the experimental study of evolution in natural and agricultural systems. *Ann. Rev. Entomol.*, 35: 421-446.



- VIA, S. 1991. The genetic structure of host plant adaptation in a spatial patchwork: demographic variability among reciprocally translated pea aphid clones. *Evolution*. 45 (4): 827-852.
- VIA, S. 1993. Adaptative phenotypic plasticity: target or byproduct of selection in a variable environment. *Amer. Nat.* 142: 352-365.
- VIA, S. & LANDE, R. 1985. Genotype-environment interactions and the evolution of phenotypic plasticity. *Evolution* 39(3):505-522.
- VIA, S.; GOMULKIEWICZ, R.; DEJONG, G; SCHEINER, S.M.; SCHLICHTING, C.D. & TIENDEREN, P.H.V. 1995. Adaptative phenotypic plasticity. Consensus and Controversy. *TREE*. 10: 212-217.
- WYATT, I.J. & WHITE, P.F. 1977. Simple estimation of intrinsic increase rates aphids and tetranychid mites. *Journal of Applied Ecology*, 14: 757-766.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Praticce Hall, Inc., New Jersey.